



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

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/nvlvet11203

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 629:577.164.1:161.591:577.115:612.1:636.084:636.2

The effect of B groups vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) on the activity of antioxidants protection system enzymes and the content of lipids peroxide oxidation products in the blood of feeding cattle

P. I. Golovach¹✉, B. Gutyj¹, I. A. Kolomiets¹, D. D. Ostapiv², R. S. Oseredchuk¹, O. M. Sloboda¹

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

²Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Article info

Received 07.08.2023

Received in revised form

07.09.2023

Accepted 08.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-371-43-74
E-mail: golovachlvet@gmail.com

Golovach, P. I., Gutyj, B. V., Kolomiets, I. A., Ostapiv, D. D., Oseredchuk, R. S., & Sloboda, O. M. (2023). The effect of B groups vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) on the activity of antioxidants protection system enzymes and the content of lipids peroxide oxidation products in the blood of feeding cattle. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 22–26. doi: 10.32718/nvlvet11203

The article highlights the specifics of the effect of various doses of a complex of B vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) on the activity of critical enzymes of the body's antioxidant defense system (superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase) and the content of peroxide oxidation products (diene conjugates and Malan dialdehyde) in the blood of cattle at the final stage of fattening. The research was conducted during the winter-spring stall on 12-month-old Ukrainian black-spotted dairy cows. According to the principle of analogs, five groups of experimental animals (control and four experimental) were formed, each with six heads. The experiment lasted six months. The rations for the research groups of Bugai cattle are prepared by the recommended norms, taking into account the chemical composition of the fodder of the given area, the age of the animals, live weight, and the planned average daily growth. The silage type of fattening was used for feeding the Bugai cattle. The basis of our dosage of various vitamins of group B for fattening steers of experimental groups is the appropriate percentage of the recommended doses of individual vitamins of group B for fattening pigs (10 % – D₁, 20 % – D₂, 40 % – D₃, 60 % – D₄ group). The conducted studies established that the addition of a complex of B vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) balanced in terms of nutrients and minerals and fat-soluble vitamins A, D, E to the diet of fattening bulls in appropriate doses causes an increase in activity of critical enzymes of the antioxidant defense system in the blood of fattening bulls (the activity of superoxide dismutase increases the most (by 8.9–28.4 %) and a decrease in the content of both primary (diene conjugates) and secondary (malanic dialdehyde) products of lipid peroxidation in the blood of fattening bulls, which depends on the dose of B vitamins added to the diet (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂). The most significant change in terms of morphological composition in animals third (B₁ – 0.040; B₂ – 0.06; B₅ – 1.2; B₆ – 0.25; B₁₀ – 0.0030; B₁₂ – 0.0006 mg/kg body weight) and fourth (B₁ – 0.070; B₂ – 0.10; B₅ – 2.0; B₆ – 0.40; B₁₀ – 0.0050; B₁₂ – 0.0010 mg/kg body weight) research groups, and smallest – in bull 1st (B₁ – 0.015; B₂ – 0.03; B₅ – 0.5; B₆ – 0.10; B₁₀ – 0.0012; B₁₂ – 0.0002 mg/kg body weight) and research group, which is associated with dose introduced to the diet of calves during the final fattening phase of B vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂).

Key words: bull, vitamins B (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂), blood, superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, diene conjugates, malanic dialdehyde.

Вплив вітамінів групи В (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі

П. І. Головач¹✉, Б. В. Гутій¹, І. А. Коломієць¹, Д. Д. Остапів², Р. С. Осередчук¹, О. М. Слобода¹

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

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У статті висвітлюються особливості впливу різних доз комплексу вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$) на активність ключових ферментів антиоксидантної системи захисту організму (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів (дієнових кон'югатів і маланового діальдегіду) у крові бугайців на заключному етапі відгодівлі. Дослідження проведено у зимово-весняний стійловий період на бугайцях української чорно-рябої молочної породи віком 12 місяців. За принципом аналогів було сформовано 5 груп дослідних тварин (контрольну і 4 дослідні) по 6 голів у кожній. Дослід тривав 6 місяців. Раціони для дослідних груп бугайців складені відповідно до рекомендованих норм із врахуванням хімічного складу кормів даної місцевості, віку тварин, живої маси, планованих середньодобових приростів. Для годівлі бугайців використовували силосний тип відгодівлі. В основу нашого дозування різних вітамінів групи В для бугайців дослідних груп на відгодівлі взято відповідний відсоток від рекомендованих доз окремих вітамінів групи В для свиней на відгодівлі (10 % – Д₁, 20 % – Д₂, 40 % – Д₃, 60 % – Д₄ група). Проведеними дослідженнями встановлено, що додавання до раціону бугайців на відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, E комплексу вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$) у відповідних дозах викликає підвищення активності ключових ферментів системи антиоксидантного захисту у крові бугайців на відгодівлі (найбільше зростає активність супероксиддисмутази (на 8,9–28,4%) і зниження вмісту як первинних (дієнових кон'югатів), так і вторинних (маланового діальдегіду) продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі, що залежить від дози додатково введених до раціону вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$). Найбільші зміни в активності ферментів системи антиоксидантного захисту (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) і у показниках вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі за корекції їхнього раціону комплексом вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$) встановлено у тварин 3-ї ($V_1 - 0,040$; $V_2 - 0,06$; $V_5 - 1,2$; $V_6 - 0,25$; $V_{10} - 0,0030$; $V_{12} - 0,0006$ мг/кг живої маси) та 4-ї дослідних груп ($V_1 - 0,070$; $V_2 - 0,10$; $V_5 - 2,0$; $V_6 - 0,40$; $V_{10} - 0,0050$; $V_{12} - 0,0010$ мг/кг живої маси), а найменші – у бугайців 1-ї дослідної групи ($V_1 - 0,015$; $V_2 - 0,03$; $V_5 - 0,5$; $V_6 - 0,10$; $V_{10} - 0,0012$; $V_{12} - 0,0002$ мг/кг живої маси), що пов'язано з кількістю введених до раціону бугайців на заключному етапі відгодівлі вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$).

Ключові слова: бугайці, вітаміни групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$), кров, супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза, дієнові кон'югати, малановий діальдегід.

Вступ

Упродовж останніх років чисельними дослідженнями доведено, що особливе місце у забезпеченні оптимального режиму життєдіяльності та високого рівня продуктивності у сільськогосподарських тварин займає складна багатоступенева антиоксидантна система захисту організму (Danchuk, 2006; Aheiev et al., 2010; Guttyj et al., 2017, 2022, 2023; Shostya & Sarnavska, 2023). Вона забезпечує регуляцію і корегування інтенсивності утворення активних форм оксигену через усі етапи вільнорадикальних реакцій, починаючи від їх ініціації і закінчуючи реакціями пероксидного окиснення ліпідів з утворенням гідроперексидів і маланового діальдегіду. За своєю структурою система антиоксидантного захисту має ферментну і неферментну складові. Ефективність ензимної ланки антиоксидантної системи захисту має вирішальне значення у підтриманні прооксидантно-антиоксидантного балансу в організмі тварин. Розкриття особливостей їх формування і функціонування та розроблення способів їх корекції має як науковий, так і практичний інтерес. За окремими повідомленнями (Leshovska, 2009; Danchuk et al., 2012; Gryban et al., 2016; Martyshuk et al., 2020, 2021; Ostapyuk et al., 2021; Martyshuk et al., 2022; Lesyk et al., 2022) – у механізмі функціонування окремих складових антиоксидантного захисту в організмі тварин важливу роль виконують окремі мікроелементи і жиророзчинні вітаміни. Щодо вивчення впливу водорозчинних вітамінів групи В на активність окремих чинників антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у різних тканинах жуйних тварин, то таких досліджень нами не виявлено.

Враховуючи, що різні водорозчинні вітаміни групи В виконують життєво важливі функції, а генетично

успадкований потенціал м'ясної і молочної продуктивності у великої рогатої худоби постійно зростає, нами була поставлена мета дослідити вплив додавання до раціону бугайців на відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, E комплексу основних вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$) у відповідних кількостях на активність основних ключових ферментів антиоксидантної системи захисту організму (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі 12–18-місячного віку. Відомо, що супероксиддисмутаза (КФ 1.15.1.1), каталаза (КФ 1.11.1.6) і глутатіонпероксидаза (КФ 1.11.1.9) у клітинах організму видаляють H_2O_2 , перш ніж вони взаємодіють із гідроксильними радикалами, які захищають організм тварин від високотоксичних кисневих радикалів, а саме: супероксиддисмутаза каталізує перетворення O_2 в H_2O_2 , а ферменти каталаза і глутатіонпероксидаза каталізують розщеплення молекул перекису водню на воду і молекулярний Оксиген (Martyshuk & Hutyi, 2021; Leskiv et al., 2022, 2023).

Мета дослідження

Вивчити вплив вітамінів групи В ($V_1, V_2, V_5, V_6, V_{10}, V_{12}$) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі

Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину роботи виконано у ПАФ “Білий стік” Сокальського району Львівської області у зимово-весняний стійловий період на бугай-

цях української чорно-рябої молочної породи віком 12 місяців. За принципом аналогів було сформовано 5 груп дослідних тварин (контрольну і 4 дослідні) по 6 голів у кожній. Дослід тривав 6 місяців. Раціони для бугайців контрольної і дослідних груп складені відповідно до рекомендованих норм (Ibatullin et al., 2007; Provatorov et al., 2009) з урахуванням хімічного складу кормів даної місцевості, віку тварин, живої маси, планованих середньодобових приростів. Для годівлі бугайців використовували силосний тип відгодівлі. При цьому в раціон бугайців дослідних груп до основного раціону збалансованого за поживними і мінера-

льними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е щоденно вводили додатково під час ранкової годівлі комплекс вітамінів групи В (тіамін хлорид, рибофлавін, нікотинова кислота, піридоксин гідрохлорид, фолієва кислота, ціанкобаламін) у різних дозах з розрахунку на 1 кг маси тіла (табл. 1). В основу нашого дозування різних вітамінів групи В для бугайців на відгодівлі взято відповідний відсоток (10 % – D₁, 20 % – D₂, 40 % – D₃; 60 % – D₄ група) від рекомендованих доз цих вітамінів для молодняку свиней з планованим приростом 800 г (Provatorov et al., 2009).

Таблиця 1
Схема проведення дослідів

Групи тварин	Кількість тварин у групі	Дозування вітамінів, мг/кг маси тіла
Контрольна	6	ОР (основний раціон)
Дослідні	1	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,015; В ₂ – 0,03; В ₅ – 0,5; В ₆ – 0,10; В ₁₀ – 0,0012; В ₁₂ – 0,0002.
	2	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,025; В ₂ – 0,04; В ₅ – 0,8; В ₆ – 0,15; В ₁₀ – 0,0020; В ₁₂ – 0,0004.
	3	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,040; В ₂ – 0,06; В ₅ – 1,2; В ₆ – 0,25; В ₁₀ – 0,0030; В ₁₂ – 0,0006.
	4	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,070; В ₂ – 0,10; В ₅ – 2,0; В ₆ – 0,40; В ₁₀ – 0,0050; В ₁₂ – 0,0010.

У сироватці крові бугайців контрольної і дослідних груп визначали активність супероксиддисмутази (КФ 1.15.1.1) – за методом Є. Є. Дубиніної і співавт. (1983), активність каталази (КФ 1.11.1.6) – за методом М. А. Королюк (1988), активність глутатіонпероксидази (КФ 1.11.1.9) – за методом В. В. Лемешко і співавт. (1985), рівень дієнових кон'югатів – за методом І. Д. Стальної (1987), а вміст малаонового діальдегіду – за методом Є. Н. Коробейникова (1989).

Цифрові дані, отримані в експериментах, опрацьовано за методикою І. А. Ойвіна (1960) із використанням програми Microsoft Excel. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при $P < 0,05^*$, $P < 0,01^{**}$ та $P < 0,00^{***}$.

Результати та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що додавання до основного раціону бугайців на заключному етапі відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е комплексу основних вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) у відповідних кількостях (табл. 1) підвищує активність ключових ферментів системи антиоксидантного захисту в крові й найбільшою мірою активність супероксиддисмутази, яка каталізує дисоціацію супероксиду на перекис водню

(H₂O₂) і O₂. Утворений перекис водню своєю чергою піддається дії каталази і пероксидази, які розкладають перекис водню, утворюваний у процесі біологічного окиснення на воду і молекулярний Оксиген. Так, активність супероксиддисмутази у крові бугайців контрольної групи становила $2,36 \pm 0,09$ ум.од./мг білка, тимчасом як у бугайців дослідних груп (D₁, D₂, D₃, D₄) активність даного ензиму у крові зросла відповідно на 8,9 ($P > 0,05$); 16,1 ($P < 0,05$); 26,7 ($P < 0,001$) та 28,4 % ($P < 0,001$). Активність каталази у крові бугайців контрольної групи становила $6,17 \pm 0,21$ ммоль/мг білка за хв, а у бугайців дослідних груп (D₁, D₂, D₃, D₄) активність даного ферменту підвищилась відповідно на 6,3 ($P > 0,05$), 11,4 ($P < 0,05$), 15,6 ($P < 0,01$) і 15,9 % ($P < 0,01$). У крові бугайців дослідних груп виявлено також зростання активності глутатіонпероксидази, але зміни були менш суттєвими і статистично не вірогідними порівняно із бугайцями контрольної групи (табл. 2).

Одночасно із підвищенням активності ферментів системи антиоксидантного захисту виявлено зменшення вмісту у сироватці крові бугайців дослідних груп як первинних (дієнових кон'югатів), так і вторинних (малаонового діальдегіду) продуктів перекисного окиснення ліпідів щодо контрольної групи тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі (М ± m, n = 6)

Показники	Контрольна	Дослідні			
		Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄
Супероксиддисмутаза, ум.од./мг білка	2,36 ± 0,09	2,57 ± 0,11	2,74 ± 0,12*	2,99 ± 0,07***	3,03 ± 0,11***
Каталаза, ммоль/мг білка	6,17 ± 0,21	6,56 ± 0,15	6,87 ± 0,18*	7,13 ± 0,22**	7,15 ± 0,19**
Глютатіонпероксидаза, нмоль NADPH/хв на мг білка	31,42 ± 0,81	32,93 ± 0,46	33,58 ± 0,67	34,97 ± 1,31	35,11 ± 1,23
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	6,21 ± 0,24	5,46 ± 0,31	4,93 ± 0,25*	4,39 ± 0,34**	4,12 ± 0,37**
Малановий діальдегід, мкмоль/л	0,38 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,30 ± 0,02*	0,29 ± 0,02*

Так, рівень дієнових кон'югатів у сироватці крові бугайців дослідних груп знизився відповідно на 12,1 (Д₁), 20,7 (Д₂), 29,3 (Д₃) та 33,7 % (Д₄), а концентрація малонового діальдегіду зменшилася у сироватці крові бугайців дослідних груп на 7,9 (Д₁), 15,8 (Д₂), 21,13 (Д₃) та 23,1 % (Д₄) порівняно з контрольною групою тварин.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що додання до раціону бугайців на заключному етапі відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, E комплексу основних вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) у відповідній кількості викликає підвищення в крові активності ключових ферментів системи антиоксидантного захисту (супероксиддисмутази, каталази, глютатіонпероксидази) і зниження вмісту первинних (дієнових кон'югатів) і вторинних (малонового діальдегіду) продуктів пероксидного окиснення ліпідів. Найбільші зміни у показниках активності ферментів системи антиоксидантного захисту і в концентрації продуктів первинного та вторинного пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на заключному етапі відгодівлі встановлено у тварин 3-ої (ОР + вітаміни: В₁ – 0,040; В₂ – 0,06; В₅ – 1,2; В₆ – 0,25; В₁₀ – 0,0030; В₁₂ – 0,0006 мг на кг маси тіла) та 4-ої дослідних груп (ОР + вітаміни: В₁ – 0,070; В₂ – 0,10; В₅ – 2,0; В₆ – 0,40; В₁₀ – 0,0050; В₁₂ – 0,0010 мг на кг живої маси), а найменші зміни – у бугайців 1-ої дослідної групи, що пов'язано з дозою введених до основного раціону бугайців на відгодівлі вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому плануємо вивчення впливу різних доз вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) на глютатіонову систему антиоксидантного захисту бугайців на відгодівлі.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

Aheiev, V. O., Diachenko, H. M., Derevianko, S. V., & Bozhok, L. V. (2010). Vplyv probiotychnykh preparativ BPS 44 ta BPS L na oksyno-vidnovnu rivnovahu u krovі teliat. Mikrobiolohichniy zhurnal, 72(1), 24–28. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MicroBiol_2010_72_1_5 (in Ukrainian).

Danchuk, V. V. (2006). Peroksydne oksynennia u silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi. Kamianets-Podilskyi: Abetka (in Ukrainian).

Danchuk, V. V., Danchuk, O. V., & Tsepko, N. L. (2012). Aktyvnist systemy antyoksydantnoho zakhystu ta intensyv-nist peroksydnoho oksynennia lipidiv u leukotsytakh porosiat pid vplyvom spoluk zn²⁺ ta cr³⁺. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho, 14(2(1)), 93–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_2%281%29_19 (in Ukrainian).

Gryban, V., Mylostiva, D., & Pechenyi, E. (2016). Influence of microelements and hymilid on reproductive function of heifers of ukrainian meat breed. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 18(2(66)), 44–47. DOI: 10.15421/nvlvet6610.

Gutyj, B. V., Varkholiak, I. S., Verveha, B. M., Martyshuk, T. V., & Leskiv, K. Y. (2023). The antioxidant protection system state of rats under experimental doxorubicin intoxication and the effects of correcting factors. Medical and Clinical Chemistry, (1), 34–41. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2023.i1.13714.

Gutyj, B., Martyshuk, T., Jankowski, M., Karpovskyi, V., & Postoi, R. (2022). Effect of the Feed Additive Butaselmavit-Plus on the Antioxidant Status of the Rat Body Due to Cadmium and Lead Intoxication. Ukrain-

- ian Journal of Veterinary Sciences, 13(2), 9–15. DOI: 10.31548/ujvs.13(2).2022.9-15.
- Gutyj, B., Stybel, V., Darmohray, L., Lavryshyn, Y., Turko, I., Hachak, Y., Shcherbaty, 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. URL: <https://www.ujecology.com/articles/prooxidantantioxidant-balance-in-the-organism-of-bulls-young-cattle-after-using-cadmium-load.pdf>.
- Ibatullin, I. I., Melnychuk, B. O., & Bohdanov, H. O. (2007). *Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn: pidruchnyk*. Vinnytsia: Nova Knyha (in Ukrainian).
- Leshovska, N. M. (2008). Fahotsytarna aktyvnist krovi teliat pry zastosuvanni vitaminiv A, D3, E, selenu ta interferonu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 10(2(37)), 149–152 (in Ukrainian).
- Leskiv, K. Y., Gutyj, B. V., Khalak, V. I., Bordun, O. M., Todoruk, V. B., Khymynets, P. S., Vus, U. M., Binkevych, V. Y., & Solomon, A. M. (2023). The effect of methionin, phenaron, and metiphen in different doses on the activity of the enzymatic link of the antioxidant protection of the piglets' bodies. *Agrology*, 6(3), 67–70. DOI: 10.32819/021111.
- Leskiv, K., Gutyj, B., Hunchak, V., Khariv, I., Vasiv, R., Romanovych, M., Prysiazhniuk, V., Pavliv, O., & Adamiv, S. (2022). The effect of antioxidants on biochemical and morphological indicators of the piglet's blood. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(108), 95–100. DOI: 10.32718/nvlvet10814.
- Lesyk, Y. V., Dychok-Niedzielska, A. Z., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Bashchenko, M. I., Kovalchuk, I. I., & Gutyj, B. V. (2022). Hematological and biochemical parameters and resistance of the organism of mother rabbits receiving sulfur compounds. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(1), 60–66. DOI: 10.15421/022208.
- Martyshuk, T. V., & Hutyi, B. V. (2021). Imunofiziologichnyi stan ta antyoksydantnyi potentsial orhanizmu porosiat za umov oksydatsiinoho stresu ta dii koryhuychych chynnykiv: monohrafiia. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Zhelavskiy, M. M., Midyk, S. V., Fedorchenko, A. M., Todoruk, V. B., Nahirniak, T. B., Kisera, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Levkivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Butaselmavit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020_106.
- Martyshuk, T., Gutyj, B., Vyshchur, O., Paterega, I., Kushnir, V., Bigdan, O., et al. (2022). Study of Acute and Chronic Toxicity of “Butaselmavit” on Laboratory Animals. *Arch Pharm Pract.*, 13(3), 70–75. DOI: 10.51847/XHwVCyfBZ3.
- Ostapyuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021_199.
- Provatorov, H. V., Ladyka, Z. I., & Bondarchuk, L. V. (2009). *Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia ri-znykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk. 2-e vyd.* Sumy: Universytetska knyha (in Ukrainian).
- Shostya, A., & Sarnavska, I. (2023). Features of reproductive capacity and state of prooxidant-antioxidant homeo-stasis in breeding boars of different breeds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 55–61. DOI: 10.32718/nvlvet-a9909.
- Verveha, B. M., Gutyj, B. V., Lishchuk, S. H., Holubiev, M. I., & Mylostyvyi, R. V. (2023). Oxidative modification of proteins and antioxidant status in blood of the rats with experimental acute generalized peritonitis against the background of streptozotocin-induced diabetes. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 260–265. DOI: 10.15421/022338.