



UDK 619:612.821:612.128:636

**Influence of nervous processes on calcium-phosphorus ratio in blood of cows in different seasons**

**O. V. Zhurenko**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Article info*

Received 09.10.2019

Received in revised form

05.11.2019

Accepted

15.11.2019

National University of Life  
and Environmental Sciences  
of Ukraine, Kyiv, Ukraine.  
st. Polkovnika Potekhina 16,  
03041

E-mail: [Zhurenko-  
lena@ukr.net](mailto:Zhurenko-lena@ukr.net)

**Zhurenko, O. V. (2019). Influence of nervous processes on calcium-phosphorus ratio in blood of cows in different seasons. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 4, 69-73, doi: 10.31890/vttp.2019.04.14.**

*In animals with different types of higher nervous activity (HNA), the ratio of total calcium to inorganic phosphorus in blood serum stayed within the physiological limits and was 1.6–2.0 r. u. Despite of the season, the index in cows of weak type of HNA was 6.3–13.3% ( $p < 0.05$ ) higher than in SBM type of cows. Compared to cows with SBM, SBI and SU type of HNA the total calcium to inorganic phosphorus ratio in blood serum was not significantly different regardless of season. In cows with SU and a weak type of HNA, in winter this index in the serum of blood was higher by 17.3% ( $p < 0.001$ ) and 14.9% ( $p < 0.05$ ) than in warm season. Whereas in cows with balanced types of HNA (SBM and SBI), only the corresponding trend was observed in the range of 8–13%. Therefore, the strength of nervous processes more significantly limited the calcium-phosphorus ratio in the blood serum of cows in summer, whereas the balance – in cold season. Movement of nervous processes in cows does not significantly influence on the calcium-phosphorus ratio in the serum of cows. It was found that the strength of the nervous processes both in summer and winter was inversely related to the calcium-phosphorus ratio in the blood ( $r = -0.51$ – $-0.58$ ;  $p < 0.05$ – $0.01$ ). Nervous process balance is inversely related to the calcium-phosphorus ratio in winter ( $r = -0.52$ ;  $p < 0.05$ ), whereas in summer this is insignificant ( $r = -0.29$ ). Movement of nerve processes, despite of the season, is not connected with the indicator of calcium-phosphorus ratio in the blood of cows ( $r = -0.08$ – $-0.29$ ).*

*The formation of the calcium-phosphorus ratio in the blood of cows and main characteristics of nervous processes is determined by regression analysis. The coefficient of determination of the strength of nerve processes to the calcium-phosphorus ratio in whole blood of cows indicates that in summer up to 26% ( $p < 0.05$ ) and in winter up to 33% ( $p < 0.05$ ) variations can be determined by the strength of the nervous processes.*

*Therefore, accurate connectivity and substantial influence of the main characteristics of cortical nerve processes and seasons on the calcium and phosphorus content in the blood of cows have been confirmed.*

**Keywords:** *higher nervous activity, cows, sodium, potassium, nervous processes, blood cells*

**Влияние нервных процессов на кальциево-фосфорного соотношения  
в крови коров в разные времена года**

**Е. В. Журенко**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина*

*У животных с различным и типами ВНД отношение общего кальция в неорганического фосфора в сыворотке крови не выходил за физиологические пределы и составил 1,6-2,0 усл. Ед. Независимо от времени года у коров слабого типа ВНД значение данного показателя было на 6,3-13,3% ( $p < 0,05$ ) больше такого у коров СВР типа. В отличие от этого, у коров с СВР, СВИ и СН типом ВНД отношение общего кальция в неорганического фосфора в сыворотке крови независимо от времени года достоверно не отличается. У коров с СН и слабым типом ВНД данный показатель в сыворотке крови зимой был больше соответственно на 17,3% ( $p < 0,001$ ) и 14,9% ( $p < 0,05$ ) от таких показателей в теплое время года. Тогда, как у коров с уравновешенными типами ВНД (СВР и СВИ) отмечено*

только соответствующую тенденцию в пределах 8-13%. Следовательно, сила нервных процессов в большей степени лимитирует кальциево-фосфорное соотношение в сыворотке крови коров летом, после того, как уравновешенность - в холодное время года. Подвижность нервных процессов у коров достоверно не влияет кальциево-фосфорное соотношение в сыворотке крови коров. Установлено, что сила нервных процессов как летом так и зимой обратно связана с показателем кальциево-фосфорного соотношения в крови ( $r = -0,51-0,58$   $p < 0,05-0,01$ ). Уравновешенность нервных процессов обратно связана с показателем кальциево-фосфорного соотношения в крови зимой ( $r = -0,52$ ;  $p < 0,05$ ), тогда как летом данная связь недостоверная ( $r = -0,29$ ). Подвижность нервных процессов независимо от времени года не связана с показателем кальциево-фосфорного соотношения в крови коров ( $r = -0,08-0,29$ ). Регрессионным анализом установлена зависимость кальциево-фосфорного соотношения в крови коров от основных характеристик нервных процессов. Коэффициент детерминации силы нервных процессов с кальциево-фосфорным соотношением в цельной крови коров свидетельствует, что летом до 26% ( $p < 0,05$ ) и зимой до 33% ( $p < 0,05$ ) вариаций показателя кальциево-фосфорного соотношения могут быть обусловлены силой нервных процессов. Так, установлено достоверные взаимосвязи и существенное влияние основных характеристик корковых нервных процессов и времени года на содержание кальция и фосфора в крови коров.

**Ключевые слова:** высшая нервная деятельность, коровы, натрий, калий, нервные процессы, клетки крови

## Вплив нервових процесів на кальцієво-фосфорне відношення в крові корів у різні пори року

О. В. Журенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

У тварин з різним типом ВНД відношення загального Кальцію до неорганічного Фосфору в сироватці крові не виходив за фізіологічні межі та становив 1,6–2,0 ум. од. Незалежно від пори року в корів слабого типу ВНД значення даного показника було на 6,3–13,3 % ( $p < 0,05$ ) більше за такого у корів СВР типу. На відміну від цього, у корів з СВР, СВІ та СН типом ВНД відношення загального Кальцію до неорганічного Фосфору в сироватці крові незалежно від пори року достовірно не відрізняється. У корів з СН та слабким типом ВНД даний показник у сироватці крові взимку був більше відповідно на 17,3 % ( $p < 0,001$ ) та 14,9 % ( $p < 0,05$ ) від таких показників у теплу пору року. Тоді, як у корів з рівноважними типами ВНД (СВР та СВІ) відмічено лише відповідну тенденцію в межах 8–13 %. Сила нервових процесів у більшій мірі лімітує Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів влітку, тоді, як рівноваженість – у холодну пору року. Рухливість нервових процесів у корів достовірно не впливає Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів.

**Ключові слова:** вища нервова діяльність, корови, натрій, калій, нервові процеси, клітини крові

### Вступ

Актуальність теми. Незважаючи на значні досягнення у вивченні вищої нервової діяльності у тварин проблема мінерального статусу у організмі великої рогатої худоби залишається актуальною (Karpovskiy et al., 2015; Danchuk, Karpovskiy, Trokoz, & Postoi, 2017; Ostapuyuk, & Gutyj, 2018). Нинішній стан аграрної галузі обумовлений глобальним впливом технологічної модернізації, яка супроводжується збільшенням техногенного навантаження на тварин (Hnoievui, Holovko, Trishyn, & Hnoievui, 2009). Провідну роль у мобілізації адаптаційних можливостей організму відіграють нейро-гуморальні механізми, в першу чергу – діяльність центральної нервової системи (Danchuk, Karpovskiy, Trokoz, & Postoi, 2017). Науковий і практичний інтерес становлять дослідження впливу типу вищої нервової діяльності корів на мінеральний статус організму тварин. Мінеральні елементи відіграють важливу роль у обміні речовин, вони входять до складу ферментів, білків, гормонів, вітамінів (Grushanska, Yakimchuk, & Cvilihovskij, 2018). Механізми регуляції обміну макро- та мікроелементів нині досить добре вивчено (De Frain, Socha, Tomlinson, & Kluth, 2009). Збільшення техногенного навантаження на тварин супроводжується розвитком у них стресового стану, що негативно впливає як на їх продуктивність, так і резистентність (Kushch, 2016). Доведено різний рівень адаптованості тварин різних типів вищої нервової діяльності (Karpovskiy et al., 2015). Проте, питанням вивчення індивідуальних особливостей мінерального гомеостазу в організмі продуктивних корів у інтактному і стресовому стані приділяється недостатньо уваги (Trokoz, Karpovskiy, Trokoz,

Kryvoruchko, & Vasylyv, 2012; Sysyuk, Karpovskiy, Zhurenko, Danchuk, & Postoy, 2017). Встановлення індивідуальних особливостей вищої нервової діяльності у тварин дозволить глибше зрозуміти кортикальні механізми регуляції різних фізіологічних функцій, що створює передумови цілеспрямованого на них впливу (Proskura et al., 2017). Встановлення типу вищої нервової діяльності дає можливість передбачити не тільки характер індивідуальних реакцій організму окремої тварини, але і прогнозувати її майбутню продуктивність (Einarsson, Brandt, Lundeheim, & Madej, 2008; Samotaev, 2010; Johnson, 2017).

Обмін мінеральних речовин в організмі тварин являє собою складний, багатоетапний процес, в який втягується багато органів і систем. Обміни Кальцію та Фосфору тісно взаємопов'язані. Кальцій та Фосфор відіграють значну роль у тканинах (Rey Crespo, Miranda, & López-Alonso, 2013). Вони беруть участь у внутрішньоклітинних процесах, таких як клітинний потенціал, синтез ДНК, міжклітинний зв'язок, підтримка гомеостазу клітини та її метаболізму та ін. (Bertini, Gray, Stiefel, & Valentine, 2007; Villalba, Provenza, & Hall, 2008; Einarsson, Brandt, Lundeheim, & Madej, 2008; Lee et al., 2016.)

**Мета роботи** – з'ясувати ступінь та характер впливу нервових процесів на Кальцієво-Фосфорне відношення в крові корів у різні пори року,

**Завдання дослідження:** завданням наших досліджень було встановити Кальцієво-Фосфорне відношення у крові корів з різними типами вищої нервової діяльності залежно від пори року.

## Матеріал і методи досліджень

Досліди проводили на коровах української чорно-рябої породи 2-3-ї лактації. Типи ВНД визначали за методикою харчових умовних рефлексів Г. В. Паршутіна та Т. В. Іполітової, суть якої полягає в оцінці рухової реакції тварини до місця підкріплення кормом, швидкості вироблення та переробки умовного рухово-харчового рефлексу, ступеня орієнтувальної реакції та зовнішнього гальмування. За результатами дослідження умовно-рефлекторної діяльності було сформовано 4 дослідні групи, у першу групу входили тварини сильного врівноваженого рухливого, у другу – сильного врівноваженого інертного, у третю – сильного невраваженого, у четверту – слабого типів вищої нервової діяльності. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові тварин отримані з яремної вени зранку до годівлі. Відбір крові проводили двічі на рік, влітку та взимку. Цільну кров стабілізували за допомогою гепарину, сироватку крові отримували методом відстоювання, а клітини крові – шляхом центрифугування гепаринизованої крові, відбирання плазми та триразового промивання клітин у холодному ізотонічному розчині з наступним центрифугуванням

(Levchenko, Vlizlo, & Kondrahin, 2002; Vlizlo, Fedoruk, & Ratysh, 2012). Експериментальні дослідження узгоджуються з основними принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986) та декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000). Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2013». Визначали середньоарифметичну величину (M), її похибку (m). Ймовірність різниць середніх значень встановлювали за критерієм Стьюдента. Зміни показників вважали достовірними при  $p < 0,05$  (в тому числі  $p < 0,01$  і  $p < 0,001$ ). Крім цього проводили кореляційний, регресійний, одно- та двофакторний дисперсійний аналіз отриманих результатів.

## Результати та їх обговорення

У тварин з різним и типами ВНД відношення загального Кальцію до неорганічного Фосфору в сироватці крові не виходив за фізіологічні межі та становив 1,6–2,0 ум. од. (табл. 1).

Таблиця 1

**Кальцієво-фосфорне відношення у крові корів з різними типами вищої нервової діяльності залежно від пори року (ум. од.;  $M \pm m$ ,  $n=5$ )**

Пора року	Тип нервової системи			
	СВР	СВІ	СН	С
Літо	1,62±0,03	1,59±0,14	1,61±0,05	1,73±0,02*
Зима	1,75±0,07	1,77±0,04	1,89±0,08	1,98±0,07*

Примітка. Достовірні різниці з СВР типом ВНД:  $p < 0,05$  – \*;  $p < 0,01$  – \*\*;  $p < 0,001$  – \*\*\*.

Незалежно від пори року в корів слабого типу ВНД значення даного показника було на 6,3–13,3 % ( $p < 0,05$ ) більше за такого у корів СВР типу. На відміну від цього, у корів з СВР, СВІ та СН типом ВНД відношення загального Кальцію до неорганічного Фосфору в сироватці крові незалежно від пори року достовірно не відрізняється. Потрібно відмітити, що пора року чинить достовірний вплив на вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові лише у тварин з СН та слабким типом ВНД. Так, у корів з СН та слабким типом ВНД даний показник у сироватці крові взимку був більше відповідно на 17,3 % ( $p < 0,001$ ) та 14,9 % ( $p < 0,05$ ) від таких показників у теплу пору року. Тоді, як у корів з врівноваженими типами ВНД (СВР та СВІ) відмічено лише відповідну тенденцію в межах 8–13 %. Встановлено вплив основних нервових процесів на Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів у різні пори року. Незалежно від пори року сила нервових процесів у корів достовірно впливає на Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів –  $\eta^2_\chi = 0,30–0,38$  ( $p < 0,05$ ). Врівноваженість нервових процесів у достовірно чинила вплив на Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів лише взимку –  $\eta^2_\chi = 0,48$  ( $p < 0,01$ ). Тоді, як рухливість нервових процесів незалежно від пори року достовірно

не впливала на Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів –  $\eta^2_\chi = 0,00–0,20$ .

Отже, сила нервових процесів у більшій мірі лімітує Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові влітку, а врівноваженість – у холодну пору року. Рухливість нервових процесів у корів достовірно не впливає Кальцієво-Фосфорне відношення.

Проведеними дослідженнями встановлено взаємозв'язок основних характеристик нервових процесів у корів з Кальцієво-Фосфорним відношення в крові залежно від пори року. Встановлено, що сила нервових процесів як влітку так і взимку обернено пов'язана з показником Кальцієво-Фосфорного відношення в крові ( $r = -0,51–0,58$ ;  $p < 0,05–0,01$ ). Врівноваженість нервових процесів обернено пов'язана з показником Кальцієво-Фосфорного відношення у крові взимку ( $r = -0,52$ ;  $p < 0,05$ ), тоді, як влітку даний зв'язок недостовірний ( $r = -0,29$ ). Рухливість нервових процесів незалежно від пори року не пов'язана з показником Кальцієво-Фосфорного відношення у крові корів ( $r = -0,08–0,29$ ).

Регресійним аналізом встановлено залежність Кальцієво-Фосфорного відношення у крові корів від основних характеристик нервових процесів (табл. 2).

Таблиця 2

**Регресійний аналіз залежності кальцієво-фосфорного відношення у крові корів від основних характеристик нервових процесів (ум. од.;  $n=16$ )**

Показник	Основні характеристики нервових процесів					
	Сила		Врівноваженість		Рухливість	
	Літо	Зима	Літо	Зима	Літо	Зима
Коефіцієнт регресії	-0,06*	-0,09*	-0,03	-0,07*	-0,01	-0,04
R-квадрат	0,26*	0,33*	0,08	0,27*	0,01	0,08

Примітка. Показники достовірні при:  $p < 0,05$  – \*;  $p < 0,01$  – \*\*;  $p < 0,001$  – \*\*\*.

Так, при зміні сили нервових процесів на одну одиницю, Кальцієво-Фосфорне відношення в цільній крові залежно від пори року змінюється у протилежному напрямку на 0,06–0,09 ум. од. ( $p < 0,05$ ). Коефіцієнт детермінації сили нервових процесів з Кальцієво-Фосфорного відношенням в цільній крові корів свідчить, що влітку до 26 % ( $p < 0,05$ ) і взимку до 33 % ( $p < 0,05$ ) варіацій показника Кальцієво-Фосфорного відношення у сироватці крові корів можуть бути зумовлені силою нервових процесів. Крім цього встановлено, що при зміні врівноваженості нервових процесів на одну одиницю, Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці

крові взимку змінюється у протилежному напрямку на 0,07 ум. од. ( $p < 0,05$ ) та до 27 % ( $p < 0,05$ ) варіацій даного показника у сироватці крові можуть бути зумовлені врівноваженістю нервових процесів. Достовірної залежності Кальцієво-Фосфорного відношення у різних фракціях крові корів від рухливості нервових процесів не встановлено.

Результати багатофакторного дисперсійного аналізу впливу типу вищої нервової діяльності та пори року на Кальцієво-Фосфорне відношення в крові корів наведено у (табл. 3).

Таблиця 3

**Багатофакторний дисперсійний аналіз впливу типу вищої нервової діяльності та пори року на кальцієво-фосфорне відношення в крові корів**

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P-значення	F критичне
Тип ВНД	0,165	3	0,055	6,16	0,003	3,01
Пора року	0,374	1	0,374	41,88	< 0,001	4,26
Взаємозв'язок	0,027	3	0,009	1,01	0,406	3,01
Внутрішня	0,214	24	0,009			
Всього	0,781	31				

Встановлено достовірну залежність даного показника як від типу вищої нервової діяльності ( $F = 6,16 > F_U = 3,01$ ;  $p < 0,01$ ) так і від пори року ( $F = 41,9 > F_U = 4,26$ ;  $p < 0,001$ ).

При аналізі показника Кальцієво-Фосфорного відношення в крові корів достовірну взаємодію між типологічними особливостями нервової системи та порою року не встановлено ( $F = 1,01 < F_U = 3,01$ ;  $p > 0,05$ ).

Отже, встановлено достовірні взаємозв'язки та істотний вплив основних характеристик коркових нервових процесів та пори року на вміст Кальцію та Фосфору в крові корів.

### Висновки

1. Незалежно від пори року сила нервових процесів у корів достовірно впливає на Кальцієво-Фосфорне відношення в сироватці крові корів –  $\eta^2\chi = 0,30–0,38$  ( $p < 0,05$ ).

2. Встановлено, що врівноваженість нервових процесів пов'язана з показником Кальцієво-Фосфорного відношення у крові взимку ( $r = -0,52$ ;  $p < 0,05$ ), тоді, як влітку даний зв'язок недостовірний ( $r = -0,29$ ).

3. Доведено, що рухливість нервових процесів незалежно від пори року не пов'язана з показником Кальцієво-Фосфорного відношення у крові корів ( $r = -0,08–0,29$ ).

4. Коефіцієнт детермінації сили нервових процесів з Кальцієво-Фосфорного відношенням в цільній крові корів свідчить, що влітку до 26 % ( $p < 0,05$ ) і взимку до 33 % ( $p < 0,05$ ) варіацій показника Кальцієво-Фосфорного відношення у сироватці крові корів можуть бути зумовлені силою нервових процесів.

*Перспективи подальших досліджень.* Перспективи подальших досліджень полягають у розробці сучасних методів та способів корекції вмісту макро та мікроелементів у крові корів з урахуванням індивідуальних особливостей їх нервової системи.

### References

Bertini, I., Gray, H. B., Stiefel, E. I., & Valentine, J. S. (2007). *Biological Inorganic Chemistry*, University Science Books, C. 1079. doi:10.1021/ed084p1432

Bobrytska, O., Ugai, K., & Karpovsky, V. (2018). The bioresonance method of correcting the functional state of the autonomous nervous system in dogs. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 5(75). doi: 10.31548/dopovidi2018.05.025 (in Ukrainian).

Danchuk, O. V., Karpovskiy, V. I., Trokoz, V. O., & Postoi, R. V. (2017). Regulation mechanisms of cortisol level in pigs' blood serum under stress. *Fiziol. Zh.*, 63 (6), 60–65. doi: 10.15407/fz63.06.060 (in Ukrainian).

De Frain, J. M., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & Kluth, D. (2009). Effect of Complexed Trace Minerals on the Performance of Lactating Dairy Cows on a Commercial Dairy. *The Professional Animal Scientist*, 25 (6), 709–715. doi:10.15232/s1080-7446(15)30779-8.

Einarsson, S., Brandt, Y., Lundeheim, N., & Madej, A. (2008). Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50(48), 1–8. doi: 10.1186/1751-0147-50-48.

Grushanska, N. G., Yakimchuk, O. M., & Cvilihovskij, M. I. (2018). Pokazniki obminu mineralnih rechovin v organizmi svinoatok za profilaktiki mikroelementoziv. *Naukovi dopovidi nubip ukraini*. 1, 71 (in Ukrainian).

Hnoievyy, V. I., Holovko, V. O., Trishyn, O. K., & Hnoievyy, I. V. (2009). *Hodivlia vysokoproduktyvnykh koriv*: posibnyk. Kharkiv: Prapor (In Ukrainian).

Karpovskiy, P. V., Karpovskiy, V. I., Trokoz, A. V., Landsman, A. O., Skrypina, V. M., Postoi, R. V., ... Karpovskiy, V. I. (2015). Cortico-vegetative relationships in the regulation of the physiological functions of the pig's body. *Bioloogia tvaryn*, 17(2), 65–73. Retrieved from <http://aminbiol.com.ua/20152pdf/7.pdf> (in Ukrainian).

Kushch, M. M. (2016). The peculiarities of microscopic structure of geese enterosympathetic nervous system. *Biologia Tvaryn*, 18(2), 59–67. doi: 10.15407/animbiol18.02.059 (in Ukrainian).

Lee, I. K., Kye, Y. C., Kim, G., Kim, H. W., Gu, M. J., Umboh, J., ... Yun, C.-H. (2016). Stress, nutrition, and intestinal immune responses in pigs – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(8), 1075–1082. doi: 10.5713/ajas.16.0118.

Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V., & Kondrahin, I. P. (2002). *Veterinarna klinichna biohimija*. [Veterinary Clinical Biochemistry]. Bila Cerkva. 177-180. [in Ukrainian].

Ostapuyuk, A. Y., & Gutyj, B. V. (2018). Influence of cadmium loading on morphological parameters of blood of the Laying Hens. *Scientific Messenger of Lviv*

- National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(88), 48–52. doi: [10.32718/nvlvet8808](https://doi.org/10.32718/nvlvet8808) (in Ukrainian).
- Proskura, N., Podlasinska, J., Proskura, W. S., Frost-Rutkowska, A., Dybus, A., & Szydowski, K. (2017). Concentrations of macroelements and trace elements in milk of Jersey cows. *Indian Journal of Animal Research*, 51 (1), 89–92. doi: [10.18805/ijar.10977](https://doi.org/10.18805/ijar.10977)
- Renju, S., Huili, T., Jianguo, H., Xuejun, G. (2015). Contents of trace metal elements in cow milk impacted by different feedstuffs. *Journal of Northeast Agricultural University*, 22 (3), 54–61. doi : [10.1016/S1006-8104\(16\)30007-1](https://doi.org/10.1016/S1006-8104(16)30007-1)
- Rey Crespo, F., Miranda, M., & López-Alonso, M. (2013). Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 513–518. doi : [10.1016/j.fct.2013.01.040](https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.01.040)
- Johnson, J. L. (2017). Social status and housing factors affect reproductive performance of pregnant sows in groups. *Molecular reproduction and development*, 84(9), 905-913. doi:[10.1002/mrd.22846](https://doi.org/10.1002/mrd.22846)
- Samotaev, A. A. (2010). Changes in the system of indicators of the skeleton of cows. *Veterinary Medicine*, 2, 45-51.
- Sysyuk, Y., Karpovskiy, V., Zhurenko, O., Danchuk, O., & Postoy, R. (2017). Zmini v vitaminnij lanci antioksidantnoyi sistemi koriv riznih tipiv vishoyi nervo-voyi diyalnosti. *Naukovij visnik LNU veterinarnoyi medicini ta biotekhnologij*, 19(78), 81–85. doi: [10.15421/nvlvet7816](https://doi.org/10.15421/nvlvet7816) (in Ukrainian).
- Trokoz, A. V., Karpovskiy, V. I., Trokoz, V. O., Kryvoruchko, D. I., & Vasyliiv, A. P. (2012). The content of the general protein and its fractions in serum of blood of pigs of the highest nervous activity various types. *Biologhiiia tvaryn*, 14 (1–2), 202–206. Retrieved from <http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv.2012.14.1-2.32> (in Ukrainian).
- Villalba, J. J., Provenza, F. D., Hall, J. O. (2008). Learned appetites for calcium, phosphorus, and sodium in sheep. *Anim. Sci.*, 86. 738–747. doi : [10.2527/jas.2007-0189](https://doi.org/10.2527/jas.2007-0189)
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). *Laboratorni metody oslidzhen u biologii, tvarynnyctvi ta veterinarnij medycyni*: dovidnyk (in Ukrainian).