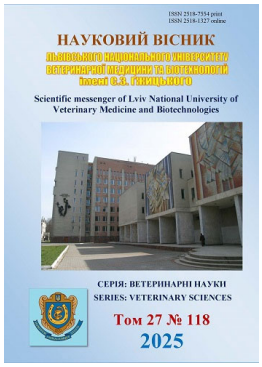

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11830
https://nvlvet.com.ua/index.php/journal

UDC 636.52/.58:577.1:546.48

Effect of milk thistle (*Silybum marianum*) on the antioxidant status of laying hens under cadmium load

A. O. Ostapyuk[1], B. V. Gutyj[1]✉, L. P. Horalskyi[2], R. M. Sachuk[3], V. B. Todoriuk[1,4], R. V. Mylostyvyi[5], I. M. Sokulskyi[6], U. M. Vus[1], V. I. Kushnir[1,7], G. V. Kushnir[7], T. V. Martyshuk[1], I. I. Khariv[1], O. Ye. Vozna[1]

[1]*Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine*
[2]*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine*
[3]*Rivne State University for the Humanities, Rivne, Ukraine*
[4]*Institute of Animal Biology, NAAS of Ukraine, Lviv, Ukraine*
[5]*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine*
[6]*Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine*
[7]*State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Lviv, Ukraine*

Article info

Received 28.04.2025
Received in revised form 29.05.2025
Accepted 30.05.2025

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine.
Tel.: +38-068-136-20-54
E-mail: bvh@ukr.net

Zhytomyr Ivan Franko State University, V. Berdychivska Str., 40, Zhytomyr, 10002, Ukraine.

Rivne State University for the Humanities, Plastova Str., 29-a, Rivne, 33028, Ukraine.

Institute of Animal Biology, NAAS of Ukraine Lviv, V. Stusa Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhiia Yefremova Str., 25, Dnipro, 49027, Ukraine.

Polissia National University, Stary Blvd., 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine.

State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Donetska Str., 11, Lviv, 79019, Ukraine.

Ostapyuk, A. O., Gutyj, B. V., Horalskyi, L. P., Sachuk, R. M., Todoriuk, V. B., Mylostyvyi, R. V., Sokulskyi, I. M., Vus, U. M., Kushnir, V. I., Kushnir, G. V., Martyshuk, T. V., Khariv, I. I., & Vozna, O. Ye. (2025). Effect of milk thistle (Silybum marianum) on the antioxidant status of laying hens under cadmium load. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 27(118), 216–225. doi: 10.32718/nvlvet11830

This study investigates the effect of cadmium exposure on the intensity of lipid peroxidation processes and the state of the antioxidant defense system in laying hens, as well as the efficacy of using milk thistle (Silybum marianum) as a corrective agent under these conditions. A total of 16 laying hens aged 78 weeks were selected for the experiment. The birds were divided into two groups: control and experimental. Both groups received cadmium sulfate in their drinking water at a dose of 4 mg/kg body weight. The experimental group additionally received milk thistle fruit with their feed at a dose of 2.0 g/kg of feed once daily for 30 days. It was found that cadmium sulfate administration led to a significant increase in the concentration of primary, intermediate, and final lipid peroxidation products, particularly lipid hydroperoxides, diene conjugates, and TBARS (thiobarbituric acid reactive substances). Concurrently, there was a decrease in the level of reduced glutathione, as well as in the activity of glutathione peroxidase, superoxide dismutase, and catalase, indicating the development of oxidative stress. Feeding milk thistle to laying hens contributed to the normalization of key biochemical markers of lipid peroxidation: the concentrations of lipid hydroperoxides, diene conjugates, and TBARS were significantly lower in the experimental group compared to the control on days 21 and 30 of the study. Additionally, there was a statistically significant increase in the level of reduced glutathione and in the activity of glutathione peroxidase, superoxide dismutase, and catalase, indicating enhanced systemic antioxidant defense. Thus, milk thistle demonstrates a pronounced protective effect on the antioxidant defense systems of the body under cadmium-induced stress, reduces the intensity of lipid peroxidation, and may be recommended as a natural remedy for the prevention and correction of toxic damage caused by heavy metals.

Key words: *laying hens, cadmium, lipid peroxidation, antioxidant system, milk thistle, glutathione, superoxide dismutase, catalase.*

Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на антиоксидантний статус організму курей-несучок за кадмієвого навантаження

А. О. Остап'юк[1], Б. В. Гутий[1]✉, Л. П. Горальський[2], Р. М. Сачук[3], В. Б. Тодорюк[1,4], Р. В. Милостивий[5], І. М. Сокульський[6], У. М. Вус[1], В. І. Кушнір[1,7], Г. В. Кушнір[7], Т. В. Мартишук[1], І. І. Харів[1], О. Є. Возна[1]

[1]*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна*
[2]*Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, Україна*
[3]*Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна*
[4]*Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна*
[5]*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна*
[6]*Поліський національний університет, м. Житомир, Україна*
[7]*Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна*

У роботі досліджено вплив кадмієвого навантаження на інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів та стан антиоксидантної системи захисту у курей-несучок, а також ефективність використання розторопші плямистої як засобу корекції цих змін. Для проведення досліджень було відібрано 16 курей-несучок віком 78 тижнів. Було сформовано дві групи: контрольну і дослідну. Курям контрольної та дослідної груп випоювали з водою сульфат кадмію у дозі 4 мг/кг маси тіла. Курям дослідної групи з кормом згодовували плоди розторопші плямистої у дозі 2,0 г/кг корму один раз на добу протягом 30 діб. Установлено, що введення до організму кадмію сульфату викликає достовірне підвищення концентрації первинних, проміжних та кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів, зокрема гідроперекисів ліпідів, дієнових кон'югатів і ТБК-активних продуктів. Одночасно спостерігалося зниження рівня відновленого глутатіону, а також активності глутатіонпероксидази, супероксиддисмутази та каталази, що вказує про розвиток оксидативного стресу. Згодовування курям-несучкам розторопші плямистої сприяло нормалізації основних біохімічних маркерів пероксидного окиснення ліпідів: концентрація гідроперекисів, дієнових кон'югатів і ТБК-активних продуктів у дослідній групі була достовірно нижчою порівняно з контрольною на 21 і 30 доби досліду. Крім того, спостерігалося достовірне зростання рівня відновленого глутатіону, а також підвищення активності глутатіонпероксидази, супероксиддисмутази й каталази, що вказує про стимуляцію антиоксидантного захисту на системному рівні. Отже, розторопша плямиста виявляє виражену протекторну дію щодо систем антиоксидантного захисту організму курей за дії кадмію, сприяє зменшенню інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів і може бути рекомендована як природний засіб для профілактики та корекції токсичних уражень, зумовлених важкими металами.

Ключові слова: *кури-несучки, кадмій, перекисне окиснення ліпідів, антиоксидантна система, розторопша плямиста, глутатіон, супероксиддисмутаза, каталаза.*

Вступ

В останні десятиліття проблема забруднення довкілля важкими металами, зокрема кадмієм, набуває все більшої актуальності як у контексті екології, так і ветеринарної медицини (Kailasam & Peiter, 2021; Ozturk et al., 2021; Smychok et al., 2023). Кадмій (Cd) — це високотоксичний елемент, який широко розповсюджений у навколишньому середовищі внаслідок промислової діяльності, використання мінеральних добрив, спалювання палива та інших антропогенних джерел (Akter et al., 2019; Ferro et al., 2021; Gul et al., 2021). Він легко акумулюється в ґрунтах і кормах, потрапляючи таким чином в організм сільськогосподарських тварин, зокрема птиці (Gutyi et al., 2019; Bashchenko et al., 2020; Kar & Patra, 2021).

Кадмій порушує клітинний гомеостаз, спричиняє ушкодження тканин та органів, індукує оксидативний стрес і послаблює антиоксидантну систему захисту (Dyachenko et al., 2015; Shiyntum & Ushakova, 2015). Одним із ключових механізмів токсичної дії кадмію є активація процесів пероксидного окиснення ліпідів з утворенням великої кількості вільних радикалів та продуктів, що мають ушкоджувальний вплив на клітинні мембрани, ензими, білки та нуклеїнові кислоти (Gutyj et al., 2017; 2019; 2023; Ostapyuk et al., 2023).

Оксидаційний стрес, спричинений кадмієм, супроводжується зниженням активності ендогенних ензимів антиоксидантного захисту – супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази – а також виснаженням рівня неензимних антиоксидантів, зокрема глутатіону. Ці зміни призводять до порушення метаболічних процесів, зниження продуктивності тварин, репродуктивних розладів і підвищення чутливості до інфекцій (Slivinska et al., 2019; Lavryshyn et al., 2020; Nordberg & Nordberg, 2022).

У зв'язку з цим актуальним є пошук природних засобів корекції токсичних ефектів кадмію. Особливу увагу привертають рослинні препарати з антиоксидантною активністю, серед яких перспективним є використання плодів розторопші плямистої (*Silybum marianum*), які містять комплекс біологічно активних сполук – силімарин, флавоноїди, токофероли, поліфеноли – здатних нейтралізувати вільні радикали та активізувати захисні системи організму.

Насіння розторопші містить близько 200 різних за дією компонентів (Eita, 2022; Lerchuk et al., 2024). В ньому є значна кількість вітамінів групи В, які необхідні для регуляції жирового обміну, живлення серцевого м'яза, нервової системи, шкіри, органів зору, а також жиророзчинних вітамінів – А, F, Е і К. З макроелементів у насінні наявні (мг/г): Калій – 9,2, Кальцій – 16,6, Магній – 4,2, Ферум – 0,08; мікроелементи

(мкг/г): Купрум – 1,16, Марганець – 0,1, Цинк – 0,71, Хром – 0,15, Селен – 22,9, Йод – 0,09, Бор – 22,4 (Martyshuk et al., 2020; 2022; Dang et al., 2022).

У плодах розторопші міститься 17–18 % білка, 10-11 % ліпідів, 30–40 % жирних кислот, 2–3 % флаволігнанів, 1,6 % каротиноїдів, 17–18 % токоферолів, 2,0 % відновлених і невідновлених цукрів. У плодах наявна ефірна олія – 0,08 %, оксифлавін, попередники вітаміну А, вітаміни групи В (B_1, B_5, B_{12}), D, F, E, K, смоли, невелика кількість сапонінів та сліди алкалоїдів, біогенні аміни (тирамін, гістамін), кварцетин, дегідрофлавонол, таксифолін, оптично активний дигідродиконіферіловий спирт, органічні кислоти, чинник Т (що підвищує число тромбоцитів у крові) (0,1%) (Shehzad et al., 2021; Ostapyuk et al., 2024).

Встановлено, що розторопша накопичує важливі біологічні елементи, зокрема Селен і Купрум, які, сукупно з вітаміном Е, стимулюють утворення антитіл і посилюють імунну систему організму, а також посилюють активність антиоксидантного захисту (Yassin et al., 2021; Slobodian et al., 2024).

Особливо високу цінність розторопші плямистої представляють флаволігнани: силібін, ізосилібін, силікристин, силідіанін та максифолін. За біологічною класифікацією вони включені до ряду флавоноїдів, відомих під назвою "вітамін Р". Дані флаволігнани об'єднані під загальною назвою "силімарин". Фармакологами експериментально доведено, що при лікуванні хвороб у складі сировини з розторопші плямистої найефективніше діє силімарин. Силімарин ідентифікований як 5-,7-,4-тригідрокси-3-метоксифлавон-3-ол (3-метил-таксифолін) (Vaid & Katiyar, 2010; Tajmohammadi et al., 2018).

За літературними даними, розторопша плямиста проявляє жовчогінну, гепатопротекторну дію. Екстракти із плодів розторопші є основним компонентом для великої кількості препаратів, що використовуються при лікуванні хвороб жовчного міхура і хвороб печінки (Khazaei et al., 2022).

Мета дослідження

Вивчити вплив розторопші плямистої (Silybum marianum) на антиоксидантний статус організму курей-несучок за кадмієвого навантаження.

Матеріал і методи досліджень

Для проведення досліджень було відібрано 16 курей-несучок віком 78 тижнів. Було сформовано дві групи: контрольну і дослідну. Курям контрольної та дослідної груп випоювали з водою сульфат кадмію у дозі 4 мг/кг маси тіла. Курям дослідної групи з кормом згодовували плоди розторопші плямистої у дозі 2,0 г/кг корму один раз на добу протягом 30 діб.

Умови утримання курей та параметри мікроклімату в приміщенні для всіх груп були аналогічними. Впродовж досліду обліковували кількість споживаного корму і води.

Усі експериментальні втручання проводили з дотриманням вимог "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та наукових цілей" (Страсбург, 1985) та ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001).

Кров у курей-несучок відбирали із підкрильцевої вени у періоди: до початку задавання препаратів та сульфату кадмію, на першу, сьому, чотирнадцяту, двадцять першу та тридцяту доби досліду. Активність глутатіонпероксидази (К.Ф.1.11.1.9) досліджували за методом В. В. Лемешко і співавт. (1985); активність каталази (К.Ф. 1.11.1.6) – за методом М. А. Королюк (1988); активність супероксиддисмутази (К.Ф 1.15.1.1) – за методом Є. Є. Дубініної та співавт. (1983); рівень ТБК-активних продуктів – за методом Є. Н. Коробейникова (1989), рівень дієнових кон'югатів – за методом І. Д. Стальної (1977); концентрацію гідроперекисів ліпідів – за методом В. В. Мирончика (1984) (Vlizlo et al., 2012).

У дослідах використовували такі препарати:

Сульфат кадмію – Cadmium sulfate, неорганічна сполука з хімічною формулою $CdSO_4$. Сульфат кадмію є добре розчинним у воді, тому добре всмоктуються в травному каналі, в кров та відомий своїми токсичними впливами на живі організми.

Розторопша плямиста – *Silybum marianum* родина складноквіткові, у дикому вигляді росте на пустирях, уздовж доріг, на покинутих полях та культивується на лікарських городах. Для лікування застосовують плоди розторопші плямистої. Вони містять протеїн 17–18 %, жири 10–11 %, флаволігнани 2–3 %, ефірну олію 0,08 %, вітаміни А, Е, К, біогенні аміни, кварцетин.

Аналіз результатів досліджень проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0. Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, ***– $P < 0,001$ (ANOVA).

Результати та їх обговорення

Відомо, що проміжним етапом окиснення наявних у ліпідах поліненасичених жирних кислот пероксидним шляхом є утворення гідроперекисів ліпідів, з якими значною мірою пов'язана деструктивна дія продуктів ПОЛ у клітині (Slobodian et al., 2019; Vyslotska et al., 2021). Встановлено, що у крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, рівень гідроперекисів ліпідів вірогідно зростав вже починаючи з 7 доби досліду. У крові контрольної групи курей, яким задавали кадмію сульфат у дозі 4 мг/кг маси тіла, рівень первинних продуктів ПОЛ на 14 добу досліду зріс до 7,37 ± 0,40 од. Е450/мл, а на 21 добу – до 8,13± 0,37 од. Е450/мл. На 30 добу досліду рівень гідроперекисів ліпідів зріс на 30 % порівняно з початковими величинами.

При згодовуванні з кормом розторопші плямистої у курей за кадмієвого навантаження, рівень гідроперекисів ліпідів у їх крові на першу добу досліду зріс на 1 % відносно початку досліду. У подальшому рівень гідроперекисів ліпідів у крові дослідної групи порівняно з контрольною групою почав знижуватися, а саме на 7 добу досліду – на 3,6 %, на 14 добу досліду – на 10 %, на 21 добу досліду – на 19,8 % та на 30 добу досліду – на 14,9 % відповідно (рис. 1).

З наведених на рисунку 2 даних бачимо, що вміст проміжних продуктів ПОЛ у крові курей контрольної та дослідної групи на початку досліду коливався у межах величин 7,3 ± 0,58 – 7,2 ± 0,51 мкмоль/л. У подальшому за кадмієвого навантаження рівень дієнових кон'югатів у крові контрольної групи курей зріс до 9,7 ± 0,54 мкмоль/л, тоді як у курей дослідної групи даний показник був значно нижчим. Так, на 7 добу досліду рівень дієнових кон'югатів у крові дослідної групи знизився на 7,4 %, а на 21 добу досліду – на17,5 % відносно контрольної групи. На 30 добу досліду рівень вторинних продуктів ПОЛ у крові дослідної групи коливався у межах початкових величин, взятих ще до випоювання кадмію сульфату.

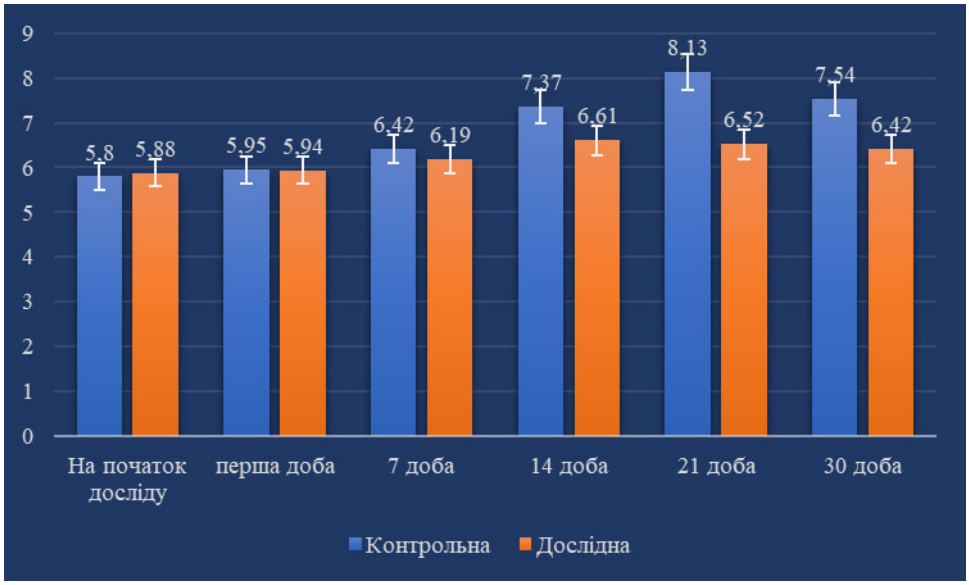

Рис. 1. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на рівень гідроперекисів ліпідів у крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, од. Е450/мл (M ± m, n = 8)

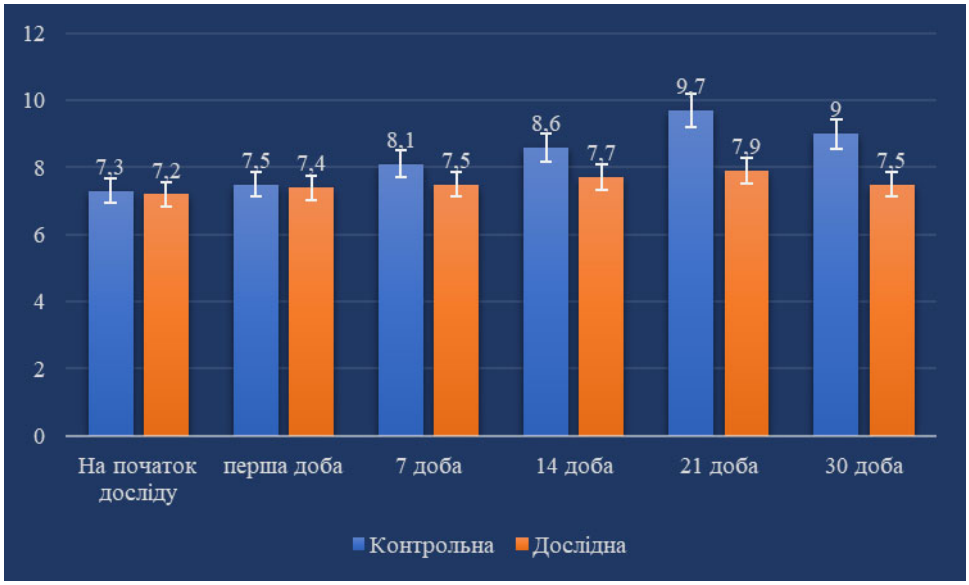

Рис. 2. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на рівень дієнових кон'югатів у крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, мкмоль/л (M ± m, n = 8)

Одержані результати досліджень рисунку 3 вказують про зростання рівня кінцевих продуктів ПОЛ у крові курей, яким здійснювали кадмієве навантаження. Встановлено, що кінцеві продукти ПОЛ у крові курей контрольної групи зросли з 1,98 ± 0,04 мкмоль/мл до 2,56 ± 0,09 мкмоль/мл.

При згодовуванні з кормом розторопші плямистої курям-несучкам за кадмієвого навантаження, встановлено незначне підвищення рівня ТБК-активних продуктів до 14 доби досліду, однак порівняно з контрольною групою курей даний показник знизився на 9 % відповідно. На 21 добу досліду рівень кінцевих продуктів ПОЛ у крові курей дослідної групи становив 2,17 ± 0,08 мкмоль/мл. На 30 добу досліду рівень ТБК-активних продуктів у крові курей дослідної групи знизився на 16,4 % відносно показників контрольної групи курей.

Отже застосування з кормом курям-несучкам за кадмієвого навантаження, розторопші плямистої сприяло пригніченню інтенсивності процесів ПОЛ та

утворенню великої кількості вільних радикалів та активних форм кисню, що у подальшому могли б призвести до розвитку оксидаційного стресу. Додаткове введення до раціону курей-несучок розторопші плямистої спричиняло інгібуючий вплив на інтенсивність процесів ПОЛ в організмі курей. Так, концентрація первинних, вторинних та кінцевих продуктів ПОЛ у крові курей-несучок дослідної групи на всіх стадіях дослідження була менша (P < 0,05–0,01), ніж у контрольній.

При дослідженні активності глутатіонової системи антиоксидантного захисту організму курей-несучок за кадмієвого навантаження встановлено зниження рівня основного з показників неензимної ланки антиоксидантної системи – відновленого глутатіону, який упродовж усього досліду знижувався. Лише встановлено незначне підвищення рівня даного показника на першу добу досліду, що пояснюється захисно-компенсаторною реакцією організму на дію Кадмію. Найнижчий рівень відновленого глутатіону був у крові курей контрольної групи на 21 і 30 доби досліду, де відповідно він становив 0,47 ± 0,020 і 0,50 ± 0,018 мМ/л (рис. 4).

При задаванні з кормом розторопші плямистої курям-несучкам дослідної групи встановлено підвищення рівня відновленого глутатіону порівняно з контрольною групою на 7 добу досліду на 5 %, на 14 добу досліду – на 9 %, на 21 добу досліду – на 8,5 % відповідно.

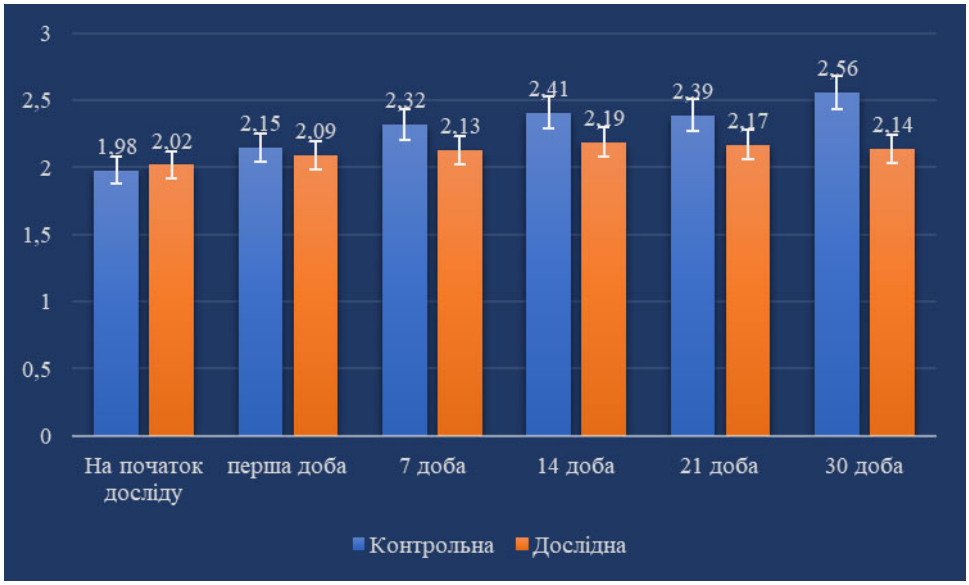

Рис. 3. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на рівень ТБК-активних продуктів у крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, мкмоль/мл (M ± m, n = 8)

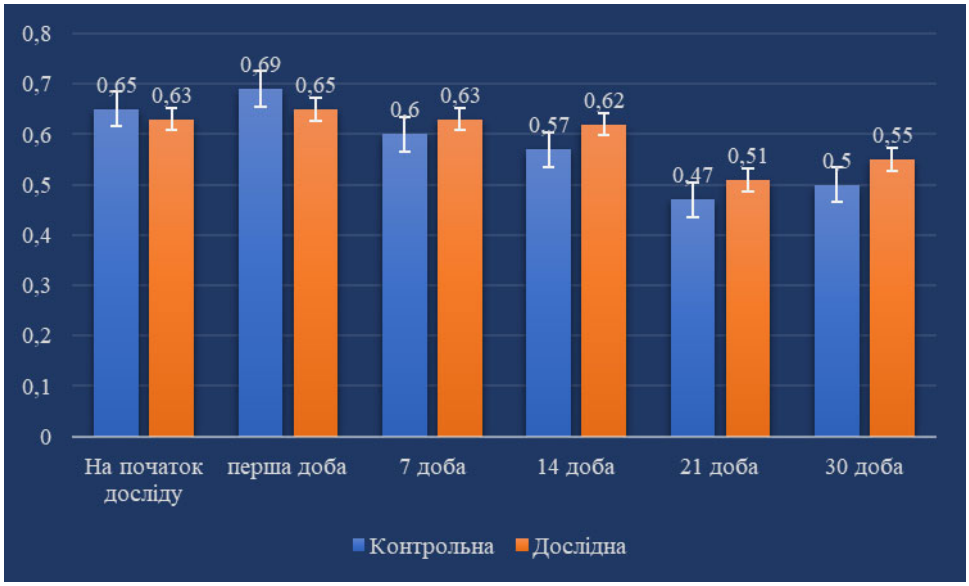

Рис. 4. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на рівень відновленого глутатіону у крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, мМ/л (M ± m, n = 8)

У системі захисту клітин від надлишку активних форм кисню функції вільного глутатіону найчастіше здійснюються за допомогою ензимної ланки системи антиоксидантного захисту, представленого спектром глутатіонзалежних ензимів (Lavryshyn et al., 2019). Серед них одним з найважливіших ензимів є глутатіонпероксидаза, яка каталізує реакцію окиснення глутатіону і відповідно дезактивацію пероксиду водню, а також розкладає гідроперокиси ліпідів з малим розміром молекул (Gutyj et al., 2024).

За хронічного кадмієвого токсикозу у курей встановлено, що активність глутатіонпероксидази в контрольній групі становила 20,11 ± 0,99 мкмоль GSH/мл/хв, тоді як у крові дослідної групи вона підвищилася на 2 % відповідно (рис. 5). У подальшому активність вищезгаданого ензиму у крові контрольної групи курей продовжувала знижуватися. При згодовуванні розторопші плямистої курям дослідної групи встановлено що на 7 добу досліду активність глутатіонпероксидази у їх крові коливалася у межах величин 20,11 ± 0,92 мкмоль GSH/мл/хв. На 14 добу досліду найнижчою активність ензиму була у курей контрольної групи, де відповідно вона становила 16,79 ± 0,60 мкмоль GSH/мл/хв, тоді як у курей дослідної групи активність ензиму була вірогідно вищою, де відповідно у контрольної групи курей вона зросла на 14,5 %. На 21 добу досліду активність ензиму у крові курей дослідної групи продовжувала вірогідно зростати і відповідно становила 18,87 ± 1,04 мкмоль GSH/мл/хв. На 30 добу досліду активність глутатіонпероксидази у крові курей дослідної групи збільшилася на 19 % відносно показників контрольної групи курей-несучок.

За результатами проведених досліджень (рис. 6) встановлено зниження активності супероксиддисмутази у крові курей, яким випоювали кадмію сульфат у дозі 4 мг/кг маси тіла, де відповідно на 14, 21 і 30 добу досліду вона знизилася на 21, 32 і 26 % відносно початкових величин. У крові курей дослідної групи активність ензиму на 7 і 14 добу досліду зросла на 9 і 17 % відносно показників контрольної групи курей. На 21 добу досліду у крові курей дослідної групи курей, яким згодовували розторопшу плямисту, активність супероксиддисмутази становила 2,32 ± 0,18 ммоль/хв·г білка. На 30 добу досліду активність ензиму у крові дослідної групи збільшилася на 29 % відносно контрольної групи курей.

При дослідженні активності каталази у крові курей контрольної та дослідної групи встановлено аналогічні зміни активності як і при дослідженні активності супероксиддисмутази. Так на початку досліду активність каталази у крові курей усіх груп коливалася у межах величин 45,3 ± 1,19 – 46,2 ± 1,28 мкМ H_2O_2/л хв 10^3. У контрольної групи курей активність ензиму протягом досліду поступово знижувалася, де на 21 добу досліду знизилася до 26,5 ± 1,54 мкМ H_2O_2 /л хв 10^3 (рис. 7).

На першу добу досліду встановлено незначне підвищення активності каталази у крові курей дослідної групи, яким згодовували розторопшу плямисту. У подальшому активність каталази у крові курей дослідної групи почала знижуватися, однак при порівнянні з контрольною групою курей даний показник був високим. Встановлено, що на 14 добу досліду у крові курей дослідної групи активність вищезгаданого ензиму була найвищою, де відповідно становила 41,6 ± 1,21 мкМ H_2O_2 /л хв 10^3.

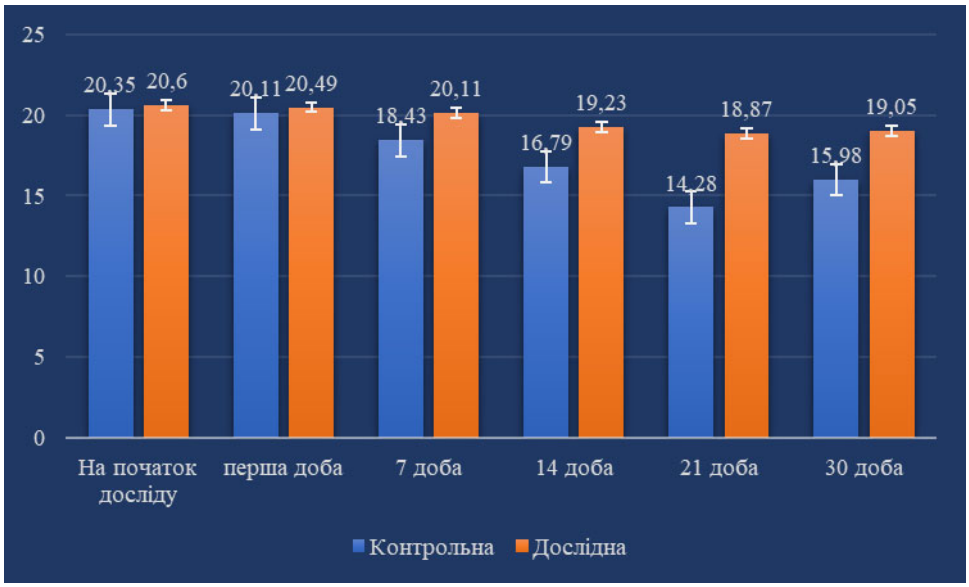

Рис. 5. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на активність глутатіонпероксидази у сироватці крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, мкмоль GSH/мл/хв (M ± m, n = 8)

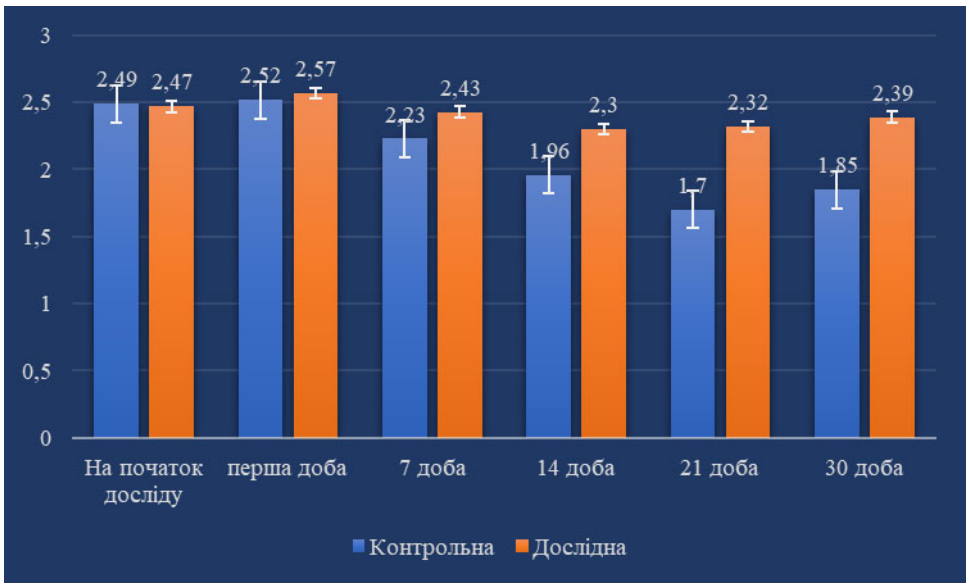

Рис. 6. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на активність супероксиддисмутази у сироватці крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, ммоль/хв·г білка (M ± m, n = 8)

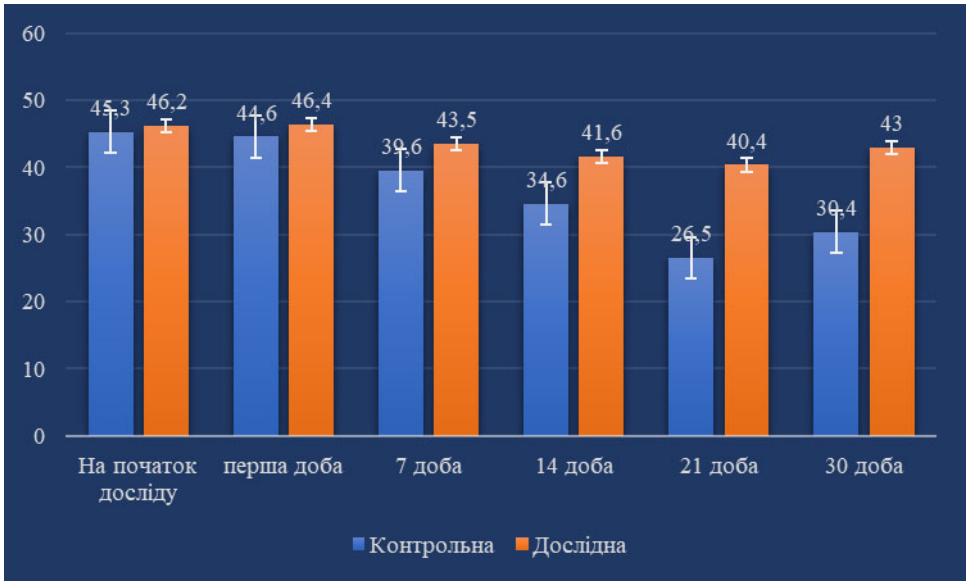

Рис. 7. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на активність каталази у сироватці крові курей-несучок за кадмієвого навантаження, мкМ H_2O_2 /л хв 10^3 (M ± m, n = 8)

На 21 і 30 добу досліду встановлено вірогідне підвищення активності каталази у крові курей дослідної групи на 52,5 і 41,4% відносно показників контрольної групи.

Висновки

Кадмієве навантаження у курей-несучок призводить до інтенсифікації процесів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), що проявляється достовірним підвищенням концентрації гідроперекисів, дієнових кон'югатів і ТБК-активних речовин у крові вже з 7 доби досліду.

Згодовування з кормом розторопші плямистої курям дослідної групи за умов кадмієвого навантаження сприяло достовірному зниженню концентрації первинних, проміжних та кінцевих продуктів ПОЛ у їх крові на всіх етапах досліду. Розторопша плямиста також позитивно впливала на показники антиоксидантного захисту організму курей. У крові курей дослідної групи спостерігалося достовірне зростання рівня відновленого глутатіону та підвищення активності каталази, супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази.

Отримані результати вказують про те, що розторопша плямиста ефективно пригнічує процеси ПОЛ та стабілізує антиоксидантний статус організму курей, за кадмієвого навантаження, запобігаючи розвитку оксидативного стресу.

Подяка

Дослідження виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках науково-прикладного проєкту "Наукове обґрунтування превентивних та профілактичних заходів у продуктивних тварин за умов техногенного навантаження в

контексті забезпечення продовольчої безпеки держави" (номер державної реєстрації 0124U001085).

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Akter, M. T., Ferdous, K. A., Rahaman, T., Hassan, M. A., & Monjur, T. (2019). Exposure to environmental heavy metal (cadmium) through feed and its effect on bio-histomorphological changes in commercial quail. Journal of Entomology and Zoology Studies, 7, 965–971. URL: https://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue5/PartP/7-4-333-341.pdf.

Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutyj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapyuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, K. Y. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. Ukrainian Journal of Ecology, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020_276

Dang, X., Cho, S., & Kim, I. H. (2022). Silybum marianum seed extract supplementation positively affects the body weight of weaned piglets by improving voluntary feed intake. Journal of Animal Science and Technology, 64(4), 696–706. DOI: 10.5187/jast.2022.e39.

Dyachenko, L., Syvyk, T., & Kosyanenko, O. (2015). Influence of different levels of Cadmium in ration with natural detoxicant on performance, digestibility of substances and metabolism of nitrogen in young fattening pigs. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva, 1, 163–168. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1048/1/Influence_%20of_%20different.pdf.

Eita, A. A. B. (2022). Milk thistle (Silybum marianum (L.) Gaertn.): An overview about its pharmacology and medicinal uses with an emphasis on oral diseases. Journal of Oral Biosciences, 64(1), 71–76. DOI: 10.1016/j.job.2021.12.005.

Ferro, J. P., Ferrari, L., & Eissa, B. L. (2021). Acute toxicity of cadmium to freshwater fishes and its relationship with body size and respiratory strategy. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 248, 109109. DOI: 10.1016/j.cbpc.2021.109109.

Gul, I., Manzoor, M., Hashim, N., Shah, G.M., Waani, S.P.T., Shahid, M., Antoniadis, V., Rinklebe, J., & Arshad, M. (2021). Challenges in microbially and chelate-assisted phytoextraction of cadmium and lead – A review. Environmental Pollution, 287, 117667. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117667.

Gutyi, B., Ostapiuk, A., Kachmar, N., Stadnytska, O., Sobolev, O., Binkevych, V., Petryshak, R., Petryshak, O., Kulyaba, O., Naumyuk, A., Nedashkivsky, V., Nedashkivska, N., Magrelo, N., Golodyuk, I., Nazaruk, N., & Binkevych, O. (2019). The effect of cadmium loading on protein synthesis function and functional state of laying hens' liver. Ukrainian Journal of Ecology, 9(3), 222–226. URL: https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-cadmium-loading-on-protein-synthesis-function-and-functional-state-of-laying-hens-liver.pdf.

Gutyj, B. V., Hariv, I. I., Guta, Z. A., Leskiv, K. Y., Todoriuk, V. B., Khymynets, P. S., & Martyshuk, T. V. (2023). The effect of cadmium on the immune status of young cattle and the effects of corrective factors. Agrology, 6(2), 45–48. DOI: 10.32819/021207.

Gutyj, B. V., Ostapyuk, A. Y., Sobolev, O. I., Vishchur, V. J., Gubash, O. P., Kurtyak, B. M., Kovalskyi, Y. V., Darmohray, L. M., Hunchak, A. V., Tsisaryk, O. Y., Shcherbatyy, A. R., Farionik, T. V., Savchuk, L. B., Palyadichuk, O. R., & Hrymak, K. (2019). Cadmium burden impact on morphological and biochemical blood indicators of poultry. Ukrainian journal of Ecology, 9(1), 235–239. URL: https://www.ujecology.com/ articles/cadmium-burden-impact-on-morphological-and-biochemical-blood-indicators-of-poultry.pdf

Gutyj, B., Goralskyi, L., Mylostyvyi, R., Sokulskyi, I., Stadnytska, O., Vus, U., Khariv, I., Martyshuk, T., Leskiv, K., Vozna, O., Adamiv, S., & Petrychka, V. (2024). The influence of "Butaselmevit" on the antioxidant status of the cows' organisms during the development of endotoxicosis. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 26(114), 210–216. DOI: 10.32718/nvlvet11431.

Gutyj, B., Martyshuk, T., Vus, U. (2024). The effect of butaselmevit on the glutathione link of the system of antioxidant protection of the body of cows during the development of endotoxicosis. The XXXI International Scientific and Practical Conference «Problems of training a modern specialist: theory, history, practice», August 05-07, 2024, Sofia, Bulgaria, 220–225.

Gutyj, B., Stybel, V., Darmohray, L., Lavryshyn, Y., Turko, I., Hachak, Y., Shcherbatyy, A., Bushueva, I., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., & Krushelnytska, O. (2017). Prooxidant-antioxidant balance in the organism of bulls (young cattle) after using cadmium load. Ukrainian Journal of Ecology, 7(4), 589–596.

Kailasam, S., & Peiter, E. (2021). A path toward concurrent biofortification and cadmium mitigation in plant-based foods. New Phytologist Foundation, 232(1), 17–24. DOI: 10.1111/nph.17566.

Kar, I., & Patra, A. K. (2021). Tissue Bioaccumulation and Toxicopathological Effects of Cadmium and Its Dietary Amelioration in Poultry-a Review. Biological Trace Element Research, 199(10), 3846–3868. DOI: 10.1007/s12011-020-02503-2.

Khazaei, R., Seidavi, A., & Bouyeh, M. (2022). A review on the mechanisms of the effect of silymarin in milk thistle (Silybum marianum) on some laboratory animals. Veterinary Medicine and Science, 8(1), 289–301. DOI: 10.1002/vms3.641.

Kraikivska, H., Gutyj, B., Hunchak, A., Hunchak, V., Horalskyi, L., Sokulskyi, I., Martyshuk, T., Khariv, I., Slobodiuk, N., Demus, N., & Vus, U. (2023). Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(99), 171–175. DOI: 10.32718/nvlvet-a9928.

Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V., Leskiv, K. Y., Hariv, I. I., Yevtukh, L. H., & Shnaider, V. L. (2020). Influence of cadmium on the cellular part of the immune system of young cattle. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 3(2), 47–52. DOI: 10.32718/ujvas3-2.08.

Lavryshyn, Y., Gutyj, B., Paziuk, I., Levkivska, N., Romanovych, M., Drach, M., & Lisnyak, O. (2019). The effect of cadmium loading on the activity of the enzyme link of the glutathione system of bull organism. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 21(95), 107-111. DOI: 10.32718/nvlvet9520.

Lerchuk, Ya. V., Tkach, A. K., Kruk, V. O., Gutyj, B. V., Khariv, I. I., Vasiv, R. O., Vyniarska, A. V., Slobodiuk, N. M., Martyshuk, T. V., Vus, U. M., Shkil, M. I., & Leskiv, Kh. Ya. (2024). The effect of milk thistle (Silybum marianum), methionine, tocopherol acetate, and ascorbic acid in a feed supplement on rats' morphological and biochemical blood parameters under carbon tetrachloride poisoning. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotech-nologies. Series: Veterinary sciences, 26(116), 228–235. DOI: 10.32718/nvlvet11633.

Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Khalak, V. I., Sus, H. V., & Vus, U. M. (2022). The influence of feed additive «butaselmevit-plus» on the protein synthesis function of the liver of piglets at weaning. Modern directions of scientific research development. Proceedings of the 16th International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Chicago, USA, 9–13.

Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Zhelavskyi, M. M., Midyk. S. V., Fedorchenko, A. M., Todoriuk, V. B., Nahirniak, T. B., Kisera, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Levkivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Butaselmevit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. Ukrainian Journal of Ecology, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020_106.

Nordberg, M., & Nordberg, G. F. (2022). Metallothionein and Cadmium Toxicology-Historical Review and Commentary. Biomolecules, 12(3), 360. DOI: 10.3390/biom12030360.

Ostapyuk, A. O., Gutyj, B. V., Kozenko, O. V., Dvyliuk, I. V., Shcherbatyi, A. R., Magrelo, N. V., Martyshuk, T. V., Klym, H. V., Krempa, N. Yu., Vus, U. M., Vysotskyi, A. O. (2024). The influence of milk thistle, metifen and silimevit on the protein synthesis function of the liver of laying hens under cadmium load. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(115), 57–63. DOI: 10.32718/ nvlvet11508.

Ostapyuk, A. Y., Gutyj, B. V., Horalskyi, L. P., Mylostyvyi, R. V., Sokulskyi, I. M., Butsyak, A. A., Popadiuk, S. S., & Leskiv, Kh. Ya. (2023). Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 145–150. DOI: 10.32718/nvlvet11224.

Ozturk, M., Metin, M., Altay, V., De Filippis, L., Ünal, B.T., Khursheed, A., Gul, A., Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Kawano, T., & Caparrós, P. G. (2021). Molecular Biology of Cadmium Toxicity in Saccharomyces cerevisiae. Biological Trace Element Research, 199(12), 4832–4846. DOI: 10.1007/s12011-021-02584-7.

Shehzad, M. A., Khan, M. A., Ali, A., Mohammad, S., Noureldeen, A., Darwish, H., Ali, A., Ahmad, A., Khan, T., & Khan, R. S. (2021). Interactive effects of zinc oxide nano particles and different light regimes on growth and silymarin biosynthesis in callus cultures of Silybum marianum L. Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology, 49(1), 523–535. DOI: 10.1080/21691401.2021.1946069.

Shiyntum, H. N., & Ushakova, G. A. (2015). Protective/detoxicative function of metallothionein in the rat brain and blood induced by controlled cadmium doses. Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Seriia: Biolohiia. Medytsyna, 6(2), 103–107. DOI: 10.15421/021519.

Slivinska, L. G., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., Zinko, H. O., Gutyj, B. V., Lychuk, M. G., Chernushkin, B. O., Leno, M. I., Prystupa, O. I., Leskiv, K. Y., Slepokura, O. I., Sobolev, O. I., Shkromada, O. I., Kysterna, O. S., & Musiienko, O. V. (2019). Correction of indicators of erythrocytopoesis and microelement blood levels in cows under conditions of technogenic pollution. Ukrainian Journal of Ecology, 9(2), 127–135. URL: https://www.ujecology.com/articles/correction-of-indicators-of-erythrocytopoesis-and-microelement-blood-levels-in-cows-under-conditions-of-technogenic-poll.pdf.

Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Sachuk, R. M., Martyshuk, T. V., Holovach, P. I., Vus, U. M., Kalyn, B. M., Khariv, I. I., Slobodiuk, N. M., Prysiazhniuk, V. Ya., Androniak, V. V., & Reznichenko, M. I. (2024). The effect of the liposomal drug “Lipointersil” on the antioxidant status of the body of bulls under heavy metal loading. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(116), 134–141. DOI: 10.32718/nvlvet11620.

Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Leskiv, K. Y. (2019). The level of lipid peroxidation products in the rats blood under prolonged cadmium and lead loading. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 2(3), 15–18. DOI: 10.32718/ujvas2-3.04.

Smychok, L., Gutyj, B., Sachuk, R., Khalak, V., Ilchyshyn, M., Vus, U., Stadnytska, O., Todoriuk, V., Martyshuk, T., Sobolta, A., Vysotskyi, A., & Magrelo, V. (2023). System of antioxidant protection of young cattle under cadmium load. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(99), 182–189. DOI: 10.32718/nvlvet-a9930.

Smychok, T., Gutyj, B., Kozenko, O., Todoriuk, V., Martyshuk, T., Kushnir, V., Krempa, N., Vus, U., Rudenko, O., Vozna, O., & Senechyn, V. (2023). The influence of the feed additive “Metisevit” on the activity of the antioxi-dant defense system of piglets under conditions of nitrate-nitrite load. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural Sciences, 25(99), 176–181. DOI: 10.32718/nvlvet-a9929.

Tajmohammadi, A., Razavi, B. M., & Hosseinzadeh, H. (2018). Silybum marianum (milk thistle) and its main constituent, silymarin, as a potential therapeutic plant in metabolic syndrome: A review. Phytotherapy Research, 32(10), 1933–1949. DOI: 10.1002/ptr.6153.

Vaid, M., & Katiyar, S. K. (2010). Molecular mechanisms of inhibition of photocarcinogenesis by silymarin, a phytochemical from milk thistle (Silybum marianum L. Gaertn.) (Review). International Journal of Oncology, 36(5), 1053–1060. DOI: 10.3892/ijo_00000586.

Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen v biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk. Lviv, SPOLOM (in Ukrainian).

Vyslotska, L., Gutyj, B., Khalak, V., Martyshuk, T., Todoriuk, V., Stadnytska, O., Magrelo, N., Sus, H., Vysotskyi, A., Vus, U., & Magrelo, V. (2021). The level of products of lipid peroxidation in the blood of piglets at the action feed additive “Sylimevit” Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 23(95), 154–159. DOI: 10.32718/nvlvet-a9523.

Yassin, N. Y. S., AbouZid, S. F., El-Kalaawy, A. M., Ali, T. M., Elesawy, B. H., & Ahmed, O. M. (2021). Tackling of Renal Carcinogenesis in Wistar Rats by Silybum marianum Total Extract, Silymarin, and Silibinin via Modulation of Oxidative Stress, Apoptosis, Nrf2, PPARγ, NF-κB, and PI3K/Akt Signaling Pathways. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2021, 7665169. DOI: 10.1155/2021/7665169.