



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet8820
http://nvlvet.com.ua

UDC 619:636.2:615.9:577.15:546.48

Morphological blood indices of bulls in experimental chronic cadmium toxicosis

Y.Y. Lavryshyn¹, B.V. Gutyj¹, O.R. Palyadichuk², V.Y. Vishchur¹

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 30.08.2018

Received in revised form
21.09.2018

Accepted 24.09.2018

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010,
Ukraine.

Tel.: +38-098-861-21-27
E-mail: iyliia25071992@gmail.com

Vinnitsia National Agrarian
University, Sontachna Str., 3,
Vinnitsya, 21000, Ukraine.

Lavryshyn, Y.Y., Gutyj, B.V., Palyadichuk, O.R., & Vishchur, V.Y. (2018). Morphological blood indices of bulls in experimental chronic cadmium toxicosis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(88), 108–114. doi: 10.32718/nvlvet8820

The article presents the results of research on the influence of cadmium load on the body of young cattle. The purpose of the work was to investigate morphological indices of bulls blood during the development of experimental chronic cadmium toxicity. According to the morphological analysis of the quantitative and qualitative composition of blood, it is possible to deem objectively about the functional state of the hemopoietic system of the organism of young cattle. The research was conducted (on the basis of the farm of the village of Ivanivtsi, Zhydachiv rayon of the Lviv region) on 10 bulls of six months old, Ukrainian black-and-white milk breed, which were formed in 2 groups of 5 animals in each: control and experimental. Bulls of the control group were in the usual diet. Bulls of the experimental group were fed with a feed with cadmium chloride at a dose of 0.04 mg/kg body weight of the animal. It has been established that feeding Bulls with cadmium chloride in a dose of 0.04 mg/kg of body weight contributed to a decrease in hemoglobin to 84.5 ± 1.60 g/l and an increase in the content of methemoglobin to $5.2 \pm 0.099\%$. The decrease in hemoglobin levels is due to the toxic effect of cadmium on erythrocytes, resulting in damage to erythrocyte membranes and increased content of methemoglobin. Formation of methemoglobin in bull blood during cadmium loading occurs as a result of oxidation of hemoglobin with the formation of superoxide anion, which in turn triggers (begins) free radical processes and exerts a destructive effect on cell membranes, as well as initiates the appearance of other active forms of oxygen. Feeding calcium cadmium chloride in a dose of 0.04 mg/kg contributed to a decrease in the number of erythrocytes in their blood. At day 20 of the experiment, the number of erythrocytes decreased by 14% relative to the control group. Decreasing the number of erythrocytes in the blood of young cattle may have been due to the inhibition of their production in the bone marrow. An important morphological indicator of blood is the determination of the average content of hemoglobin in one erythrocyte, which indicates the saturation of erythrocyte with hemoglobin. It was found that the average hemoglobin content in one erythrocyte of the bulls of the experimental group increased by 11.4 and 13.9% for 5 and 10 days. According to the results of the research, the reduction of the hematocrit values in the experimental group of bulls was detected at 10, 15 and 20 days of the experiment. A significant increase in the number of leukocytes in the blood of the bulls of the experimental group was observed at 15 days of the experiment, according to the control group indicators, it increased by 12%.

Key words: toxicology, cadmium, bulls, blood, erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, methemoglobin.

Морфологічні показники крові бугайців за експериментального хронічного кадмієвого токсикозу

Ю.Ю. Лавришин¹, Б.В. Гутий¹, О.Р. Паладійчук², В.Я. Віщур¹

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

У статті наведено результати досліджень впливу кадмієвого навантаження на організм молодяку великої рогатої худоби. Метою роботи було дослідити морфологічні показники крові бугайців за розвитку експериментального хронічного кадмієвого токсикозу. За оцінкою морфологічного аналізу кількісного та якісного складу крові можна досить об'єктивно судити про функці-

ональний стан кровотворної системи організму молодняку великої рогатої худоби. Дослідження проводились на базі фермерського господарства с. Іванівці Жидачівського району Львівської області на 10 бугайцях шестимісячного віку, української чорно-рябої молочної породи, які були сформовані у 2 групи по 5 тварин у кожній: контрольну та дослідну. Бугайці контрольної групи знаходились на звичайному раціоні. Бугайцям дослідної групи згодовували з кормом хлорид кадмію у дозі 0,04 мг/кг маси тіла тварини. Встановлено, що згодовування бугайцям кадмію хлориду у дозі 0,04 мг/кг маси тіла сприяло зниженню рівня гемоглобіну до $84,5 \pm 1,60$ г/л та збільшенню вмісту метгемоглобіну до $5,2 \pm 0,099\%$. Зниження рівня гемоглобіну пояснюється токсичною дією Кадмію на еритроцити, в результаті чого відбувається пошкодження мембран еритроцитів та підвищення вмісту метгемоглобіну. Утворення метгемоглобіну у крові бугайців за кадмієвого навантаження, відбувається у результаті окиснення гемоглобіну з утворенням супероксид-аніона, який у свою чергу запускає вільнорадикальні процеси та здійснює руйнівний вплив на мембрану клітин, а також ініціює появу інших активних форм кисню. Згодовування бугайцям кадмію хлориду у дозі 0,04 мг/кг тварини сприяло до зниження кількості еритроцитів у їх крові. Так, на 20 добу досліді кількість еритроцитів знизилася на 14% відносно контрольної групи. Зниження кількості еритроцитів у крові молодняку великої рогатої худоби могло бути внаслідок пригнічення їх продукції у кістковому мозку. Важливим морфологічним показником крові є визначення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті, який вказує на насичення еритроцита гемоглобіном. Встановлено, що середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті крові бугайців дослідної групи на 5 і 10 добу зріс на 11,4 і 13,9%. За результатами досліджень виявлено зниження гематокритної величини у бугайців дослідної групи на 10, 15 та 20 доби досліді. Вірогідне збільшення кількості лейкоцитів у крові бугайців дослідної групи виявили на 15 добу досліді, де відповідно до показників контрольної групи вона зросла на 12%.

Ключові слова: токсикологія, Кадмії, бугайці, кров, еритроцити, лейкоцити, гемоглобін, метгемоглобін.

Вступ

У зв'язку з інтенсивним розвитком науково-технічного прогресу за останні десятиріччя значно збільшилася кількість хімічних сполук, з якими контактує людина та тварина. Особливо небезпечним є забруднення довкілля важкими металами, зокрема кадмієм та його солями (Hutyi et al., 2013; Nazaruk et al., 2015; Hradovych et al., 2016; Gutyj et al., 2016; Sachko et al., 2016; Grushanska, 2017).

Результати багатьох експериментальних робіт вказують на те, що в організмі ссавців кадмії проявляє токсичний вплив на низку органів і систем, зокрема на серцево-судинну, статеву, видільну, дихальну, систему гемопоєзу, опорно-рухову систему (Fregoneze et al., 1997; Rodríguez et al., 2001; Pavan Kumar and Prasad, 2004; Uetani et al., 2005; Gutyj et al., 2015). До найнебезпечніших впливів належать канцерогенні та мутагенні ефекти цього елемента (Peng et al., 2015). Однак багато аспектів цієї проблеми ще й досі не з'ясовано.

У літературі наявний великий об'єм інформації щодо впливу гострої та хронічної форми кадмієвого токсикозу організму людини й експериментальних тварин (Ali et al., 1986; Salvatori et al., 2004; Liu et al., 2008; Hutyi et al., 2013; Gutyj et al., 2016). Результати багатьох досліджень вказують на те, що істотні відмінності в ефектах метаболізму дії кадмію в одноразових високих дозах і тривалого впливу малих доз. Відомо, що за умов інтоксикації організму тварин сполуками кадмію виникає анемія, пригнічення функціонального стану імунної системи та інші розлади в процесах кровотворення (Honskyu et al., 2001; Gutyj et al., 2015; Gutyj et al., 2016).

Особливістю шкідливої дії кадмію є швидке його засвоєння організмом і повільне виведення, що призводить до кумуляції цього металу в тканинах (Lu et al., 2005; Gutyj et al., 2015). Кадмії накопичується в основному у печінці і нирках і має тривалий період напіввиведення (до 30 років), тобто у прикладному аспекті можна вважати, що для тварин депонування кадмію в організмі є позитивним (Gutyj, 2015).

Мета роботи – дослідити морфологічні показники крові бугайців за експериментального кадмієвого навантаження.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились на базі фермерського господарства с. Іванівці Жидачівського району Львівської області на 10 бугайцях шестимісячного віку, української чорно-рябої молочної породи, які були сформовані у 2 групи по 5 тварин у кожній: контрольну та дослідну. Бугайці контрольної групи знаходились на звичайному раціоні. Бугайцям дослідної групи згодовували з кормом хлорид кадмію у дозі 0,04 мг/кг маси тіла тварини.

Для проведення досліджень дотримувалися правил, обов'язкових з виконання зоотехнічних дослідів щодо підбору та утримання тварин-аналогів у групі, технології заготівлі, використання й обліку спожитих кормів. Раціон тварин був збалансований за поживними та мінеральними речовинами, які забезпечували їх потребу в основних елементах живлення.

Утримання, годівлю, догляд та усі маніпуляції з тваринами здійснювали згідно з Європейською конвенцією “Про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей” (Страсбург, 1986 р.) і “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Експерименти проводили з дотриманням принципів гуманності, викладених у директиві Європейської Спільноти.

Дослід тривав упродовж 30-и діб. Кров для аналізу брали з яремної вени на 5, 10, 15, 20, і 30 добу досліді.

Кількість еритроцитів і лейкоцитів підраховували на сітці Горяєва лічильної камери за загальною методикою. Рівень гемоглобіну крові визначали ціангемоглобіновим методом з використанням ФЕК-М за методом Г.В. Дервіза і А.Г. Воробйова. Концентрацію метгемоглобіну визначали за І.Ф. Боярчуком і співавт. Величину гематокриту визначали центрифугуванням крові у мікропіпетках за 3000 об/хв. За величинами показників кількості еритроцитів, рівня гемоглобіну крові і величини гематокриту, за відпові-

дними формулами, шляхом математичних розрахунків, вираховували такі величини індексів червоної крові: середній об'єм одного еритроцита (MCV), середня маса гемоглобіну в еритроциті (MCH) (Vlizlo, 2012).

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

Результати та їх обговорення

Кров в організмі будь-якої тварини є відносно постійним та в одночас рухливим середовищем, яке виконує значну кількість життєво важливих функцій для підтримання фізіологічного статусу організму. Картина крові показує загальний стан організму тварини (Khariv et al., 2016; Hariv and Gutj, 2016; Martyshuk et al., 2016). Кровотворна система завжди характеризує зміни, що відбуваються в організмі. Клінічний аналіз крові відображає ці зміни, але вони не є строго специфічними та інформативними. Першочергове значення в гемограмі належить не кількісній характеристиці системи, а співвідношенню і збалансованості її компонентів.

Вміст гемоглобіну у крові бугайців за умов кадмієвого навантаження наведено у таблиці 1. Встановлено, що рівень гемоглобіну у крові бугайців дослідної групи на 5 і 10 добу досліду зростав на 13 і 22% відносно показників контрольної групи.

Таблиця 1

Вміст гемоглобіну у крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу (M ± m, n = 5)

Час дослідження крові (добі)	Гемоглобін (г/л)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	103,5 ± 2,31	104,4 ± 1,99
П'ята доба	102,9 ± 2,54	116,6 ± 1,60*
Десята доба	103,4 ± 2,75	126,1 ± 1,86**
П'ятнадцята доба	102,1 ± 2,90	98,9 ± 1,86
Двадцята доба	103,6 ± 2,10	84,5 ± 1,60**
Тридцята доба	103,9 ± 2,50	86,7 ± 1,58**

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – P < 0,05 – *, P < 0,001 – **

У подальшому рівень гемоглобіну у крові бугайців, яким здійснювали кадмієве навантаження, знижувався, де відповідно на 15 добу досліду він коливався у межах величин 98,9 ± 1,86 г/л, тоді як у крові контрольної групи він становив 102,1 ± 2,90 г/л. На 20 і 30 доби досліду рівень гемоглобіну у крові дослідної групи тварин знизився на 18 і 16,6% відносно контрольної групи.

Розвиток хронічного кадмієвого токсикозу у молодняку ВРХ супроводжується утворенням у крові метгемоглобіну та розвитком тканинної гіпоксії. Встановлено, що у бугайців дослідної групи, вміст метгемоглобіну у їх крові протягом усього досліду зростав. Слід відзначити, що найвищий рівень метгемоглобіну був на 15 і 20 доби досліду, де відповідно

він зріс на 1,4 і 0,9% відносно контрольної групи тварин.

Таблиця 2

Вміст метгемоглобіну у крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу (M ± m, n = 5)

Час дослідження крові (добі)	Метгемоглобін (%)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	3,9 ± 0,055	4,1 ± 0,081
П'ята доба	3,6 ± 0,054	4,3 ± 0,095**
Десята доба	4,0 ± 0,055	4,8 ± 0,089**
П'ятнадцята доба	3,8 ± 0,074	5,2 ± 0,099**
Двадцята доба	4,1 ± 0,045	5,0 ± 0,061**
Тридцята доба	4,0 ± 0,050	4,8 ± 0,092**

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – P < 0,05 – *, P < 0,001 – **

Підвищений рівень метгемоглобіну у дослідної групи тварин пов'язаний із надходженням кадмію в організм даних тварин та перетворенням оксигемоглобіну у метгемоглобін, у результаті чого порушується забезпечення киснем тканин організму.

Отже, утворення метгемоглобіну у крові бугайців за кадмієвого навантаження, відбувається у результаті окиснення гемоглобіну з утворенням супероксид-аніона, який у свою чергу запускає вільнорадикальні процеси та здійснює руйнівний вплив на клітинні мембрани, а також ініціює появу інших активних форм кисню.

Важливим морфологічним показником крові є визначення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті, який вказує на насичення еритроцита гемоглобіном. Встановлено, що середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті крові бугайців контрольної та дослідної груп на початку досліду коливався у межах величин 14,55 ± 0,35 і 14,80 ± 0,30 пг. На 5 і 10 добу досліду у крові дослідної групи бугайців встановлено збільшення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті на 11,4 і 13,9% порівняно з контрольною групою тварин.

Таблиця 3

Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу (M ± m, n = 5)

Час дослідження крові (добі)	Середній вміст гемоглобіну в еритроциті (пг)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	14,55 ± 0,35	14,80 ± 0,30
П'ята доба	14,37 ± 0,20	16,01 ± 0,35*
Десята доба	14,77 ± 0,23	16,83 ± 0,29*
П'ятнадцята доба	14,42 ± 0,30	14,38 ± 0,50
Двадцята доба	14,49 ± 0,33	13,76 ± 0,46
Тридцята доба	14,43 ± 0,31	13,18 ± 0,70

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – P < 0,05 – *, P < 0,001 – **

На 20 добу досліду середній вміст в одному еритроциті у крові дослідної групи тварин, яким здійсню-

вали кадмієве навантаження, знизився на 5% порівняно з контрольною групою. Найнижчим середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті був у крові дослідної групи на 30 добу досліджу, де відповідно він коливався у межах $13,18 \pm 0,70$ пг.

Після дослідження кількості еритроцитів у крові бугайців дослідної групи, встановлено його підвищення на 5 і 10 доби досліджу відповідно на 2 і 7% порівняно з показниками контрольної групи тварин. На 15 добу досліджу у крові тварин дослідної групи встановлено зниження кількості еритроцитів до $6,88 \pm 0,29$ Т/л. Вірогідне зниження кількості еритроцитів виявляли на 20 добу досліджу, де відповідно до контрольної групи тварин, вона знизилася на 14%. На 30 добу досліджу кількість еритроцитів у крові бугайців, яким здійснювали кадмієве навантаження дещо зросла порівняно з попередньою добою дослідження, однак за порівняння з показниками контрольної групи встановлено зниження даного показника 9%.

Відомо, що іони важких металів, у тому числі й кадмію, прискорюють процеси утворення активних форм кисню у різних типах клітин, особливо в еритроцитах, провокуючи розвиток оксидативного стресу, що призводить до гемолізу еритроцитів. Також еритропенія може виникати за рахунок можливого інгібуючого впливу кадмію на процеси синтезу безпосередніх регуляторів процесів еритропоезу в кістковому мозку, передусім, еритропоетину.

Таблиця 4

Кількість еритроцитів у крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу ($M \pm m, n = 5$)

Час дослідження крові (доби)	Еритроцити (Т/л)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	$7,11 \pm 0,21$	$7,05 \pm 0,25$
П'ята доба	$7,16 \pm 0,22$	$7,28 \pm 0,19$
Десята доба	$7,00 \pm 0,25$	$7,49 \pm 0,43$
П'ятнадцята доба	$7,08 \pm 0,24$	$6,88 \pm 0,29$
Двадцята доба	$7,15 \pm 0,26$	$6,14 \pm 0,35^*$
Тридцята доба	$7,20 \pm 0,24$	$6,58 \pm 0,45$

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – $P < 0,05$ – *, $P < 0,001$ – **

Для визначення співвідношення між кількістю еритроцитів і насиченням їх гемоглобіном у клінічній практиці використовуються так звані індекси червоної крові, одним із яких є визначення середнього об'єму еритроцита. Встановлено, що на початку досліджу середній об'єм еритроцита у крові бугайців коливався у межах величин $46,00 \pm 1,11$ – $46,81 \pm 1,15$ мкм³. У дослідної групи тварин, яким здійснювали кадмієве навантаження, середній об'єм еритроцита на 5 і 10 добу досліджу знизився на 1,7 і 12,2% (табл. 5). Найнижчим середній об'єм еритроцита був у крові дослідної групи на 15 добу досліджу, де відповідно він становив $40,70 \pm 1,85$ мкм³, тоді як у контрольної групи даний показник був значно вищим – $49,43 \pm 1,10$ мкм³.

Отже, результати досліджень вказують на те, що зменшення кількості еритроцитів крові дослідних тварин під впливом кадмію може відбуватися за рахунок пригнічення процесів дозрівання еритроїдних

клітин і збільшення руйнації еритроцитів, наслідком чого є зменшення кисневої ємності крові.

Таблиця 5

Середній об'єм одного еритроцита крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу ($M \pm m, n = 5$)

Час дослідження крові (доби)	Середній об'єм одного еритроцита (мкм ³)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	$46,00 \pm 1,11$	$46,81 \pm 1,15$
П'ята доба	$47,49 \pm 1,50$	$46,70 \pm 1,56$
Десята доба	$47,14 \pm 1,32$	$41,39 \pm 2,01^*$
П'ятнадцята доба	$49,43 \pm 1,10$	$40,70 \pm 1,85^*$
Двадцята доба	$46,15 \pm 1,24$	$47,23 \pm 1,60$
Тридцята доба	$47,22 \pm 1,18$	$47,11 \pm 1,30$

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – $P < 0,05$ – *, $P < 0,001$ – **

За результатами досліджень виявлено зниження гематокритної величини у бугайців дослідної групи на 10, 15 та 20 доби досліджу. Так, на 10 добу досліджу гематокрит у крові дослідної групи знизився на 6%, тоді як на 15 добу відповідно знизився на 20%. Вірогідне зниження гематокритної величини виявили і на 20 добу досліджу, де відповідно у дослідної групи бугайців вона становила $0,29 \pm 0,014$ л/л, тоді як у контрольної групи – $0,33 \pm 0,010$ л/л (табл. 6). На 30 добу досліджу гематокритна величина у тварин дослідної групи дещо зростала, однак порівняно з показниками контрольної групи вона знизилася на 8,8% відповідно.

Таблиця 6

Гематокрит крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу ($M \pm m, n = 5$)

Час дослідження крові (доби)	Гематокрит (л/л)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	$0,32 \pm 0,012$	$0,33 \pm 0,010$
П'ята доба	$0,34 \pm 0,010$	$0,34 \pm 0,015$
Десята доба	$0,33 \pm 0,009$	$0,31 \pm 0,014$
П'ятнадцята доба	$0,35 \pm 0,011$	$0,28 \pm 0,009^*$
Двадцята доба	$0,33 \pm 0,010$	$0,29 \pm 0,014^*$
Тридцята доба	$0,34 \pm 0,012$	$0,31 \pm 0,013$

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – $P < 0,05$ – *, $P < 0,001$ – **

За результатами досліджень на 5 добу досліджу виявлено збільшення кількості лейкоцитів у крові тварин дослідної групи на 4%, за рахунок збільшення інтенсивності лейкопоезу під дією кадмію. На 10 добу досліджу кількість лейкоцитів у крові бугайців дослідної групи продовжувала зростати і відповідно становила $7,81 \pm 0,20$ Г/л. Вірогідне збільшення кількості лейкоцитів спостерігали на 15 добу досліджу, де відповідно з показниками контрольної групи вона зросла на 12%.

Таблиця 7

Кількість лейкоцитів у крові бугайців за хронічного кадмієвого токсикозу ($M \pm m$, $n = 5$)

Час дослідження крові (доби)	Лейкоцити (Г/л)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	7,34 ± 0,24	7,29 ± 0,19
П'ята доба	7,35 ± 0,35	7,64 ± 0,56
Десята доба	7,31 ± 0,30	7,81 ± 0,20
П'ятнадцята доба	7,34 ± 0,26	8,21 ± 0,21*
Двадцята доба	7,39 ± 0,30	7,97 ± 0,30
Тридцята доба	7,31 ± 0,32	7,74 ± 0,35

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи – $P < 0,05$ – *, $P < 0,001$ – **

На 20 добу досліду кількість лейкоцитів у крові бугайців, яким здійснювали кадмієве навантаження, залишалась високою і відповідно становила $7,81 \pm 0,20$ Г/л, що на 8% була вищою за величини контрольної групи. На 30 добу досліду порівняно з попередньою добою число лейкоцитів у крові дослідної групи знижувалася до $7,74 \pm 0,35$ Г/л.

Висновки

Зміни гематологічних показників, які виявлені за дії Кадмію на клітини крові організму отруєних бугайців, полягають у порушеннях процесів еритропоезу та лейкопоезу. Результати досліджень вказують про збільшення вмісту лейкоцитів у крові тварин дослідної групи до $8,21 \pm 0,21$ Г/л. З'ясовано, що впродовж експерименту у крові бугайців зменшується загальна кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну та середній вміст гемоглобіну в еритроциті. Дані зміни є причиною зниження здатності еритроцитів до транспорту кисню.

References

Nazaruk, N., Guttyj, B.V., & Hufriy, D. (2015). Influence of metifen and vitamix se on the activity of aminotransferases of bulls blood serum at cadmium nitrate loading. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 17(1), 121–126. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/231>.

Hradovych, N., Paranyak, R., & Zabytivskyi, Y. (2016). Influence of zeolites on lead and cadmium content in separate links of trophic chain in hydroecosystems. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18, 2(67), 61–65. doi: 10.15421/nvlvet6714.

Guttyj, B.V., Mursjka, S.D., Hufrij, D.F., Hariv, I.I., Levkivska, N.D., Nazaruk, N.V., Haydyuk, M.B., Priyma, O.B., Bilyk, O.Y., & Guta, Z.A. (2016). Influence of cadmium loading on the state of the antioxidant system in the organism of bulls. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 24(1), 96–102. doi:10.15421/011611.

Sachko, R.G., Lesyk, Ja.V., Luchka, I.V., & Nevostruyeva, I.V. (2016). Contents of heavy metals in food, organism and animal products in the

Zacarpathian biogeochemical province. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 3(71), 87–90. doi: 10.15421/nvlvet7120.

Grushanska, N. (2017). The content of heavy metals in the cow hair of the northern-eastern biogeochemical zone. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(73), 154–158. doi: 10.15421/nvlvet7332.

Fregoneze, J.B., Marinho, C.A., Soares, T., Castro, L., Sarmiento, C., Cunha, M., Gonzalez, V., Oliveira, P., Nascimento, T., Luz, C.P., Santana, Jr. P., De-Oliveira, I.R., & e-Castro-e-Silva, E. (1997). Lead (Pb²⁺) and cadmium (Cd²⁺) inhibit the dipsogenic action of central beta-adrenergic stimulation by isoproterenol. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 30(3), 419–423. doi: 10.1590/S0100-879X1997000300018.

Rodriguez, E.M., Bigi, R., Medesani, D.A., Stella, V.S., Greco, L.S.L., Moreno, P.A.R., Monserrat, J.M., Pellerano, G.N., & Ansaldo, M. (2001). Acute and chronic effects of cadmium on blood homeostasis of an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, and the modifying effect of salinity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 34(4), 509–518. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11285463>.

Pavan Kumar, G., & Prasad, M.N.V. (2004). Cadmium-Inducible Proteins in *Ceratophyllum demersum* L. (a Fresh Water Macrophyte): Toxicity Bioassays and Relevance to Cadmium Detoxification. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73(1), 174–181. doi: 10.1007/s00128-004-0410-4.

Uetani, M., Kobayashi, E., Suwazono, Y., Okubo, Y., Honda, R., Kido, T., & Nogawa, K. (2005). Selenium, Cadmium, Zinc, Copper, and Iron Concentrations in Heart and Aorta of Patients Exposed to Environmental Cadmium. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 75(2), 246–250. doi: 10.1007/s00128-005-0744-6.

Guttyj, B.V., Gufrij, D., Binkevych, V., Binkevych, O., Kurylyak, I., & Sobolta, A. (2015). Influence of Mevesel & E-selenium on level of intermediate and final products of lipid peroxidation in bulls' blood after cadmium loading. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 17(1), 190–194. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/292>.

Peng, L., Wang, X., Huo, X., Xu, X., Lin, K., Zhang, J., Huang, Y., & Wu, K. (2015). Blood cadmium burden and the risk of nasopharyngeal carcinoma: a case-control study in Chinese Chaoshan population. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(16), 12323–12331. doi: 10.1007/s11356-015-4533-4.

Ali, M.M., Murthy, R.C., & Chandra, S.V. (1986). Developmental and longterm neurobehavioral toxicity of low-level in utero Cd exposure in rats. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology*, 8(5), 463–468. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3785508>.

Salvatori, F., Talassi, CB, Salzgeber, S.A., Sipinosa, H.S., & Bernardi, M.M. (2004). Embryotoxic and long-term effects of cadmium exposure during embryogenesis in rats. *Neurotoxicology and Teratology*, 26(5), 673–680. doi: 10.1016/j.ntt.2004.05.001.

- Liu, J., Qian, S.Y., Guo, Q., Jiang, J., Waalkes, M.P., Mason, R.P., & Kadiiska, M.B. (2008). Cadmium generates reactive oxygen- and carbon-centered radical species in rats: Insights from in vivo spin-trapping studies. *Free Radic Biol Med.*, 45(4), 475–481. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2008.04.041.
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv khlorydu kadmiu u toksychnykh dozakh na hlutationovu systemu antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu bychkiv. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 22, 112–116. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2013_22_23 (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv meveselu ta E-selenu na riven pokaznykiv ne fermentnoi systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu buhaisiv pry kadmiievomu navantazhenni. *Veterynarna medytsyna*, 97, 419–421. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed_2013_97_172 (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv khlorydu kadmiu u riznykh dozakh na aktyvnist aminotferaz syrovatky krovi buhaisiv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 15, 1(1), 49–52. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1\(1\)_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1(1)_11) (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Riven pokaznykiv nefermentnoi systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu bychkiv za umov kadmiievoho navantazhennia. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 15, 1(4), 40–45. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1\(4\)_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1(4)_10) (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv meveselu na vmist vitaminiv A i E u krovi bychkiv za umov kadmiievoi intoksykatsii. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 15, 3(1), 78–82. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_3\(1\)_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_3(1)_18) (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv E-selenu na vmist vitaminiv A i E u krovi bychkiv za umov kadmiievoi intoksykatsii. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 15, 3(3), 311–314. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_3\(3\)_55](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_3(3)_55) (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vmist vitaminiv A i E u krovi bychkiv za umov kadmiievoi intoksykatsii. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Veterynarna medytsyna*, 2, 31–33. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2013_2_10 (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv Meveselu na pokaznyky neenzymnoi systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu buhaisiv za umov kadmiievoho navantazhennia. *Biolohiia tvaryn*, 15(3), 16–21. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2013_15_3_4 (in Ukrainian).
- Hutyi, B.V. (2013). Vplyv E-selenu na aktyvnist hlutationovoi systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu buhaisiv pry kadmiievomu navantazhenni. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Veterynarna medytsyna*, 9, 70–73. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2013_9_22 (in Ukrainian).
- Gutyj, B.V., Binkevych, V., & Binkevych, O. (2016). Hematological changes of rats after cadmium toxicosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18(1), 165–167. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/110>.
- Honskyy, Ya.I., Yastremskaya, S.O., & Boychuk, B.R. (2001). Vikovi osoblyvosti porushennya peroksydnoho okyslennya lipidiv i aktyvnosti enerhozabezpechuvalnykh fermentiv pry kadmiyeviy intoksykatsiyi [Age features breach of lipid peroxidation and activity of enzymes in utility cadmium intoxication] *Medichna chimiya – Medical Chemistry*, 3(1), 16–19 (in Ukrainian).
- Gutyj, B., Hufriy, D., Binkevych, V., Vischur, V., Binkevych, O., & Kurlyak, I. (2015). The changes of biochemical and morphological indices of rats' blood under chronic cadmium toxicosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 17(3), 120–123. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/531>.
- Gutyj, B., Lavryshyn, Y., Binkevych, V., Binkevych, O., Paladisichuk, O., Strons'kyj, J., & Hariv, I. (2016). Influence of «Metisevit» on the activity of enzyme and nonenzyme link of antioxidant protection under the bull's body cadmium loading. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2(66), 52–58. doi:10.15421/nvlvet6612.
- Lu, J., Jin, T., Nordberg, G., & Nordberg, M. (2005). Metallothionein gene expression in peripheral lymphocytes and renal dysfunction in a population environmentally exposed to cadmium. *Toxicol Appl Pharmacol* 206(2), 150–156. doi: 10.1016/j.taap.2004.12.015.
- Gutyj, B.V., Gufrij, D., Binkevych, V., & Binkevych, O. (2015). Influence of feed supplements of mevesel and metifen on level of lipid peroxidation products after cadmium loading of bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 17(1), 310–314. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/316>.
- Gutyj, B.V. (2015). The activity of antioxidant protecting of the bulls for acute cadmium toxicosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 17(1), 31–36. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/214>.
- Vlizlo, V.V. (2012). Laboratomi metody doslidzen u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni [Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary]. *Spolom, Lviv* (in Ukrainian).
- Khariv, M., Gutyj, B., Butsyak, V., & Khariv, I. (2016). Hematological indices of rat organisms under conditions of oxidative stress and liposomal preparation action. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. 6 (1), 276–289. doi: 10.15421/201615.

Hariv, M.I., & Gutyj, B.V. (2016). Vplyv liposomalnoho preparatu Butaintervit na proteinsyntezuvalnu funktsiu pechinky shchuriv za otruiennia tetrakhlormetanom [Influence of the liposomal preparation Butaintervite on protein synthesis function in the livers of rats under the influence of carbon tetrachloride poisoning]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, medicine*, 7(2), 123–126. doi: 10.15421/021622 (in Ukrainian).

Martyschuk, T.V., Gutyj, B.V., & Vishchur, O.I. (2016). Level of lipid peroxidation products in the blood of rats under the influence of oxidative stress and under the action of liposomal preparation of “Butaselmavit”, *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6(2), 22–27. doi: 10.15421/201631.