

Effect of nanoaquahelate compounds on the activity of blood enzymes in cows with different tone of the autonomic nervous system

M. Ilchyshyn¹ | V. Karpovskiy¹ | O. Zhurenko¹ | I. Hryshchuk¹ | P. Karpovskiy¹ | D. Kryvoruchko¹ | A. Hryshchuk² | V. Karpovskiy³ | V. Todoruk⁴ | V. Melnychuk⁵

Article info

Correspondence Author

V. Karpovskiy

E-mail:

karpovskiy@meta.ua

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Defence Str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine

² Luhansk Taras Shevchenko National University, Kovalia Str., 3, Poltava, 36000, Ukraine

³ Odesa State Agrarian University, Panteleimonivska Str., 13, Odesa, 6500, Ukraine

⁴ Institute of Animal Biology of NAAS Ukraine, V. Stus Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine

⁵ Poltava State Agrarian University, Skovoroda Str., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Ilchyshyn, M., Karpovskiy, V., Zhurenko, O., Hryshchuk, I., Karpovskiy, P., Kryvoruchko, D., Hryshchuk, A., Karpovskiy, V., Todoruk, V., & Melnychuk, V. (2025). Effect of nanoaquahelate compounds on the activity of blood enzymes in cows with different tone of the autonomic nervous system. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 158–165. doi: 10.31210/spi2025.28.02.24

When using feed additives to increase the productivity of cows, it is necessary to take into account the individual characteristics of the organism of these animals. This will ensure greater efficiency of the use of additional feed additives for the dairy herd. The aim of the study was to determine the effect of the nanopreparation on the enzyme levels in the blood of cows with different tone of the autonomic nervous system. For the study, 3 groups of cows were formed according to the tone of the autonomic nervous system using a variation-pulse oximetry study, each of which was then divided into control and experimental groups. The experimental group during lactation for 30 days is fed a nanopreparation of trace elements Mg, Zn, Ge and Fe, at a dose of 10 ml per day with the content (mg/day): Mg – 50 mg/day, Zn – 50 mg/day, Ge – 10 µg/day and Fe – 20 mg/day. According to the results of biochemical studies, it was found that the activity of enzymes in the control group with normotension was 1.64 times higher in aspartate aminotransferase ($P<0.01$), alanine aminotransferase by 37.7 % ($P<0.001$), gamma-glutamyltransferase by 1.6 times ($P<0.01$) compared to the experimental group of animals. In the experimental group with vagotonia, the activity of enzymes was lower in aspartate aminotransferase by 2.33 times ($P<0.01$), alanine aminotransferase by 35.7 % ($P<0.01$), compared to the experimental group of vagotonic animals. In the experimental group with sympathotonia, the activity of aspartate aminotransferase was 1.88 times higher ($P<0.001$), alanine aminotransferase 1.84 times higher ($P<0.001$), compared to the experimental group of animals. It was established that feeding cows with feed additives based on a mixture of nanoaquahelates contributed to a decrease in the activity of blood enzymes. The prospect of further research is to adjust the doses of the applied feed additive to increase the productivity of cows individually to each tone of the autonomic nervous system and to study the effectiveness of the nanopreparation taking into account these parameters.

Keywords: ruminants, nanopreparation, metabolism, nervous system, productivity.

Вплив сполук наноаквахелатів на активність ферментів крові у корів за різного тонусу автономної нервової системи

М. М. Ільчишин¹ | В. І. Карповський¹ | О. В. Журенко¹ | І. А. Гришук¹ | П. В. Карповський¹ | Д. І. Криворучко¹ | А. В. Гришук² | В. В. Карповський³ | В. Б. Тодорюк⁴ | В. В. Мельничук⁵

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

² Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Полтава, Україна

³ Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

⁴ Інститут біології тварин НААН України, м. Львів, Україна

⁵ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Під час використання кормових добавок для підвищення продуктивності корів варто обов'язково враховувати індивідуальні особливості організму цих тварин. Це забезпечить більшу ефективність використання додаткових кормових добавок для дійного стада. Метою дослідження було встановити вплив нанопрепарату на показники ферментів в крові корів з різним тонусом автономної нервової системи. Для дослідження було сформовано 3 групи корів згідно тонусу автономної нервової системи за допомогою варіаційно-пульсометричного дослідження, кожну з яких потім розподілили на контрольну і дослідну групи. Дослідній групі у період лактації протягом 30 днів випоюють нанопрепарат мікроелементів Mg, Zn, Ge та Fe, у дозі 10 мл на добу з вмістом (мг/добу): Mg – 50 мг/добу, Zn – 50 мг/добу, Ge – 10 мкг/добу та Fe – 20 мг/добу. За результатами біохімічного дослідження було встановлено, що активність ферментів у контрольної групи з нормотонією більша у аспартатамінотрансферази у 1,64 рази ($P<0,01$), аланінамінотрансферази на 37,7 % ($P<0,001$), гамма-глутамілтрансферази у 1,6 рази ($P<0,01$) відносно дослідної групи тварин. У дослідній групі із ваготонією активність ферментів меншою в аспартатамінотрансферази у 2,33 рази ($P<0,01$), аланінамінотрансферази на 35,7 % ($P<0,01$), відносно дослідної групи тварин ваготоніків. У дослідній групі із симпатотонією більша активність у аспартатамінотрансферази у 1,88 рази ($P<0,001$), аланінамінотрансферази у 1,84 рази ($P<0,001$), відносно дослідної групи тварин. Встановлено, що коровам випоювання кормові добавки на базі суміші наноаквахелатів сприяло зменшенню активності ферментів крові. Перспективою подальшого дослідження є корегування доз застосованої кормової добавки для підвищення продуктивності корів індивідуально до кожного тонусу автономної нервової системи та вивчення ефективності нанопрепарату з урахування даних параметрів.

Ключові слова: жуйні, нанопрепарат, обмін, нервова система, продуктивність.

Бібліографічний опис для цитування: Ільчишин М. М., Карповський В. І., Журенко О. В., Гришук І. А., Карповський П. В., Криворучко Д. І., Гришук А. В., Карповський В. В., Тодорюк В. Б., Мельничук В. В. Вплив сполук наноаквахелатів на активність ферментів крові у корів за різного тонусу автономної нервової системи. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (2). С. 158–165.

Вступ

Забезпечення сталої продуктивності корів повинно спиратися не лише на швидкому отриманні прибутку від максимального виснаження тварини, а розвиватися у напрямку збільшення терміну їхнього життя із збереженням сталої продуктивності, а не короткочасної [17]. Варто враховувати, що кожен період життя корови особливо у момент формування плоду та активної молока віддачі викликає значний стрес організму, що витрачає значний енергетичний потенціал тварини, відновлення якого мало кого турбує, результатом цього стає вибракування низькопродуктивних корів [5]. За такої технології виробництва молока, постійно зменшується поголів'я стада і в подальшому стане причиною втрати певних видів порід. Оскільки кількість тварин з низькою продуктивністю, яких будуть вибраковувати стане більше, а ніж тих, кого будуть випрошувати на заміну [9, 14]

Вирішення питання по збереженню продуктивності дійного стада та збільшення терміну життя корів пов'язано з багатьма факторами такими як: модифікація раціону різними кормовими добавками, розробкою нових методів протидії кліматичним змінам, оцінці активності ферментативної ланки у організмі та її стабілізації і інше. В загальному розроблені методи базуються на покращенні засвоєваності споживаних кормів для збалансування енергетичного обміну та збільшення стресової стійкості організму до окислювального стресу спричиненого різними факторами [1, 16]. Варто вказати, що при будь якій оцінці ефективності розроблених методів стабілізації обміну речовин, визначаються біохімічні показники по оцінці стану здоров'я тварини. І спираючись на них прогнозують ефективність використаної кормової добавки. Проте мало хто звертає увагу на особливості перебігу обміну речовин саме у організму тварини, що часто сприяє низькій результативності виконаних досліджень по покращенню продуктивності дійного стада [3]. Корови як і кожен організм мають різну інтенсивність перебігу метаболічних процесів, що першочергово залежить від систем, які контролюють ці механізми. Однією з таких є автономна нервова система, яка складається з симпатичної і парасимпатичної нервової системи [9, 13].

Автономна нервова система постійно регулює процеси синтезу та розщеплення поживних речовин у організмі. Особлива активність даної нервової системи проявляється в період активної дії стресу різного походження [12]. Одним з таких видів негативного впливу є період лактації, коли організм тварини активно мобілізує біологічно активні речовини для синтезу молока в значних об'ємах. В даному стресовому стані автономна нервова система впливаючи, на організм тварин намагається збалансувати та врегулювати сталість гомеостазу [4, 11]. А врахувавши той факт, що кожна корова є індивідуальним організмом активність симпатичної і парасимпатичної нервової системи різна, що матиме відображення у відповіді на стресові фактори. Тому підчас розробки та використання різних кормових добавок варто враховувати різну активність автономної нервової

системи, це допоможе більш точному аналізу ефективності застосованих методів для покращення метаболічних процесів у організмі тварин [6, 7].

Мета дослідження

Мета дослідження полягала у визначенні впливу нанопрепарату на вміст ферментів у крові корів з різним тонусом автономної нервової системи.

Матеріали і методи

Дослідження проводилось на господарстві ТОВ «Молочні ріки», с. Сокаль, Шептицький район, Львівська область, на коровах породи українська чорно-ряба. Дослідні групи корів формували завдяки варіаційно-пульсометричному дослідженню із встановленням тону автономної системи на підставі статистичного обрахунку отриманих даних. На основі даних щодо індивідуальних особливостей впливу симпатичної і парасимпатичної нервової систем було сформовано три групи тварин: нормотоніки (тварини зі збалансованим впливом симпатичної і парасимпатичної нервової систем), симпатотоніки (тварини із перевагою впливу симпатичної нервової системи) та ваготоніки (тварини із переважанням впливу парасимпатичної нервової системи), кожна з яких була додатково розділена на контрольну і дослідну групи. Дослідній групі тварин з різним тонусом автономної нервової системи в період лактації протягом 30 діб випоюють нанопрепарат мікроелементів Mg, Zn, Ge та Fe, у дозі 10 мл на добу з вмістом (мг/добу): Mg – 50 мг/добу, Zn – 50 мг/добу, Ge – 10 мкг/добу та Fe – 20 мкг/добу.

Для отримання сироватки крові зразки інкубували в термостаті за температури 37°C. Для дослідження аланін амінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ), гамма-глутамілтрансферази (ГГТ) застосовували тест-систему від ТОВ «Лабораторія Гранум», м. Харків. Умови вимірювання: довжина хвилі 340 – 405 нм, кювета з товщиною оптичного шару 1 см, температура 25–37°C.

Одержані результати обраховували за формулою для АЛТ:

$$A = \Delta E / \min \times (-1900) \quad (1)$$

A – активність АЛТ в дослідному зразку, U/l (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразка за $\min$ (хв), одиниць оптичної щільності.

(-1900) – теоретичний чинник перерахунку для вираження активності АЛТ в U/l (Од/л).

Результати дослідження АСТ обраховували за формулою:

$$A = \Delta E / \min \times (-1900) \quad (2)$$

A – активність АСТ в дослідному зразку, U/l (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразка за $\min$ (хв), одиниць оптичної щільності.

(-1900) – теоретичний чинник перерахунку для вираження активності АСТ в U/l (Од/л).

Отримані результати дослідження ГГТ обраховували за формулою:

$$A = \Delta E / \min \times 1510 \quad (3)$$

A – активність γ -ГТ в дослідному зразку, U/l (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразка за $\min$ (хв), одиниць оптичної щільності.

1510 – теоретичний чинник перерахунку для вираження активності γ -ГТ в U/l (Од/л).

Статистичний аналіз вихідних даних результатів спектрофотометрії виконували за допомогою програмного забезпечення MS Office: Microsoft Excel. Вірогідність різниці між отриманими показниками встановлювали за методикою Ст'юдента. Відмінності між показниками, що порівнювалися, вважали вірогідними за рівня значимості $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$.

Результати та їх обговорення

Підчас аналізу показників активності ферментів у корові корів дослідної групи, було встановлено, що отримані результати в межах допустимих значень (табл. 1).

Таблиця 1

Показники активності ферментів дослідної групи корів із нормотонією ($M \pm m$, $n=4$)

Показники, одиниці вимір.	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
АСТ, МО/л	4	11,61	69,93	23,21	0,23	42,40	99,20
АЛТ, МО/л	4	1,87	24,68	3,74	0,04	20,20	29,20
ГГТ, МО/л	4	0,83	18,98	1,67	0,63	17,21	21,14

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, М – медіана, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення.

За статистичного аналізу (табл. 1) активності ферментів у крові корів дослідної групи нормотоніків встановлено, що за показниками активності аспартатамінотрансферази спостерігали низьку стандартну похибку із малою перемінністю значень, а стандартне відхилення свідчило про малу варіаційність даних. При цьому, асиметричність відображала майже ідеальний симетричний розподіл значень та різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 2,33 %, що свідчило про незначну розбіжність отриманих даних.

Активність аланін амінотрансферази має низьку стандартну похибку, що вказувало на незначну перемінність значень. Показник стандартного відхилення вказував на несуттєву варіаційність даних, а за показником асиметричності доведено достатню симетричність розподілу значень. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,45 %, що свідчило про незначну розбіжність отриманих даних.

Активність гамма-глутамілтрансферази у корів становило низьку стандартну похибку із малою

перемінністю значень. За показником стандартного відхилення значень констатували малу варіаційність даних. Показник асиметричності виявляв незначний нахил ліворуч, що відображало малу негативну асиметрію. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,23 %, що відображало незначну розбіжність отриманих даних.

Підчас аналізу показників активності ферментів у корові корів контрольної групи, було встановлено, що отримані результати в межах допустимих значень (табл. 2).

Таблиця 2

Показники активності ферментів контрольної групи корів із нормотонією ($M \pm m$, $n=4$)

Показники, одиниці вимір.	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
АСТ, МО/л	4	7,61	114,76	15,21	0,60	101,50	133,70
АЛТ, МО/л	4	0,40	33,73	0,81	-0,27	32,80	34,50
ГГТ, МО/л	4	1,04	30,36	2,09	-1,90	27,25	31,65

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, М – медіана, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення.

Згідно статистичної оцінки результатів спектрометричного дослідження крові корів визначено, щодо активності аспартатамінотрансферази стандартна похибка мала невисокі значення, що свідчить про несуттєву перемінність даних. Стандартне відхилення вказувало на незначну варіаційність отриманих показників. Показник асиметричності був незначний і характеризував відсутність асиметричності даних, що відображало нормальний розподіл. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,32 %, що означає незначну розбіжність її величин.

Активність аланін амінотрансферази має величини стандартної похибки відносно малі, що відображало несуттєву перемінність значень. Варіаційність результатів у допустимих межах, на основі даних стандартного відхилення. Показник асиметричності вказував на незначну негативну асиметричність, що свідчило про наближеність результатів до нормального розподілу. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,05 %, що підтверджує незначну розбіжність її величин.

Показники активності гамма-глутамілтрансферази відображали незначну варіаційність даних та їх перемінність, що підтверджує низькі значення стандартного відхилення та стандартної похибки. Асиметричність мала достатньо невеликі результати позитивної асиметрії, за рахунок чого можна стверджувати про достовірність розподілу показників. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,15 %, що додатково підтверджує нормальний розподіл отриманих результатів.

Згідно виконаного спектрометричного дослідження активності ферменту аспартатамінотрансферази виявлено, що у контрольній групі корів показники у 1,64 рази більші відносно дослідної групи ($P < 0,01$). Активність аланін амінотрансферази

у тварин яким не задавали кормову добавку була на 37,7 % більша ($P<0,001$), а ніж тим кому вносили у раціон додаткову біологічно активну речовину.

Гамма-глутамілтрансферази збільшувалися в 1,6 рази відносно дослідною групи у тварин без використання кормової добавки ($P<0,01$) (рис. 1).

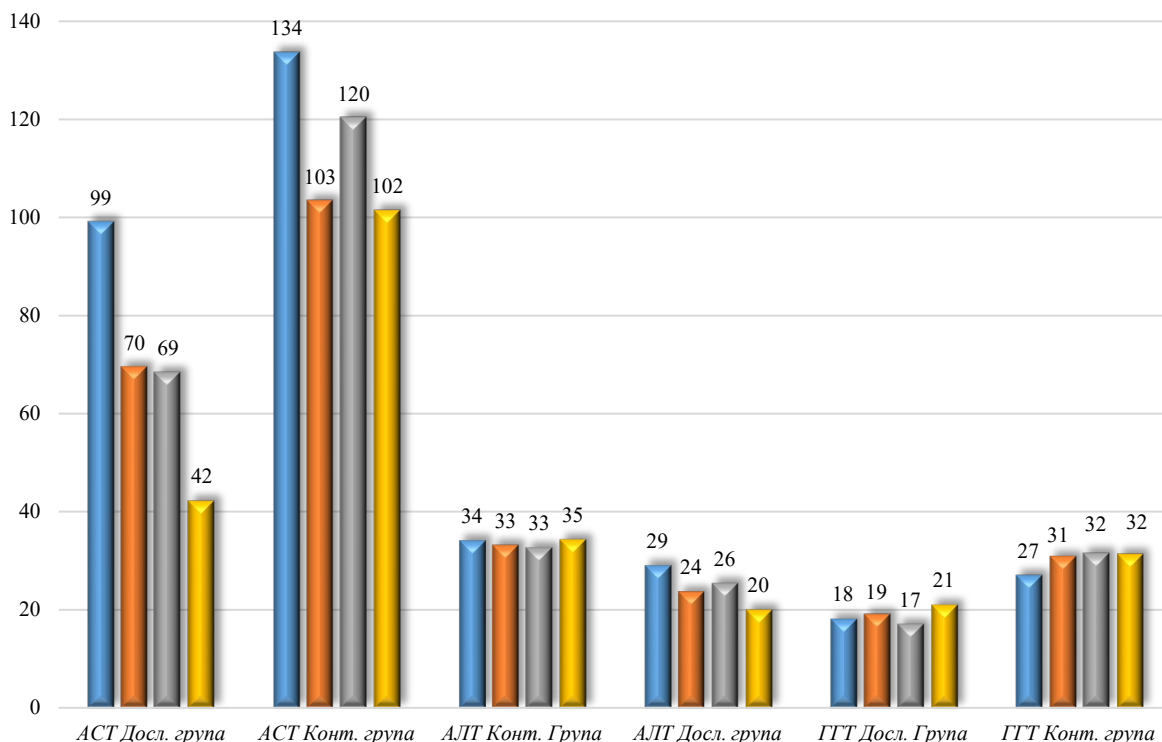


Рис. 1. Показники активності ферментів крові контрольної і дослідної групи нормотоніків

При дослідженні дослідної групи корів із ваготонією було встановлено, що показники активності ферментів були в межах фізіологічної норми (табл. 3).

Таблиця 3

Показники активності ферментів дослідної групи корів із ваготонією ($M \pm m$, $n=4$)

Показники, одиниці вимір.	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
АСТ, МО/л	4	1,64	44,65	3,28	1,11	41,40	49,20
АЛТ, МО/л	4	2,18	24,68	4,36	-0,26	28,20	38,70
ГГТ, МО/л	4	0,75	21,67	1,51	-0,44	19,74	23,35

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, М – медіана, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення.

За активність аспартатамінотрансферази встановили низьку стандартну похибку, яка свідчила про незначну перемінність значень, а за показником стандартного відхилення відмічали несуттєву варіаційність даних. Натомість, за показником асиметричності встановлено нормальний розподіл отриманих даних та відсутність асиметрії. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,19 %, що вказувало на незначну розбіжність отриманих даних.

За показником активність аланін аміно-трансферази встановили стандартну похибку із малою перемінністю значень. Стандартне відхилення відображало незначну варіаційність даних

показників. За показником асиметричності констатували малу негативну асиметричність, що описує рівномірний розподіл даних. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,37 %, що підтверджувало незначну розбіжність цифрових даних.

Значення активності гамма-глутамілтрансферази характеризувалися низькими параметрами стандартної похибки та стандартного відхилення, що свідчило про незначну перемінність та варіаційність результатів. Асиметричність додатково підтверджувала нормальний розподіл показників, що означало фактичну відсутність асиметрії, яка поєднувалася із різницею максимальним і мінімальним значень, що становило 1,18 %.

При дослідженні контрольної групи корів із ваготонією було встановлено, що показники активності ферментів були в межах фізіологічної норми (табл. 4).

Таблиця 4

Показники активності ферментів контрольної групи корів із ваготонією ($M \pm m$, $n=4$)

Показники, одиниці вимір.	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
АСТ, МО/л	4	9,58	93,93	19,17	1,97	82,40	122,60
АЛТ, МО/л	4	2,13	52,33	4,25	1,82	49,61	58,61
ГГТ, МО/л	4	2,34	22,20	4,69	-1,12	15,76	26,55

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, М – медіана, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення.

За статистичного аналізу активності ферментів у крові корів дослідної групи нормотоніків встановлено, що за показниками активності аспартат-амінотрансферази спостерігали низьку стандартну похибку із малою перемінністю значень, а стандартне відхилення свідчило про малу варіаційність даних. При цьому, асиметричність відображала майже ідеальний симетричний розподіл значень та різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,49 %, що свідчило про незначну розбіжність отриманих даних.

Активність аланін амінотрансферази має низьку стандартну похибку, що вказувало на незначну перемінність значень. Показник стандартного відхилення вказував на несуттєву варіаційність даних, а за показником асиметричності доведено достатню симетричність розподілу значень. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,18 %, що свідчило про незначну розбіжність отриманих даних.

За активність гамма-глутамілтрансферази встановили низьку стандартну похибку із малою перемінністю значень. За показником стандартного відхилення значень констатували малу варіаційність даних. Показник асиметричності виявляв незначний нахил ліворуч, що відображало малу негативну асиметрію. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,68 %, що відображало незначну розбіжність отриманих даних.

За результатами виконаного біохімічного дослідження виявлено, що аспартатамінотрансферази у дослідної групи корів було менше у 2,33 рази відносно контрольної групи ($P < 0,01$). Аланін амінотрансферази значно менше у тварин із використанням кормової добавки на 35,7 % в порівнянні з контрольною групою ($P < 0,01$). Гамма-глутамілтрансфераза у обох групах не мала значних відмінностей у тварин, яким застосовували препарат і тими, що споживали корм без нього (рис. 2).

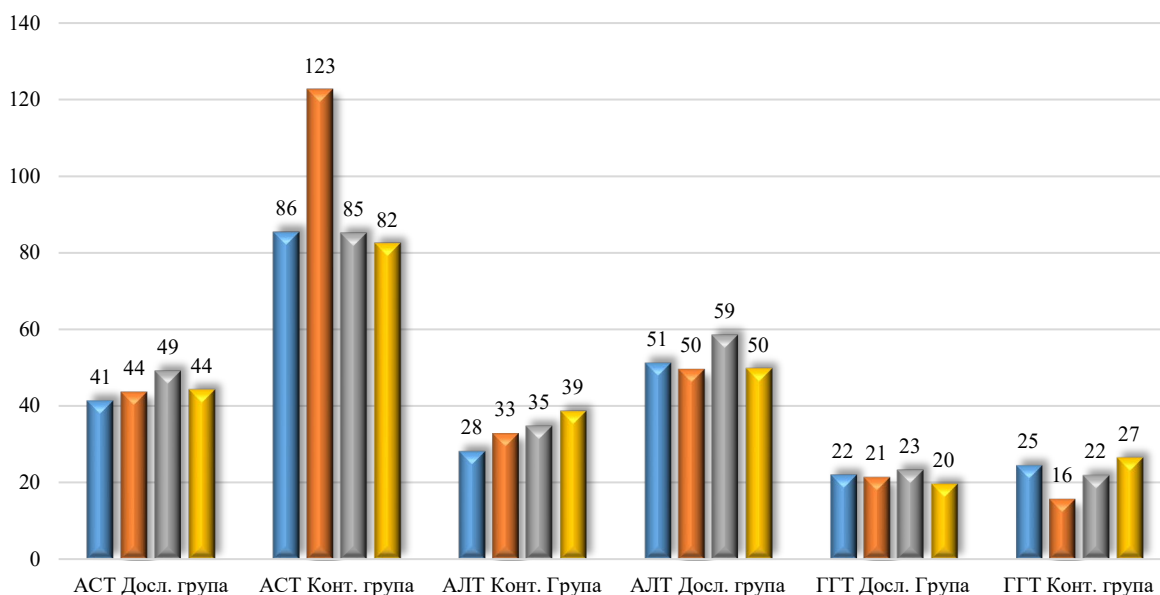


Рис. 2. Показники активності ферментів крові контрольної і дослідної групи ваготоніків

За аналізу активності ферментів у сироватці крові корів, із раціоном годівлі де застосовували кормові добавки наноаквахелатів було встановлено, що показники в межах фізіологічної норми (табл. 5).

Таблиця 5

Показники активності ферментів дослідної групи корів із симпатотонією ($M \pm m$, $n=4$)

Показники, одиниці вимір.	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
АСТ, МО/л	4	2,33	37,69	4,67	-0,54	31,98	41,67
АЛТ, МО/л	4	1,04	18,93	2,08	0,20	16,50	21,50
ГГТ, МО/л	4	0,24	28,71	0,48	1,58	28,32	29,41

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, М – медіана, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення.

Згідно статистичної оцінки результатів спектрометричного дослідження крові корів визначено, щодо активності аспартатамінотрансферази стандартна

похибка мала невисокі значення, що свідчить про несуттєву перемінність даних. Стандартне відхилення вказувало на незначну варіаційність отриманих показників. Показник асиметричності був незначний і характеризував відсутність асиметричності даних, що відображало нормальний розподіл. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,30%, що означає незначну розбіжність її величин.

У активності аланін амінотрансферази величини стандартної похибки відносно малі, що відображало несуттєву перемінність значень. Варіаційність результатів у допустимих межах, на основі даних стандартного відхилення. Показник асиметричності вказував на незначну негативну асиметричність, що свідчило про наближеність результатів до нормального розподілу. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,28 %, що підтверджує незначну розбіжність її величин.

Показники активність гамма-глутамілтрансферази відображали незначну варіаційність даних та їх перемінність, що підтверджує низькі значення

стандартного відхилення та стандартної похибки. Асиметричність мала достатньо невеликі результати позитивної асиметрії, за рахунок чого можна стверджувати про достовірність розподілу показників. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,04 %, що додатково підтверджує нормальний розподіл отриманих результатів.

За аналізу активності ферментів у сироватці крові корів, із стандартним раціоном годівлі було встановлено, що показники в межах фізіологічної норми (табл. 6).

Таблиця 6

Показники активності ферментів дослідної і контрольної групи корів із симпатотонією ($M \pm m$, $n=4$)

Показники, одиниці вимір.	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
АСТ, МО/л	4	5,35	71,02	10,70	-0,12	59,47	81,57
АЛТ, МО/л	4	0,58	34,85	1,16	1,43	33,90	36,50
ГГТ, МО/л	4	0,64	24,77	1,28	-1,18	23,01	25,83

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, М – медіана, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення.

Згідно статистичної оцінки результатів спектрометричного дослідження крові корів визначено, що до активності аспартатамінотрансферази стандартна похибка мала невисокі значення, що свідчить про несуттєву перемінність даних. Стандартне відхилення вказувало на незначну варіаційність отриманих показників. Показник асиметричності був незначний і характеризував відсутність асиметричності даних, що відображало нормальний розподіл. Різниця між

максимальним і мінімальним значеннями становила 1,37 %, що означає незначну розбіжність її величин.

Активність аланінамінотрансферази має величини стандартної похибки відносно малі, що відображало несуттєву перемінність значень. Варіаційність результатів у допустимих межах, на основі даних стандартного відхилення. Показник асиметричності вказував на незначну негативну асиметричність, що свідчило про наближеність результатів до нормального розподілу. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,08 %, що підтверджує незначну розбіжність її величин.

Показники активності гамма-глутамілтрансферази відображали незначну варіаційність даних та їх перемінність, що підтверджує низькі значення стандартного відхилення та стандартної похибки. Асиметричність мала достатньо невеликі результати позитивної асиметрії, за рахунок чого можна стверджувати про достовірність розподілу показників. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 1,12 %, що додатково підтверджує нормальний розподіл отриманих результатів.

Аналізуючи показники спектрометричного дослідження сироватки крові корів визначено, що активності ферменту аспартатамінотрансферази у контрольної групи корів показники у 1,88 рази більші відносно дослідної групи ($P < 0,001$). Активність аланінамінотрансферази у тварин яким не задавали кормову добавку була у 1,84 рази більша ($P < 0,001$), а ніж тим кому вносили у раціон додаткову біологічно активну речовину. Гамма-глутамілтрансферази зменшувалася на 13,7 % відносно дослідною групи у тварин без використання кормової добавки ($P < 0,01$) (рис. 3).

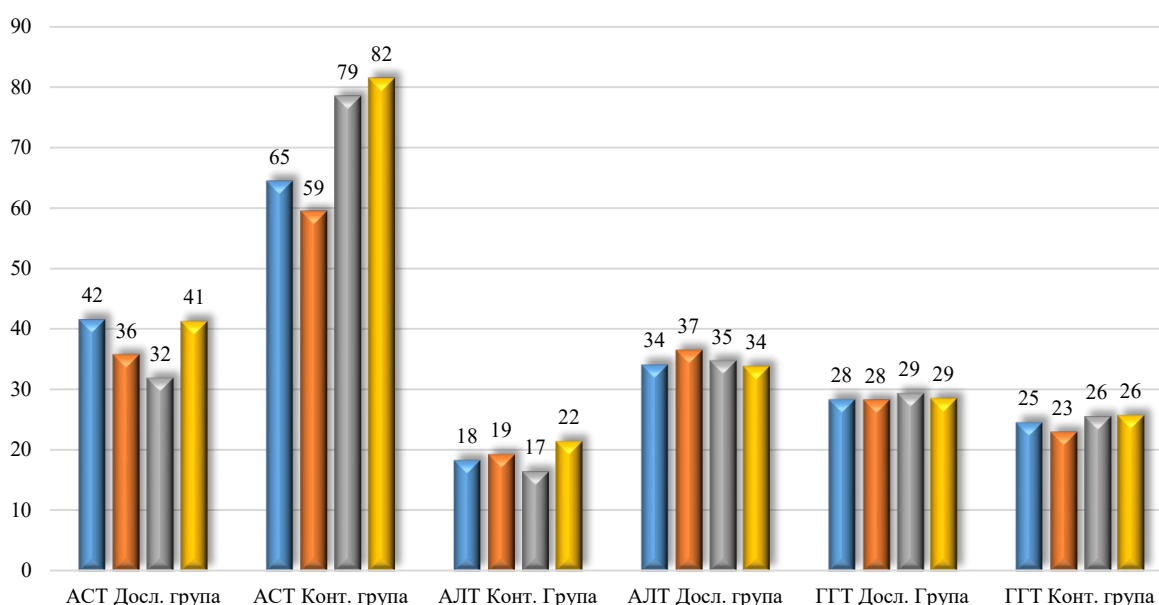


Рис. 3. Показники активності ферментів крові контрольної і дослідної групи симпатотоніків

Дослідження активності ферментів крові у тварин є першочерговим методом для оцінки стану їхнього здоров'я. Але при цьому врахування даних показників допомагає краще розуміти перебігу обмінних

процесів білків, вуглеводів та ліпідів в умовах коли тварина фізіологічно здорова. А у лактуючих корів дослідження цих параметрів грає ключову роль при вивченні ефективності методів покращення

продуктивності [19]. За сучасних умов утримання тварин на молочно товарних фермах, базується на швидкому використанні природного ресурсу їх організму та швидкого збуту малопродуктивного поголів'я, це у свою чергу негативно впливає на збереження тваринного ресурсу [20, 21].

В більшості випадків застосовують методи за принципом отримати максимальний прибуток з корови та скоріше замінити її на нову. Негативними наслідками цього є зменшення популяції тварин та їхнього генетичного різноманіття. Першочергова проблема цього всього неспроможність організму корови витримати такого значного навантаження, що призводить до проблем із їхнім здоров'ям та як наслідок втратою продуктивності. В зв'язку з цим розробляються методи покращення обмінних процесів у корів з використання біологічно активних добавок, що повинні покращувати продуктивність із збереження нормальних процесів життєдіяльності організму в цілому [2, 15].

Холіфа А. Є. вивчали вплив кормових добавок на базі фітогенної суміші для покращення продуктивності корів. Під час аналізу активності ферментів у даних науковці було визначена велика розбіжність у результатах, що не надало можливості встановити залежність між стандартним та збагаченим фітогенною сумішшю раціоном [8]. У нашому випадку врахувавши фактор індивідуальних особливостей організму корів та розподіливши їх відповідно по групам відповідним активності автономної нервової системи перед задаванням кормової добавки були отримані достовірні результати впливу наноаква-хелатів на активність ферментів, для кращого аналізу змін обміну речовин.

Нуї П. досліджували вплив дієтичної добавки на основі гранатової шкірки для покращення метаболічних процесів у організмі корів. За отриманими результатами виявлено, що дана додаткова складова раціону тварини несе негативний ефект на стан здоров'я. Відбувся різкий зріст показників АЛТ, що свідчить про збільшення навантаження на печінку, що при тривалому використанні стане причиною негативних наслідків для організму тварини [18]. У нашому випадку застосування у корів з різним тонусом автономної нервової системи наноаква-хелатів сприяє зменшенню активності ферментів, що може свідчити про стабілізацію обміну речовин у організмі тварини.

Врахувавши отримані результати нашого дослідження варто відмітити, що поєднання кормової добавки наноаквахелатів із врахування відмінностей активності симпатичної і парасимпатичної нервової системи має більш точні результати при аналізі стану здоров'я тварини та процесів обміну речовин. Чітко прослідковується різний вплив біологічно активної речовини в період лактації корів з різною ефективністю у протидії стресового стану, що має відображення у активних процесах синтезу молока.

Висновки

Встановлено, що кормова добавка наноаква-хелатів по різному впливає на показники обміну

речовин у організмі корів, які мають різний тонус автономної нервової системи. Підтвердженням цього є відмінності у показниках ферментативної ланки, які були визначені за біохімічного аналізу крові. Тварини нормотонік, що споживали кормову добавку на відміну від тих хто не споживав мали менші показники активності ферментів ($P < 0,01$; $P < 0,001$). Контрольна група ваготоніків мала більші показники вмісту аспаратамінотрансферази, аланінамінотранс-ферази при порівнянні з дослідною групою ваго-тоніків ($P < 0,05$; $P < 0,01$). Контрольна група симпатотоніків мала більшу активність ферментів у всіх крім гамма-глутамілтрансферази ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$).

Перспективи подальших досліджень полягають у корекції доз кормових добавок наноаквахелатів для корів з різним тонусом автономної нервової системи для їх більш ефективного застосування при підвищенні продуктивності молочних корів.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Chacha, F., Gherissi, D. E., Lamraoui, R., Afri-Bouzebd, F., & Bouzebd, Z. (2022). Evaluation of body condition, daily milk production and biochemical parameters during the postpartum period according to calving season in Montbeliard dairy cows reared in the semi-arid region – Algeria. *Veterinarska Stanica*, 53 (6), 677–687. <https://doi.org/10.46419/vs.53.6.3>
2. Churakov, M., Karlsson, J., Rasmussen, A. E., & Holtenius, K. (2021). Milk fatty acids as indicators of negative energy balance of dairy cows in early lactation. *Animal*, 15 (7), 100253. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100253>
3. Egamberdieva, Z., Kurbanova, S., Sadikova, C., Akhtamova, M., & Davron, I. (2024). The use of hydroponic green forages in increasing milk productivity and improving reproductive ability of Holstein cows. *BIO Web of Conferences*, 149, 01016. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414901016>
4. Egger, C. (2021). The autonomic nervous system. *Manual of Equine Anesthesia and Analgesia*, 110–118. <https://doi.org/10.1002/9781119631316.ch7>
5. Giannuzzi, D., Piccioli-Cappelli, F., Pegolo, S., Bisutti, V., Schiavon, S., Gallo, L., Toscano, A., Ajmone Marsan, P., Cattaneo, L., Trevisi, E., & Cecchinato, A. (2024). Observational study on the associations between milk yield, composition, and coagulation properties with blood biomarkers of health in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 107 (3), 1397–1412. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23546>
6. Hafez, O. A., & Chang, R. B. (2025). Regulation of cardiac function by the autonomic nervous system. *Physiology*, 40 (3), 258–270. <https://doi.org/10.1152/physiol.00018.2024>
7. The Enteric Nervous System. (2022). *The Integrative Action of the Autonomic Nervous System*, 134–164. <https://doi.org/10.1017/9781108778411.009>
8. Kholif, A. E., Hassan, A. A., El Ashry, G. M., Bakr, M. H., El-Zaiat, H. M., Olafadehan, O. A., Matloup, O. H., & Sallam, S. M. A. (2020). Phytogetic feed additives mixture enhances the lactational performance, feed utilization and ruminal fermentation of Friesian cows. *Animal Biotechnology*, 32 (6), 708–718. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1746322>
9. Kim, S. H., Ramos, S. C., Valencia, R. A., Cho, Y. I., & Lee, S. S. (2022). Heat stress: effects on rumen microbes and host physiology, and strategies to alleviate the negative impacts on lactating dairy cows. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.804562>

10. Kim, W.-S., Peng, D.-Q., Jo, Y.-H., Nejad, J. G., & Lee, H.-G. (2021). Responses of beef calves to long-term heat stress exposure by evaluating growth performance, physiological, blood and behavioral parameters. *Journal of Thermal Biology*, 100, 103033. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103033>
11. LeBouef, T., Yaker, Z., & Whited, L. (2023). *Physiology, autonomic nervous system*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538516/>
12. Lunsin, R., Sokantat, D., Silvestre, T., Neto, H., Koh, T., Sun, F., Yeanpet, C., & Pilajun, R. (2024). Metabolic status, reproductive, and productive performances of transition dairy cows as affected by dietary rumen-protected choline supplementation. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 11 (3), 754. <https://doi.org/10.5455/javar.2024.k827>
13. Mekuriaw, Y. (2023). Negative energy balance and its implication on productive and reproductive performance of early lactating dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*, 51 (1), 220–228. <https://doi.org/10.1080/09712119.2023.2176859>
14. Mishra, S. R. (2021). Behavioural, physiological, neuro-endocrine and molecular responses of cattle against heat stress: an updated review. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (3), 400. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02790-4>
15. Mota, L. F. M., Giannuzzi, D., Pegolo, S., Toledo-Alvarado, H., Schiavon, S., Gallo, L., Trevisi, E., Arazi, A., Katz, G., Rosa, G. J. M., & Cecchinato, A. (2024). Combining genetic markers, on-farm information and infrared data for the in-line prediction of blood biomarkers of metabolic disorders in Holstein cattle. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15 (1). <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01042-3>
16. 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. <https://doi.org/10.3390/ani11123391>
17. Nascimento, K. B., Galvão, M. C., Meneses, J. A. M., Ramirez-Zamudio, G. D., Pereira, D. G., Paulino, P. V. R., Casagrande, D. R., Gionbelli, T. R. S., Ladeira, M. M., Duarte, M. S., Loor, J. J., & Gionbelli, M. P. (2024). Maternal protein supplementation during mid-gestation improves offspring performance and metabolism in beef cows. *Journal of Animal Science*, 102. <https://doi.org/10.1093/jas/skae058>
18. Niu, P., Kreuzer, M., Liesegang, A., Kunz, C., Schwarm, A., & Giller, K. (2023). Effects of graded levels of dietary pomegranate peel on methane and nitrogen losses, and metabolic and health indicators in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106 (12), 8627–8641. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-23141>
19. Rudiansyah, M., Kadhim, M. M., Tolmasovich Shamsiev, A., Prakaash, A. S., Hadi Lafta, M., Aravindhan, S., & Fakri Mustafa, Y. (2023). The role of selenium on the status of mineral elements and some blood parameters of blood serum of lambs. *Archives of Razi Institute*, 78 (1), 135. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.359471.2427>
20. Stefańska, B., Sroka, J., Katzer, F., Goliński, P., & Nowak, W. (2021). The effect of probiotics, phytobiotics and their combination as feed additives in the diet of dairy calves on performance, rumen fermentation and blood metabolites during the preweaning period. *Animal Feed Science and Technology*, 272, 114738. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114738>
21. Vieira, R., Louvandini, H., Barcellos, J., Martins, C. F., & McManus, C. (2022). Path and logistic analysis for heat tolerance in adapted breeds of cattle in Brazil. *Livestock Science*, 258, 104888. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104888>

ORCID

- | | |
|--|---|
| M. Ilchyshyn  | https://orcid.org/0009-0006-7163-933X |
| V. Karpovskiy  | https://orcid.org/0000-0003-3858-0111 |
| O. Zhurenko  | https://orcid.org/0000-0002-4933-0372 |
| I. Hryshchuk  | https://orcid.org/0000-0003-2571-6876 |
| P. Karpovsky  | https://orcid.org/0009-0002-8113-423X |
| D. Kryvoruchko  | https://orcid.org/0000-0003-1788-6090 |
| A. Hryshchuk  | https://orcid.org/0000-0002-4608-337X |
| V. Karpovskiy  | https://orcid.org/0009-0003-9848-1411 |
| V. Todoruk  | https://orcid.org/0000-0002-9902-0524 |
| V. Melnychuk  | https://orcid.org/0000-0003-1927-1065 |



2025 Ilchyshyn M. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.