

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/nvlvet10802

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

UDC 619:618.636.2.577.1

## Dynamics of biochemical parameters of blood of cows during the dry period for stall keeping

L. V. Koreyba✉

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

### Article info

Received 22.08.2022

Received in revised form

22.09.2022

Accepted 23.09.2022

Dnipro State Agrarian  
and Economic University,  
Serhiya Yefremova Str., 25,  
Dnipro, 49000, Ukraine.  
Tel.: +38-056-68-33-77  
E-mail: [lyudkorflk@gmail.com](mailto:lyudkorflk@gmail.com)

**Koreyba, L. V. (2022). Dynamics of biochemical parameters of blood of cows during the dry period for stall keeping. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(108), 11–15. doi: 10.32718/nvlvet10802**

The period of stable keeping of cows is one of the most difficult periods for the body, as it is the most saturated with stressful influences, and precisely due to the lack of solar insolation and exercise, the action of potentially pathogenic microflora and increased gassing of livestock premises, shortage vitamins, micro- and macroelements in feed. Deep calving animals have metabolic disorders without clinical signs. Such a form pathologies can be detected only through biochemical research. The content of total protein was determined by biuret's method, albumins – by reaction with bromocresol green, activity alanine and aspartate aminotransferase – by the Reitman-Frenkel method, activity alkaline phosphatase – with disodium phenyl phosphate, acid capacity – by Bolshakov-Belyaev technique, carotene content – by photometric method, content of total calcium – by the complexometric method, the content of carotene – photometric method. The purpose of our work was to study the dynamics of protein and mineral metabolism in cows during the dry period for stall keeping. The object of the study was cows (15 heads) of the Holstein breed with a milk yield of 5–6 thousand kg per lactation for 8–9 months of pregnancy. It was found that the total protein of the cows organism decreased in the last months of pregnancy during the dry period from  $87.25 \pm 1.20$  to  $81.60 \pm 1.20$  g/l ( $P < 0.05$ ), including the globulin fraction from  $51.96 \pm 2.08$  to  $43.75 \pm 2.07$  g/l ( $P < 0.05$ ) and other indicators of protein metabolism changed. The  $\gamma$ -globulin fraction significantly decreased from 28.53 g/l to 22.97 g/l ( $P < 0.01$ ). In our opinion, this is due to a decrease in the activity of the mother's body defenses to prevent the development of a reaction to the fetal tissue, which is a foreign organism. The activity of aspartate aminotransferase decreased by 8.5 months of pregnancy to  $150.26 \pm 13.59$  nM/s-L ( $P < 0.01$ ), and then tended to increase to  $187.19 \pm 9.21$  nM/s-L ( $P < 0.05$ ). Such a change in the activity of this enzyme in late pregnancy is associated with an increase in the processes of self-renewal of proteins due to transamination, which can be used more intensively by the fetus. The calcium content decreased by 1.14 times during the dry period. This fact, in our opinion, is associated with the intensive development and formation of the fetal skeleton. This is also evidenced by a significant increase in the activity of alkaline phosphatase (1.29 times,  $P < 0.01$ ). Changes in total calcium and inorganic phosphorus were strongly correlated ( $r = 1.0$ ). The results obtained allow us to point out the causes of the identified deviations and offer recommendations for their elimination and correction of animal feeding.

**Key words:** cows, dry and stall periods, blood plasma, biochemical research, protein and mineral metabolism.

## Динаміка біохімічних показників крові сухостійних корів у стійловий період

Л. В. Корейба✉

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Період стійлового утримання корів є одним з найскладніших для організму, оскільки найбільш насичений стресовими впливами, а саме нестачею сонячної інсоляції та моціону, дією потенційно-патогенної мікрофлори і підвищеної загазованості тваринницьких приміщень, нестачею в кормах вітамінів, мікро- та макроелементів. У тільних тварин виникають порушення обміну речовин, що перебігають без клінічних ознак. Таку форму патології можна виявити лише шляхом біохімічних досліджень. Мета роботи

полягала у вивченні динаміки показників протеїнового та мінерального обміну в корів у період сухоостою за зимово-стійлового утримання. Об'єктом для проведення досліджень слугували корови (15 тварин) чорно-рябої голштинської породи з молочною продуктивністю 5–6 тис. кг за лактацію на 8–9 місяці тільності. Вміст загального білка визначали біуретовим методом, альбуміни – за реакцією з бромкрезоловим зеленим, активність аланін- та аспаратамінотрансфераз методом Райтмана-Френкеля, активність лужної фосфатази – з динатрійфенілфосфатом, кислотну ємність – за Большаковим і Беляєвим, вміст каротину – фотометричним методом, вміст загального кальцію – комплексонометричним методом, вміст каротину – фотометричним методом. Встановлено, що в зимово-стійловий період утримання у сухостійних високопродуктивних корів відбувається зниження вмісту загального білка з  $87,25 \pm 1,20$  до  $81,60 \pm 1,20$  г/л ( $P < 0,05$ ), у тому числі глобулінової фракції – з  $51,96 \pm 2,08$  до  $43,75 \pm 2,07$  г/л ( $P < 0,05$ ) та інших показників білкового обміну, а саме вірогідне зменшення  $\gamma$ -глобулінової фракції з  $28,53$  г/л до  $22,97$  г/л ( $P < 0,01$ ). На нашу думку, це відбувається внаслідок зниження активності захисних сил організму матері для запобігання розвитку реакції на тканини плоду, який є стороннім організмом. Активність аспаратамінотрансферази знижувалась до 8,5 місяця тільності до  $150,26 \pm 13,59$  нМ/с:л ( $P < 0,01$ ), а потім мала тенденцію до зростання до  $187,19 \pm 9,21$  нМ/с:л ( $P < 0,05$ ). Таку зміну активності цього ферменту наприкінці вагітності ми пов'язуємо з посиленням процесів самооновлення білків за рахунок переамінування, які можуть більш інтенсивно використовуватися плодом. За період сухоостою вміст кальцію зменшувався в 1,14 раза. Ми пов'язуємо цей факт з інтенсивним розвитком і формуванням скелету плоду. Про це свідчить також достовірне зростання активності лужної фосфатази (в 1,29 раза,  $P < 0,01$ ). Зміни вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору корелювали між собою ( $r = 1,0$ ). Отримані результати дозволяють вказати на причини виявлених відхилень і запропонувати рекомендації щодо їх усунення та коректування годівлі тварин.

**Ключові слова:** корови, сухостійний та стійловий періоди, кров, біохімічне дослідження, білковий та мінеральний обміни.

## Вступ

Кров в організмі виконує одну із важливих функцій – через неї здійснюється обмін речовин (Ivankiv et al., 2019; Martyshuk et al., 2022). Вона постачає клітини органів тіла тварин поживними речовинами і киснем та видаляє продукти обміну й вуглекислоту (Martyshuk et al., 2018; Mylostyvyi et al., 2022).

Біохімічний аналіз крові – це метод лабораторної діагностики, який дозволяє отримати інформацію про метаболізм і з'ясувати потребу в макро- та мікроелементах. За даними біохімічних показників крові можна судити про інтенсивність обмінних процесів у корів (Jóźwik et al., 2012; Koreyba & Duda, 2018; Ivanova, 2018; Ashraf et al., 2018; Carvalho et al., 2018; Štolcová et al., 2020).

Вивчення змін у системі метаболічного гомеостазу сухоостійних корів у стійловий період утримання має важливе значення в підтриманні їх продуктивного та репродуктивного стану, оскільки стійловий період є одним із складних для організму, бо найбільш насичений стресовими факторами: недостатність моціону, а відповідно і сонячної інсоляції; дія потенційно-патогенної мікрофлори і підвищена загазованість тваринницьких приміщень; можлива недостатність у кормах вітамінів та макро- й мікроелементів (Judin, 2001; Kolosov & Dudkin, 2004; Reyes, 2019; Zhang et al., 2020; Slivinska et al., 2020; Koreyba & Duda, 2021; Bashchenko et al., 2021).

Оскільки білок (протеїн) є головною складовою усіх клітин, а також основним компонентом ферментів, гормонів та імунних тіл і бере участь в усіх життєво важливих процесах, то його якісне і кількісне визначення застосовується в клінічній діагностиці за різної патології. Так, зниження концентрації білків виявляють за неповноцінної годівлі й деяких фізіологічних (вагітність, лактація) та патологічних станів. Вміст білків у крові корів може і зростати. Зокрема, різке підвищення концентрації білків в крові виявляється за гострих запальних процесів у зв'язку з тим, що імунні тіла і антиоксиданти є за своєю природою  $\gamma$ - і  $\beta$ -глобулінами й накопичуються в крові тварин в процесі імунізації (Ashraf et al., 2018; Colitti et al., 2019; Štolcová et al., 2020).

Дія стресових факторів обумовлює порушення обміну речовин у тварин, що часто перебігає без видимих клінічних ознак. При здійсненні контролю необхідно визначати показники, зміна яких свідчить про стан енергетичного, протеїнового, вітамінного та мінерального живлення корів (Duda, 2002; Ashraf et al., 2018; Ivanova, 2018; Laven et al., 2019; Zhang et al., 2020; Mylostyvyi et al., 2021).

## Мета дослідження

Мета роботи полягала у вивченні динаміки показників протеїнового та мінерального обміну в корів у період сухоостою за зимово-стійлового утримання.

## Матеріал і методи досліджень

Об'єктом для проведення досліджень слугували корови (15 тварин) чорно-рябої голштинської породи з молочною продуктивністю 5–6 тис. кг за лактацію на 8–9 місяці тільності.

Оцінка біохімічного статусу корів за результатами аналізу сироватки крові була проведена за загальноприйнятими методиками (Vlizlo et al., 2012) в умовах кафедри клінічної біохімії та фізіології і в районній лабораторії ветеринарної медицини міста Дніпра. У крові тварин визначали такі біохімічні показники: вміст загального білка – біуретовим методом, альбуміни – за реакцією з бромкрезоловим зеленим, активність аланін- та аспаратамінотрансфераз методом Райтмана-Френкеля, активність лужної фосфатази – з динатрійфенілфосфатом, кислотну ємність – за Большаковим і Беляєвим, вміст каротину – фотометричним методом, вміст загального кальцію – комплексонометричним методом, вміст каротину – фотометричним методом.

З цієї метою було проведено біохімічне дослідження 45 зразків крові корів, доставленої з дослідного господарства “Наукове” Дніпропетровської області.

Аналіз показників крові у корів здійснювали за одинадцятьма показниками за фізіологічного перебігу сухоостійного періоду.

Різницю між двома величинами вважали вірогідною за \*, ° P < 0,05 та \*\* P < 0,01.

### Результати та їх обговорення

Отримані нами дані свідчать про те, що у сухостійних корів за другою та третьою вагітністю відбувається зниження загального білка у сироватці крові з  $87,25 \pm 1,20$  до  $81,60 \pm 1,20$  г/л (P < 0,05), у тому числі глобулінової фракції – з  $51,96 \pm 2,08$  до  $43,75 \pm 2,07$  г/л (P < 0,05) (рис. 1). При цьому рівень альбумінів і білковий коефіцієнт у корів має тенденцію до зростання.

Зміни активності ферментів білкового обміну мають певні специфічні особливості й не завжди збігаються зі змінами інших показників білкового обміну (табл. 1). Так, активність аспартатамінотрансферази знижувалась у 8,5 місяця тільності до  $150,26 \pm 13,59$  нМ/с·л (P < 0,01), а на 9-му місяці зросла до  $187,19 \pm 9,21$  нМ/с·л (P < 0,05). Таку зміну активності цього ферменту наприкінці вагітності ми пов'язуємо з посиленням процесів самооновлення білків за рахунок

переамінування, які можуть більш інтенсивно використовуватися плодом (Duda, 2004).

У піддослідних сухостійних корів встановлене зменшення в білковому спектрі сироватки крові вмісту α- та β-глобулінів, а також вірогідне зниження вмісту γ-глобулінів (таблиця). На нашу думку, вірогідне зменшення з 28,53 г/л до 22,97 г/л (P < 0,01) γ-глобулінової фракції з 8-го по 9-й місяць тільності відбувається внаслідок зниження активності захисних сил організму матері для запобігання розвитку реакції на тканини плоду, який є стороннім тілом (Immune Globulins, 2008).

Мінеральні сполучення у крові – в різних фізико-хімічних станах. Найбільш активними в обмін речовин є мінеральні сполучення, що зв'язані з білками крові. Порушення кальцієвого обміну призводить до зниження продуктивності та резистентності й обумовлює різні хвороби у тварин. Тому визначення вмісту Кальцію в крові корів набуло діагностичного значення за запальних процесів, остеомалачії тощо (Belousov, 2017; Ashraf et al., 2018; Koreyba & Duda, 2018).

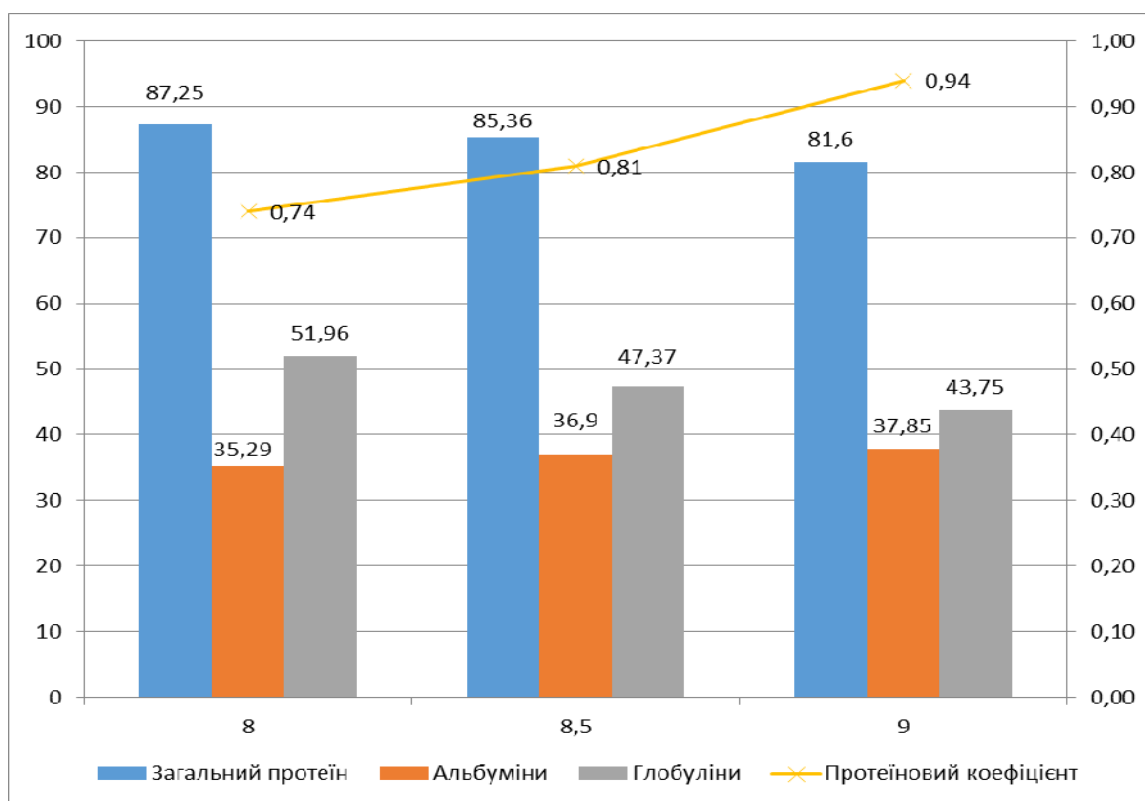


Рис. 1. Показники білкового обміну в сироватці крові корів у динаміці сухостійного періоду

Аналізуючи динаміку зміни концентрації кальцію в крові сухостійних корів, варто зазначити, що у тварин за період сухоостою вміст даного елемента зменшувався в 1,14 раза. Ми пов'язуємо цей факт з інтенсивним розвитком і формуванням скелету плоду. Про це свідчить також достовірне зростання активності лужної фосфатази (в 1,29 раза, P < 0,01), фізіологічна роль якої зводиться до участі в кальцифікації та мінералізації кісткової тканини (табл. 1).

Фосфор впливає на всмоктування, транспортування і обмін органічних і поживних речовин в організмі, а також на ростові процеси молодих тварин. При дос-

лідженні вмісту неорганічного фосфору в крові корів встановлено зміни, дещо подібні з кількістю загального кальцію (Belousov, 2017). Так, у зимово-стійловий період утримання вміст неорганічного фосфору у крові корів був нижчим на 8-му та 9-му місяці, але відповідав фізіологічним нормам (Vlizlo et al., 2012; Belousov, 2017). Відповідно зменшувалося кальцієво-фосфорне відношення з  $1,30 \pm 0,02$  до  $1,06 \pm 0,01$ . На початку та в кінці дослідного періоду зниження рівня загального кальцію у крові корів супроводжується зниженням неорганічного фосфору, що має виражену кореляційну залежність ( $r = 1,0$ ).

Таблиця 1

Показники мінерального обміну та ферментна активність в сироватці крові корів у динаміці сухостійного періоду (M ± m)

Показники	Термін тільності, міс.		
	8 (n = 15)	8,5 (n = 15)	9 (n = 15)
Активність АЛТ, нМ/с·л	135,53 ± 13,00	106,28 ± 11,94	123,59 ± 10,28
Активність АСТ, нМ/с·л	207,46 ± 14,56	150,26 ± 13,59**	187,19 ± 9,21°
Активність лужної фосфатази, нМ/с·л	74,57 ± 4,34	88,54 ± 5,62	95,94 ± 4,10**
Каротин, мкМ/л	0,39 ± 0,05	0,49 ± 0,04	0,55 ± 0,05*
Кислотна ємність, мМ/л	390,00 ± 13,41	359,00 ± 11,33	394,17 ± 13,71
Загальний кальцій, мМ/л	2,25 ± 0,26	2,56 ± 0,25	1,98 ± 0,24
Неорганічний фосфор, мМ/л	1,73 ± 0,07	2,26 ± 0,13*	1,86 ± 0,18
Кальцієво-фосфорне відношення	1,30 ± 0,02	1,13 ± 0,02	1,06 ± 0,01

Примітки: \* P &lt; 0,05, \*\* P &lt; 0,01 щодо 8 місяця тільності; ° P &lt; 0,05 щодо 8,5 місяця тільності

Отже, зміни вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору позитивно корелювали між собою впродовж останніх місяців вагітності у зимово-стійловий період.

### Висновки

1. У зимово-весняний період утримання в динаміці сухостійного періоду у високопродуктивних корів голштинської породи відбувається вірогідне зниження вмісту загального білка, глобулінів та  $\gamma$ -глобулінової фракції внаслідок зниження активності захисних сил організму матері для запобігання розвитку реакції на тканини плоду, який є стороннім організмом; зниження активності аспартатамінотрансферази до 8,5 місяця тільності до  $150,26 \pm 13,59$  нМ/с·л (P < 0,01) з подальшим зростанням до  $187,19 \pm 9,21$  нМ/с·л (P < 0,05) внаслідок посилення процесів самооновлення білків за рахунок переамінування, які можуть інтенсивніше використовуватися плодом.

2. У корів за період сухоостою виявлено зменшення вмісту кальцію в 1,14 раза у результаті інтенсивного розвитку і формування скелету плода й достовірне зростання активності лужної фосфатази (в 1,29 раза, P < 0,01), фізіологічна роль якої зводиться до участі в кальцифікації та мінералізації кісткової тканини. Зміни вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору корелювали між собою ( $r = 1,0$ ).

Перспективи подальших досліджень будуть полягати в оціненні імунного статусу сухостійних корів у зимово-стійловий період утримання.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Ashraf, W. M., Omry, A. M., Ismail, H. M., Tarek, E. M., & Sergey, R. Y. (2018). Biochemical Parameters of Blood Cows at High and Low Temperatures. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 2(4), 63–67. DOI: 10.31142/ijtsrd12960.
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.
- Belousov, A. I. (2017). Biologicheskoe znachenie neorganicheskogo fosfora dlja zhvachnyh zhivotnyh. *Jetiologija, patogenez i kliniche-skie priznaki giperfosfatemii. Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 3, 189–191 (in Russian).
- Carvalho, E. E. S. L. L., Souza, P. C., Martins, E. V. S., Silva, B. M., Cavalcanti, J. F. G., & Almeida Júnior, A. S. A. (2018). Parameters used in metabolic syndrome diagnosis. *International Journal of Aesthetic Medicine and Health*, 1, 4. DOI: 10.28933/ijamh-2018-05-18.
- Colitti, M., Stefanon, B., Gabai, G., Gelain, M. E., & Bonsembiante, F. (2019). Oxidative Stress and Nutraceuticals in the Modulation of the Immune Function: Current Knowledge in Animals of Veterinary Interest. *Antioxidants*, 8(1), 28. DOI: 10.3390/antiox8010028.
- Duda, Y. V. (2002). Osoblyvosti pryrodnoyi rezystentnosti koriv holshtyns'koyi porody riznogo fiziologichnoho stanu za vplyvu biologichno aktyvnykh rechovyn (propolisu ta hidrohmatu). Kyiv (in Ukrainian).
- Duda, Yu. V. (2004). Aktyvnist' transaminaz ta pokaznyky bilkovoho obminu u sukhostiynykh koriv riznogo viku. *Naukovi zapysky UO VHAVM. Vitebs'k*, 40(2), 18–19 (in Russian).
- Immune Globulins (2008). *Encyclopedia of Public Health*. DOI: 10.1007/978-1-4020-5614-7\_1624.
- Ivankiv, M., Kachmar, N., Mazurak, O., & Martyshuk, T. (2019). Hepatic protein synthesis and morphological parameters in blood of rats under oxidative stress and action of feed additive "Butaselmavit-plus". *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 628–633. URL: <https://www.ujecology.com/articles/hepatic-protein-synthesis-and-morphological-parameters-in-blood-of-rats-under-oxidative-stress-and-action-of-feed-additi.pdf>.
- Ivanova, S. N. (2018). Blood biochemical parameters in lactating cows. *Vestnik of Astrakhan State Technical University*, 2018, 85–89. DOI: 10.24143/1812-9498-2018-1-85-89.
- Jóźwik, A., Strzałkowska, N., Bagnicka, E., Grzybek, W., Krzyżewski, J., Poławska, E., Kołataj, A., & Horbańczuk, J. O. (2012). Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic

- parameters of dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 57(8), 353–360. DOI: 10.17221/6270-cjas.
- Judin, M. F. (2001). Fiziologicheskoe sostojanie organizma korov v raznye sezony goda. *Veterinarija*, 2, 38–41 (in Russian).
- Kolosov, A. A., & Dudkin, A. L. (2004). Jepizootologicheskij monitoring klassicheskikh i faktornyh boleznej sel'skhozajstvennyh zhivotnyh. *Sovremennye problemy jepizootologii. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Krasnoobsk, 30 ijunya 2004 goda)*. Novosibirsk, 119–126 (in Russian).
- Koreyba, L. V., & Duda, Y. V. (2021). Vikova dynamika biokhimichnykh pokaznykiv krovi hlybokotil'nykh koriv. *Naukovyy visnyk veterynarnoyi medytsyny*, 2, 97–107 (in Ukrainian).
- Koreyba, L. V., & Duda, Yu. V. (2018). Osoblyvosti bilkovoho obminu u vysokoproduktyvnykh koriv v period sukhostoii. *Veterynarna biotekhnolohiia: biuleten*. K.: Instytut veterynarnoyi medytsyny NAAN, 33, 66–70 (in Ukrainian).
- Laven, R. et al. (2019). The dry period in dairy cows: Effective dry cow management. *Livestock*, 24(6), 1–16. DOI: 10.12968/live.2019.24.s1.1.
- Martyschuk, T., Gutyj, B., & Vishchur, O. (2018). Indicators of functional and antioxidant liver status of rats under oxidative stress conditions and on the action of the liposomal drug “Butaselmavit”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20(89), 100–107. DOI: 10.32718/nvlvet8919
- Martyschuk, 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.
- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Cherniy, N., Lieshchova M., Skliarov, P., Gutyj, B., Kornienko, V., & Mylostyva D. (2022). Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), e2022011. DOI: 10.31893/multirev.2022011.
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutyj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *J Anim Behav Biometeorol*, 9(4), 2134. DOI: 10.31893/jabb.21034.
- Mylostyvyi, R., Sejian, V., Izhboldina, O., Kalinichenko, O., Karlova, L., Lesnovskay, O., Begma N., Marenkov O., Lykhach V., Midyk S., Cherniy N., Gutyj B., Hoffmann G. (2021). Changes in the Spectrum of Free Fatty Acids in Blood Serum of Dairy Cows during a Prolonged Summer Heat Wave. *Animals*, 11(12), 3391. DOI: 10.3390/ani11123391.
- Reyes, L. A. (2019). Importance of Cooling Holstein Cows During the Dry Period in Summer Months. *Concepts of Dairy & Veterinary Sciences*, 2(3), 186–187. DOI: 10.32474/cdvs.2019.02.000137.
- Slivinska, L. G., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., & Gutyj, B. V. (2020). The state of antioxidant protection system in cows under the influence of heavy metals. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(2), 237–242. DOI:10.15421/022035.
- Štolcová, M., Řehák, D., Bartoň, L., & Rajmon, R. (2020). Blood biochemical parameters measured during the periparturient period in cows of Holstein and Fleckvieh breeds differing in production purpose. *Czech Journal of Animal Science*, 65(5), 172–181. DOI: 10.17221/99/2020-cjas.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B. et al. (2012). Laboratorni metody doslidzhen' u biolohiyi, tvarynnystvii ta veterynarniy medytsyni. L'viv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Zhang, X., Wang, Z., Shah, A.M., Hassan, M.F., Peng, Q., Hu, R., Zou, H., Wang, C., Xue, B., Wang, L., & Jiang, Y. (2020). Production performance, metabolic profile and calcium-regulating hormones of transition dairy cows with different blood calcium status after parturition. *Pak Vet J*, 40(1), 19–24. DOI: 10.29261/pakvetj/2019.085.