

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ІЛЬЧИШИН МАРІЯ МИХАЙЛІВНА

УДК 636.09:636.2

ДИСЕРТАЦІЯ
АВТОНОМНА НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ МОЛОЧНОЇ
ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ ЗА ВПЛИВУ НАНОАКВАХЕЛАТІВ

211 «Ветеринарна медицина»

21 «Ветеринарія»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

М.М. Ільчишин

Науковий керівник:

Карповський Валентин Іванович

доктор ветеринарних наук, професор

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Ільчишин М.М. Автономна нервова регуляція молочної продуктивності корів за впливу наноаквахелатів. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 211 «Ветеринарна медицина». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2026.

У дисертаційній роботі на підставі сучасних інструментальних, лабораторних і статистичних методів дослідження встановлено тонус автономної нервової системи, зміни біохімічні і морфологічні показники крові в корів та молочну продуктивність за впливу наноаквахелатів.

Для дослідження впливу кормової добавки наноаквахелатів на продуктивність корів було сформовано 6 груп тварин по 4 особини у кожній. Відбір тварин забезпечувався за допомогою варіаційної пульсометрії на підстав якого було сформовано три групи: нормотоніки, симпатотоніки та ваготоніки, кожна з яких була розділена на контрольну і дослідну групу. Дослідним групам тварин застосовували кормову добавку на базі нанопрепарату мінералів 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.

Експериментальне дослідження проведено відповідно до вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних і наукових цілях» (Страсбург, 1986 р.), Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447 від 21.02.2006 р. Усі необхідні оперативні втручання у гострих дослідах здійснювали з дотриманням рекомендацій ARRIVE, які ґрунтуються на принципах Директиви ЄС 2010/63/EU (Council Directive 2010/63/EU of 22 September 2010), та біоетичної комісії НУБіП України на підставі Положення «Про захист тварин, що використовуються в наукових або освітніх цілях у НУБіП України,

яких використовували в експерименті» і «Про біоетичну комісію НУБіП України».

Експериментальна частина роботи виконувалася на базі ферми ТОВ «Молочні ріки», село Сокаль, Шептицький район, Львівська обл. Корови породи українська чорноряба в кількості 381 голів дійного стада розмішені у стійлах на дерев'яному полі із підстилкою на вільному типі утримання. Тварини віком від 1,5–5 років масою тіла 550–650 кг. Годівля тварин проводиться двічі на день, раціон годівлі на 1 голову становить: солома пшенична 0,6 кг, сінаж люцерни 5 кг., силос кукурудзи 22 кг., комбікорм 8 кг., кукурудза мелена 1 кг., жом буряковий 10 кг.

Першим етапом дослідження було встановлення тонусу автономної нервової регуляції у корів за допомогою варіаційної пульсометрії. Після формування груп тварин відповідно до вплив симпатичної і парасимпатичної нервової системи, корів розподіляли на контрольну і дослідну груп. Дослідним група на протязі 40 діб застосовували кормову добавку випоюванням нанопрепарату мінералів 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, а контрольні групи споживали звичайний раціон годівлі.

Другий етап дослідження полягав у виконанні біохімічному та морфологічному дослідженні крові корів дослідних і контрольних груп різного тонусу автономної нервової системи. Також проводилася оцінка молочної продуктивності в кожній групі.

Третій етап дослідження полягав у аналіз отриманих результатів та статистичного аналізу даних та оформленні наукової роботи.

За впливу кормової добавки на організм корови з різним тонусом автономної нервової системи відмічалися зміна показників вмісту білка у крові. Так загальний показник білку зростав у дослідної групи ваготоніків та симпатотоніків, у нормотоніків був менший вміст на відміну від контролю.

Показники альбумінів більші у дослідної групи нормотоніків на 5,4% ($P<0,01$), ваготоніків на 17,16% ($P<0,01$), а у симпатотоніків на 9,98% ($P<0,05$) в порівнянні з контрольною групою. Вмісту креатиніну у крові корів контрольної групи нормотоніків був більший на 18,92% ($P<0,01$), ваготоніків у 1,61 разів ($P<0,001$), симпатотоніків у 1,89 разів ($P<0,001$) по відношенню до дослідних груп. Такі зміни показників вмісту білка та його продуктів обміну свідчать про вплив на метаболізм протеїну в наслідок чого ми бачимо такі показники. Варто відмітити, що у кожної групи тварин зміни відрізняються по відношенню до контролю, це свідчить про індивідуальні особливості тону автономної нервової системи.

Досліджуючи показники активності ферментів у крові корів, варто відзначити що отримані данні в обох групах були в межах фізіологічної норми. Однак у дослідних груп тварин спостерігаються менші значення на відміну від контрольних груп. Так аспартатамінотрансферази у дослідних груп були менші у нормотоніків на 8,3% ($P<0,01$), ваготоніків на 4,9% ($P<0,01$), симпатотоніків на 12,6% ($P<0,01$). Аланінамінотрансферази у контрольних груп були більші в нормотоніків на 8,8% ($P<0,05$), ваготоніків на 4,1% ($P<0,05$) симпатотоніків на 38% ($P<0,001$). Активність лактатдегідрогенази у контролю більше наприклад у нормотоніків на 6% ($P<0,05$), а у симпатотоніків на 4,9% ($P<0,01$), а у дослідних таких як ваготоніки менше на 6,1% ($P<0,01$). Гамма-глутамінотранспептидаза мала менші значення у дослідних груп нормотоніків на 25,3% ($P<0,001$), ваготоніків 6,4% ($P<0,05$), а у контрольної симпатотоніків більші показники на 4,6% ($P<0,05$). Лужна фосфатаза мала більшу активність у контрольних груп так наприклад у нормотоніків на 41,2% ($P<0,001$), ваготоніків на 16,2% ($P<0,05$), а у дослідних менші як у симпатотоніків на 13,3% ($P<0,01$). Як підсумок за рахунок використання кормової добавки в раціоні корів покращувався обмін речовини, що в певній мірі позитивно відобразилося на стані ферментативної системи, яка є гарним маркером стану організму в період інтенсивного метаболізму. Чим менші показники активності ферментів тим у кращому стані органи в яких міститься

їх найбільша концентрація і як ми бачимо резистентність корів дослідних груп стала більш кращою до високих процесів обміну.

За даними біохімічного аналізу було проведено оцінку вмісту у крові кальцію, фосфору та глюкози. Дані сполуки є гарним критерієм у вивченні стану здоров'я корів в період активної молоковіддачі, за рахунок активного використання даних елементів у процесах обміну і синтезу молока. Було встановлено, що дослідні групи корів мали більші показники вмісту кальцію у крові відмічалось зростання у нормотоніків на 25,7% ($P<0,01$) та ваготоніків на 34,3% ($P<0,01$), а у контролю зменшення на прикладі симпатотоніків на 35,8% ($P<0,01$). З показником фосфору був протилежний стан так у контрольних груп корів він зростав на 40,8% у нормотоніків ($P<0,05$), симпатотоніків на 28,6% ($P<0,01$), а у дослідних зменшувався на прикладі ваготоніків на 46,8% ($P<0,001$). За оцінки рівню глюкози виявлено більший показники у контрольних груп корів, що зростав у нормотоніків на 34,8% ($P<0,01$), симпатотоніків на 11,8% ($P<0,05$), та менший рівень у дослідних груп як приклад ваготоніки на 27,4% ($P<0,01$). Стосовно даних показників, спостерігається позитивна зміна даних значень, оскільки низький рівень кальцію негативно відображатиметься у подальшому на стані здоров'я тварини. Варто відмітити, що більший рівень глюкози у крові контрольних груп може бути причиною більшої мобілізації резервів вуглеводів, для збалансування обміну речовин.

Згідно результатів дослідження лейкоцитарної формули крові корів з нормотонією встановлено, що загально кількість лейкоцитів у дослідної групи нормотоніків була меншою на 7,8% ($P<0,05$). При цьому кількість еозинофілів у контрольної групи нормотоніків була більшою у 3,5 рази ($P<0,001$). Показники вмісту нейтрофілів у дослідної групи нормотоніків були менші на 16,3% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P<0,01$). Вміст моноцитів у крові корів становив у дослідної групи нормотоніків у 2,4 рази менший ніж у контрольної групи нормотоніків ($P<0,01$). Згідно відсоткового

відношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у контрольної групи нормотоніків був більший у 3,4 рази при порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Відсотковий вміст нейтрофілів у дослідної групи нормотоніків становить на 22,7% менше в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,05$). Лімфоцитів у відсотковому співвідношенні у дослідної групи нормотоніків, що споживали кормову добавку був більший на 12,3% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P < 0,001$). Відсотковий вміст моноцитів у контрольної групи корів нормотоніків був більший у 2,5 разів в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,05$).

При співставленні показників лейкоцитарної формули у корів з перевагою ваготонії із застосуванням кормової добавки та тварин із стандартним раціоном виявлено, що загальна кількість лейкоцитів у дослідної групи ваготоніків була більшою на 9,7% на відміну від контрольної групи ваготоніків ($P < 0,01$). У дослідної групи ваготоніків зменшувався вміст еозинофілів на 37% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$). Кількість нейтрофілів була більшою у контрольної групи ваготоніків на 11,5% на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Варто відмітити більший кількість лімфоцитів у ваготоніків, які споживали кормову добавку нанопрепаратів, що на 25% збільшилося в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P < 0,01$). При оцінці відсоткового співвідношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у дослідної групи ваготоніків був менший на 39% відносно контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Стосовно відсоткового вмісту нейтрофілів згідно отриманих даних виявлено менший показники у дослідної групи ваготоніків на 18,4% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Також встановлено, що показники відсоткового вмісту лімфоцитів був достатньо низьким у контрольної групи ваготоніків на 12% в результаті порівняння з групою ваготоніків які споживали кормову добавку нанопрепаратів ($P < 0,001$).

При співставленні показників лейкоцитарної формули у корів з перевагою ваготонії із застосуванням кормової добавки та тварин із стандартним раціоном виявлено, що загальна кількість лейкоцитів у дослідної групи ваготоніків була більшою на 9,7% на відміну від контрольної групи ваготоніків ($P<0,01$). У дослідної групи ваготоніків зменшувався вміст еозинофілів на 37% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P<0,05$). Кількість нейтрофілів була більшою у контрольної групи ваготоніків на 11,5% на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P<0,05$). Варто відмітити більший кількість лімфоцитів у ваготоніків, які споживали кормову добавку нанопрепаратів, що на 25% збільшилося в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P<0,01$). При оцінці відсоткового співвідношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у дослідної групи ваготоніків був менший на 39% відносно контрольної групи ваготоніків ($P<0,05$). Стосовно відсоткового вмісту нейтрофілів згідно отриманих даних виявлено менший показники у дослідної групи ваготоніків на 18,4% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P<0,01$). Також встановлено, що показники відсоткового вмісту лімфоцитів був достатньо низьким у контрольної групи ваготоніків на 12% в результаті порівняння з групою ваготоніків які споживали кормову добавку нанопрепаратів ($P<0,001$).

Згідно гематологічного аналізу крові корів з нормотонією було визначено, що рівень гемоглобіну у дослідної групи тварин нормотоніків був більший на 13% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P<0,001$). Також відмічається більший показник гематокриту у корів, що споживали раціон годівлі із додатковою кормовою добавкою нанопрепарату на 8,1% на відміну від тварин, які споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$). Виявлено, що у контрольної групи нормотоніків був менший показник середнього об'єму еритроцита на 9,1% в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P<0,05$). Визначено, що у тварин, які споживали кормову добавку нанопрепаратів був більший показник концентрації гемоглобіну в еритроцитах на 2,9% при порівнянні із тваринами, що споживали стандартний

раціон годівлі ($P<0,01$). Також було встановлено, що коефіцієнт варіації ширини розподілу еритроцитів у дослідної групи нормотоніків був більший на 13,2% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P<0,01$).

За аналізу гематологічних показників визначено, що у корів дослідної групи симпатотоніків рівень гемоглобіну у крові більший на 15,6% в порівнянні з контрольною групою симпатотоніків ($P<0,01$). Значення гематокриту у тварин, які споживали харчову добавку нанопрепарату були менші на 15,8% на відміну від корів, що споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$). Кількість еритроцитів у крові корів контрольної групи симпатотоніків менша на 10,6% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P<0,05$). Визначено, що середній об'єм еритроцита у тварин, що споживали кормову добавку нанопрепарату був більший на 12,1% в порівнянні із тваринами із стандартним раціоном годівлі ($P<0,01$). Показники середнього об'єму еритроциту збільшувався у корів дослідної групи симпатотоніків на 8,3% на відміну від контрольної групи симпатотоніків ($P<0,01$). Спостерігається зменшення середньої концентрації гемоглобіну в еритроцитів на 8,4% у тварин із стандартним раціоном на відміну від корів, що споживали харчову добавку нанопрепарату ($P<0,01$). Визначено, що коефіцієнт варіації ширини розподілення еритроцитів був більшим у дослідної групи симпатотоніків на 10,7% в порівнянні із контрольною групою симпатотоніків ($P<0,05$). Стандартне відхилення розподілу еритроцитів по об'єму було меншим на 11,3% у корів, які споживали кормову добавку нанопрепарату на відміну від тварин, що мали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$).

Оцінюючи гематологічні показники крові корів з тонусом автономної рівноваги, було визначено, що загальний рівень гемоглобіну у дослідної групи ваготоніків був більший на 23% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P<0,001$). Показник гематокриту у тварин із стандартним раціоном менший на 22% на відміну від корів, які мали додаткову кормову

добавку наноаквахелатів ($P < 0,001$). Встановлено, що загальна кількість еритроцитів була більшою у тварин дослідної групи ваготоніків на 18,3% при порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Виявлено, що середній об'єм еритроцита становив на 9,4% менше у тварин, які споживали кормову добавку наноаквахелатів, на відміну від корів, що мали стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). В загальному вміст гемоглобіну у еритроцитах корів дослідної групи ваготоніків більший на 9,6% по відношенню до контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Встановлено, що середня концентрація гемоглобіну в еритроциті становить на 4,9% менше у тварин, що споживали стандартний раціон годівлі, на відміну від корів, які мали додатково кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Підчас оцінки коефіцієнту варіації ширини розподілу еритроцитів у дослідної групи тварин ваготоніків визначено більший показник на 7% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$).

Встановлено, при порівнянні показників надоїв молока, що у дослідної групи нормотоніків збільшилися на 14,1% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Також варто відмітити, що тварин із стандартним раціоном годівлі вміст жиру у молоці становив в середньому на 7% менші значення ніж у корів, яким використовували кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Виявлено, що у дослідної групи нормотоніків показники вмісту білку у молоці були більшим на 3,5% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,05$).

В результаті оцінки показників молочної продуктивності встановлено, що надій молока у дослідної групи симпатотоніків, більший на 19,7% в порівнянні із контрольною групою симпатотоніків ($P < 0,01$). Корови із симпатотонією, які харчувалися стандартним раціоном годівлі мали менший показник вмісту жиру в молоці на 3,7% на відміну від тих хто мав додаткову кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Контрольна група симпатотоніків мала менші

показники вмісту білка на 2,8% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P < 0,05$).

Згідно даних отриманих після дослідження молочної продуктивності корів із ваготонією визначено, що у дослідній групі ваготоніків показники надою молока в середньому були більші на 21,6% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Встановлено, що вміст жиру в молоці тварин, які споживали кормову добавку мали на 5,3% більший, на відміну від тих хто мав стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). Також варто відзначити, що вміст білку у молоці корів контрольної групи ваготоніків був на 2,3% менший на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,05$).

Також було проведено дослідження по взаємозалежності показників біохімічного аналізу і молочної продуктивності із тонусом автономної нервової системи. В переважній більшості данні, які мали відмінності між контролем і дослідом корелювали із показниками пульсометричного дослідження. Достовірність кореляційного аналізу підтверджувалося за допомогою однофакторного дисперсного аналізу.

В результатів виконаного дослідження виявлено позитивний вплив кормової добавки наноаквахелатів на показники біохімічного і морфологічного аналізу крові та значення молочної продуктивності у корів. Варто відзначити, що розподіл тварин на відповідні групи за тонусом автономної нервової системи стало додатковим фактором у кращій оцінці результативності модифікованого раціону. Підставою цього стало, те що отримані результати під час співставлення між дослідними і контрольними групами були досить точними, про що свідчить низькі коефіцієнти Стюдента та однофакторного дисперсного аналізу. Також варто відмітити, що саме завдяки розподілу тварин згідно тонусу автономної нервової системи краще виконувалася оцінка метаболічних змін у організмі, адже стан симпатовагусного балансу має значний вплив на обмін речовин, оскільки автономна

нервова система першою реагує на будь які зміни з боку зовнішнього середовища.

Ключові слова: молочна продуктивність, корови, кров, автономна нервова система, біохімія, морфологія.

ABSTRACT

Ilchyshyn M.M. Autonomous nervous regulation of milk productivity in cows under the influence of nanoaquachelates. Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 211 'Veterinary Medicine'. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2026.

In this dissertation, based on modern instrumental, laboratory and statistical research methods, the tone of the autonomic nervous system, changes in biochemical and morphological blood parameters in cows and milk productivity under the influence of nanoaquachelates were established.

To study the effect of nanoaquachelate feed additives on cow productivity, six groups of animals were formed, with four individuals in each group. The animals were selected using a variational-pulse rate study, on the basis of which three groups were formed: normotonics, sympathotonics and vagotonics, each of which was divided into a control and an experimental group. The experimental groups of animals were given a feed supplement based on a nanopreparation of microelements Mg, Zn, Ge and Fe at a dose of 10 ml per day with the following content (mg/day): Mg – 50 mg/day, Zn – 50 mg/day, Ge – 10 µg/day and Fe – 20 mg/day.

The experimental study was conducted in accordance with the requirements of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986) and the Law of Ukraine 'On the Protection of Animals from Cruel Treatment' No. 3447 of 21 February 2006. All necessary surgical interventions in acute experiments were performed in accordance with the ARRIVE recommendations, which are based on the principles of EU Directive 2010/63/EU (Council Directive 2010/63/EU of 22 September 2010), and the Bioethics Commission of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine on the basis of the Regulations 'On the protection of animals used for scientific or educational purposes at the National

University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, which were used in the experiment' and 'On the Bioethics Commission of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine'.

The experimental part of the work was carried out at the farm of LLC 'Molochni Riki', village of Sokal, Sheptytskyi district, Lviv region. A total of 381 Ukrainian Black-and-White cows from the milking herd were housed in stalls on a wooden floor with loose bedding in a free-range system. The animals were aged 1.5–5 years and weighed 550–650 kg. The animals are fed twice a day, and the feed ration per head is as follows: wheat straw 0.6 kg, alfalfa haylage 5 kg, corn silage 22 kg, compound feed 8 kg, ground corn 1 kg, beet pulp 10 kg.

The first stage of the study was to establish the tone of autonomic nervous regulation in cows using a variational-pulsometric study. After forming groups of animals according to the influence of the sympathetic and parasympathetic nervous systems, the cows were divided into control and experimental groups. The experimental group was fed a feed supplement containing a nanopreparation of trace elements Mg, Zn, Ge and Fe at a dose of 10 ml per day with the following content (mg/day): Mg – 50 mg/day, Zn – 50 mg/day, Ge – 10 µg/day and Fe – 20 mg/day, while the control groups consumed a normal diet.

The second stage of the study consisted of biochemical and morphological examination of the blood of cows in the experimental and control groups with different autonomic nervous system tone. Milk productivity was also assessed in each group.

The third stage of the study consisted of analysis of the results obtained, statistical analysis of the data and preparation of the scientific work.

Under the influence of the feed supplement on cows with different autonomic nervous system tone, changes in blood protein levels were observed. Thus, the total protein level increased in the experimental group of vagotonic and sympathicotonic cows, while the normotonic cows had a lower content compared to the control group.

Albumin levels were higher in the experimental group of normotonics by 5.4% ($P<0.01$), vagotonics by 17.16% ($P<0.01$), and sympathotonics by 9.98% ($P<0.05$) compared to the control group. The creatinine content in the blood of cows in the control group of normotonics was 18.92% higher ($P<0.01$), vagotonics 1.61 times higher ($P<0.001$), and sympathotonics 1.89 times higher ($P<0.001$) than in the experimental groups. Such changes in the content of protein and its metabolites indicate an effect on protein metabolism, resulting in the observed indicators. It should be noted that in each group of animals, the changes differ from the control, which indicates individual characteristics of the tone of the autonomic nervous system.

When studying the indicators of enzyme activity in the blood of cows, it should be noted that the data obtained in both groups were within the physiological norm. However, lower values were observed in the experimental groups of animals compared to the control groups. Thus, aspartate aminotransferase in the experimental groups was lower in normotonics by 8.3% ($P<0.01$), vagotonics by 4.9% ($P<0.01$), and sympathotonics by 12.6% ($P<0.01$). Alanine aminotransferase in the control group was higher in normotonic individuals by 8.8% ($P<0.05$), vagotonic individuals by 4.1% ($P<0.05$) and sympathicotonic individuals by 38% ($P<0.001$). Lactate dehydrogenase activity in the control group was higher in normotonics by 6% ($P<0.05$) and in sympathotonics by 4.9% ($P<0.01$), while in the study group, such as vagotonics, it was lower by 6.1% ($P<0.01$). Gamma-glutamyl transpeptidase was lower in the normotonics (by 25.3%, $P<0.001$) and vagotonics (by 6.4%, $P<0.05$) than in the control group of sympathotonics (by 4.6%, $P<0.05$). Alkaline phosphatase was more active in the control groups, for example, in normotonics by 41.2% ($P<0.001$), vagotonics by 16.2% ($P<0.05$), and in the experimental groups it was lower than in sympathotonics by 13.3% ($P<0.01$). In conclusion, the use of feed additives in the diet of cows improved metabolism, which to a certain extent had a positive effect on the state of the enzyme system, which is a good marker of the state of the body during periods of intense metabolism. The lower the enzyme activity, the better the condition of the organs in which they are

most concentrated, and, as we can see, the resistance of cows in the experimental groups to high metabolic processes improved.

According to biochemical analysis, the content of calcium, phosphorus and glucose in the blood was assessed. These compounds are a good criterion for studying the health of cows during active milk production, due to the active use of these elements in the processes of metabolism and milk synthesis. It was found that the experimental groups of cows had higher blood calcium levels, with an increase of 25.7% ($P<0.01$) in normotonics and 34.3% ($P<0.01$) in vagotonics, while in the control group there was a decrease in sympathotonics by 35.8% ($P<0.01$). The phosphorus level showed the opposite trend: in the control groups of cows, it increased by 40.8% in normotonics ($P<0.05$) and sympathotonics by 28.6% ($P<0.01$), and decreased in the experimental group, for example, in vagotonic cows by 46.8% ($P<0.001$). According to glucose level assessments, higher indicators were found in the control groups of cows, increasing in normotonics by 34.8% ($P<0.01$), sympathotonics by 11.8% ($P<0.05$), and lower levels in the experimental groups, for example, vagotonic cows by 27.4% ($P<0.01$). With regard to these indicators, a positive change in the values is observed, since low calcium levels will have a negative impact on the animal's health in the future. It should be noted that higher blood glucose levels in the control groups may be due to greater mobilisation of carbohydrate reserves to balance metabolism.

According to the results of the study of the leukocyte formula of cows with normotonia, it was found that the total number of leukocytes in the experimental group of normotonics was 7.8% lower ($P<0.05$). At the same time, the number of eosinophils in the control group of normotonics was 3.5 times higher ($P<0.001$). The neutrophil content in the experimental group of normotonic cows was 16.3% lower than in the control group of normotonic cows ($P<0.01$). The monocyte content in the blood of cows in the experimental group of normotonic cows was 2.4 times lower than in the control group of normotonic cows ($P<0.01$). According to the percentage ratio of leukogram indicators, it was established that the percentage of eosinophils

in the control group of normotonic cows was 3.4 times higher than in the experimental group of normotonic cows ($P<0.01$). The percentage of neutrophils in the experimental group of normotonic animals was 22.7% lower than in the control group of normotonic animals ($P<0.05$). The percentage of lymphocytes in the experimental group of normotonic cows that consumed the feed supplement was 12.3% higher than in the control group of normotonic cows ($P<0.001$). The percentage of monocytes in the control group of normotonic cows was 2.5 times higher than in the experimental group of normotonic cows ($P<0.05$).

When comparing the leukocyte formula indicators in cows with a predominance of vagotonia with the use of a feed supplement and animals with a standard diet, it was found that the total number of leukocytes in the experimental group of vagotonics was 9.7% higher than in the control group of vagotonics ($P<0.01$). In the experimental group of vagotonic animals, the content of eosinophils decreased by 37% compared to the control group of vagotonic animals ($P < 0.05$). The number of neutrophils was 11.5% higher in the control group of vagotonic animals than in the experimental group of vagotonic animals ($P < 0.05$). It is worth noting a higher number of lymphocytes in vagotonic animals that consumed a feed supplement of nanopreparations, which increased by 25% compared to the experimental group of vagotonic animals ($P<0.01$). When assessing the percentage ratio of leukogram indicators, it was found that the percentage of eosinophils in the experimental group of vagotonic animals was 39% lower than in the control group of vagotonic animals ($P<0.05$). With regard to the percentage of neutrophils, the data showed that the experimental group of vagotonic patients had 18.4% lower levels compared to the control group of vagotonic patients ($P<0.01$). It was also found that the percentage of lymphocytes was significantly lower in the control group of vagotonic animals by 12% compared to the group of vagotonic animals that consumed a feed supplement of nanopreparations ($P<0.001$).

When comparing the leukocyte formula indicators in cows with a predominance of vagotonia using a feed supplement and animals with a standard

diet, it was found that the total number of leukocytes in the experimental group of vagotonics was 9.7% higher than in the control group of vagotonics ($P<0.01$). In the experimental group of vagotonic animals, the content of eosinophils decreased by 37% compared to the control group of vagotonic animals ($P<0.05$). The number of neutrophils was 11.5% higher in the control group of vagotonic animals than in the experimental group of vagotonic animals ($P<0.05$). It is worth noting a higher number of lymphocytes in vagotonic animals that consumed a feed supplement of nanopreparations, which increased by 25% compared to the experimental group of vagotonic animals ($P<0.01$). When assessing the percentage ratio of leukogram indicators, it was found that the percentage of eosinophils in the experimental group of vagotonic animals was 39% lower than in the control group of vagotonic animals ($P<0.05$). With regard to the percentage of neutrophils, the data showed that the experimental group of vagotonic patients had 18.4% lower levels compared to the control group of vagotonic patients ($P<0.01$). It was also found that the percentage of lymphocytes was significantly lower in the control group of vagotonics by 12% compared to the group of vagotonics that consumed a feed supplement of nanopreparations ($P<0.001$).

According to the haematological analysis of cows with normotonia, it was determined that the haemoglobin level in the experimental group of normotonic animals was 13% higher compared to the control group of normotonic animals ($P<0.001$). A higher haematocrit index was also observed in cows that consumed a diet with an additional feed supplement of nanopreparations by 8.1% compared to animals that consumed a standard diet ($P<0.05$). It was found that the control group of normotonic animals had a lower mean red blood cell volume by 9.1% compared to the experimental group of normotonic animals ($P<0.05$). It was determined that animals that consumed a feed supplement of nanopreparations had a 2.9% higher haemoglobin concentration in erythrocytes compared to animals that consumed a standard diet ($P<0.01$). It was also found that the coefficient of variation of erythrocyte distribution width in the experimental group of normotonics was 13.2% higher compared to the control group of normotonics ($P<0.01$).

Analysis of haematological parameters showed that cows in the experimental group of sympathotonics had a 15.6% higher haemoglobin level in the blood compared to the control group of sympathotonics ($P < 0.01$). The haematocrit values in animals that consumed the nano-preparation feed supplement were 15.8% lower than in cows that consumed a standard feed ration ($P < 0.05$). The number of erythrocytes in the blood of cows in the control group of sympathotonics was 10.6% lower than in the experimental group of sympathotonics ($P < 0.05$). It was determined that the average erythrocyte volume in animals that consumed the feed supplement of the nanopreparation was 12.1% higher compared to animals with a standard diet ($P < 0.01$). The average red blood cell volume increased by 8.3% in cows from the experimental group of sympathotonics, unlike the control group of sympathotonics ($P < 0.01$). There was a decrease in the average haemoglobin concentration in erythrocytes by 8.4% in animals with a standard diet, unlike cows that consumed the nanopreparation dietary supplement ($P < 0.01$). It was determined that the coefficient of variation of erythrocyte distribution width was 10.7% higher in the experimental group of sympathotonics compared to the control group of sympathotonics ($P < 0.05$). The standard deviation of erythrocyte distribution by volume was 11.3% lower in cows that consumed the feed supplement of the nanopreparation, unlike animals that had a standard diet ($P < 0.05$).

When evaluating the haematological parameters of cows with autonomic balance, it was found that the total haemoglobin level in the experimental group of vagotonic cows was 23% higher than in the control group of vagotonic cows ($P < 0.001$). The haematocrit index in animals with a standard diet was 22% lower than in cows that received an additional feed supplement of nanoaquachelate ($P < 0.001$). It was found that the total number of erythrocytes was 18.3% higher in animals of the experimental group of vagotonic cows compared to the control group of vagotonic cows ($P < 0.01$). It was found that the average erythrocyte volume was 9.4% lower in animals that consumed a feed supplement of nanoaquachelates, compared to cows that had a standard diet ($P < 0.05$). In general, the haemoglobin content in erythrocytes of cows in the experimental group of vagotonic animals was

9.6% higher than in the control group of vagotonic animals ($P<0.05$). It was found that the average haemoglobin concentration in erythrocytes was 4.9% lower in animals that consumed a standard diet, unlike cows that received a feed supplement of nanoaquachelates ($P<0.05$). When assessing the coefficient of variation of erythrocyte distribution width in the experimental group of vagotonic animals, a 7% higher value was determined compared to the control group of vagotonic animals ($P<0.05$).

When comparing milk yields, it was found that in the experimental group of normotonic animals, they increased by 14.1% compared to the control group of normotonic animals ($P<0.01$). It is also worth noting that animals with a standard diet had an average milk fat content that was 7% lower than cows that received a nanoaquachelate feed supplement ($P<0.05$). It was found that in the experimental group of normotonics, the protein content in milk was 3.5% higher than in the control group of normotonics ($P<0.05$).

As a result of assessing milk productivity indicators, it was established that milk yield in the experimental group of sympathotonics was 19.7% higher than in the control group of sympathotonics ($P<0.01$). Cows with sympathotonics that were fed a standard diet had a 3.7% lower fat content in milk compared to those that received an additional feed supplement of nanoaquachelate ($P<0.05$). The control group of sympathotonics had 2.8% lower protein content compared to the experimental group of sympathotonics ($P<0.05$).

According to data obtained after studying the milk productivity of cows with vagotonia, it was determined that in the experimental group of vagotonics, milk yield was on average 21.6% higher than in the control group of vagotonics ($P<0.01$). It was found that the fat content in the milk of animals that consumed the feed supplement was 5.3% higher than in those that had a standard diet ($P<0.05$). It is also worth noting that the protein content in the milk of cows in the control group of vagotonics was 2.3% lower than in the experimental group of vagotonics ($P<0.05$).

A study was also conducted on the interdependence of biochemical analysis indicators and milk productivity with the tone of the autonomic nervous system. In the vast majority of cases, the data that differed between the control and experimental groups correlated with the indicators of the pulsometric study. The reliability of the correlation analysis was confirmed by a one-factor dispersion analysis.

The results of the study revealed a positive effect of the nanoaquachelate feed supplement on the indicators of biochemical and morphological blood analysis and milk productivity in cows. It should be noted that the division of animals into groups according to the tone of the autonomic nervous system was an additional factor in the better assessment of the effectiveness of the modified diet. This was based on the fact that the results obtained when comparing the experimental and control groups were quite accurate, as evidenced by low Student's t-coefficients and one-factor dispersion analysis. It is also worth noting that it was precisely thanks to the division of animals according to the tone of the autonomic nervous system that the assessment of metabolic changes in the body was better performed, since the state of the sympathetic-vagal balance has a significant effect on metabolism, as the autonomic nervous system is the first to respond to any changes in the external environment.

Keywords: milk productivity, cows, blood, autonomic nervous system, biochemistry, morphology.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у періодичних наукових виданнях,

Включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Ільчишин М. М., Грищук І. А., Гутий Б. В., Калінін І. В., Грищук А. В., Журенко О. В., Карповський В. І. Корекція білкового обміну у корів за допомогою наноаквахелатів із врахування вегетативної регуляції. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 2025. Т. 27. № 117. С. 179–184. *(Ільчишин М. М. організовано та проведено дослідження впливу наноаквахелатів на протеїновий метаболізм. Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Гутим Б. В. узгоджено вимоги редколегії журналу. Калініним І. В. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Грищук А. В. здійснено аналіз отриманих результатів. Журенко О. В. виконано редагування англомовної редакції статті. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).*

2. Ільчишин М. М., Карповський В. І., Журенко О. В., Грищук І. А., Карповський П. В., Криворучко Д. І., Грищук А. В., Карповський В. В., Тодорюк В. Б., Мельничук В. В. Вплив сполук наноаквахелатів на активність ферментів крові у корів за різного тонуру автономної нервової системи. Scientific Progress & Innovations. 2025. Т. 28. № 2. С. 158–165. *(Ільчишин М. М. організовано та проведено дослідження впливу наноаквахелатів на ензими крові корів. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів. Журенко О. В. проведено аналіз літературних джерел. Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Карповським П. В. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Криворучко Д. І. виконано редагування англомовної редакції статті. Грищук А. В. виконано редакційні правки. Карповський В. В.,*

проведено аналіз отриманих результатів. Тодорюк В. Б. виконано аналіз впливу наноаквахелатів на ферменти крові. Мельничук В. В. узгоджено вимоги редколегії журналу).

3. Ільчишин М. М., Карповський В. І. Вегетативна регуляція показників лейкограми у корів за використання кормової добавки наноаквахелатів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2026. Т. 28. № 121. С. 96–100. *(Ільчишин М. М. проведено дослідження по впливу наноаквахелатів на показники лейкограми у корів, підготовлено статтю. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).*

Статті у наукових виданнях,

включених до міжнародних наукометричних баз даних

Scopus та/або Web of Science Core Collection

4. Króliczewska B., **Ilchyshina M.**, Karpovskyi V., Hryshchuk I., Todoryuk V. Autonomic Regulation of Unsaturated Fatty Acid Content in Cow's Milk. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences. 2025. Vol. 16. No. 1. P. 70–87. *(Króliczewska B. виконано редагування англomовної редакції статті. Ilchyshyn M. організовано та проведено дослідження впливу наноаквахелатів на ненасичені жирні кислоти крові корів. Karpovskyi V. сформовано програму і організовано проведення експериментів. Hryshchuk I. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Todoryuk V. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження).*

Тези наукових доповідей

5. Тодорюк В. Б., Химинець П. С., Кравчук С. В., Грищук І. А., **Ільчишин М. М.,** Журенко О. В., Карповський В. І. Визначення варіабельності серцевого ритму як показника впливу тонуру автономної нервової системи у свиней. Актуальні проблеми фізіології тварин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 25–26 травня 2023 року: тези доповіді. Львів, 2023. С. 81. *(Тодорюком В. Б. здійснено підбір*

літератури та нормативних документів за темою дослідження. Химинцем П. С. організовано та проведено дослідження по визначенню тонуру автономної нервової системи. Кравчук С. В. здійснено підбір літератури. Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Ільчишин М. М. проведено підготовку матеріалів тез. Журенко О. В. узгоджено тезу з вимогами редколегії. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).

6. Грищук І. А., Грищук А. В., Тодорюк В. Б., **Ільчишин М. М.**, Журенко О. В., Карповський В. І. Вміст загального холестеролу залежно від тонуру автономної нервової системи у корів. Актуальні проблеми фізіології тварин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 25–26 травня 2023 року: тези доповіді. Львів, 2023. С. 16. (Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Грищук А. В. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Тодорюком В. Б. здійснено підбір літератури. Ільчишин М. М. організовано та проведено дослідження по визначенню загального холестеролу у корів. Журенко О. В. узгоджено тезу з вимогами редколегії. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).

7. Журенко О. В., Грищук І. А., Карповський В. І., Криворучко Д. І., Журенко В. В., **Ільчишин М. М.**, Тодорюк В.Б., Карповський В.В. Карповський П.В. Грищук А. В. Показники ненасичених жирних кислот у молоці корів за різної вегетативної регуляції. Біологічні, біотехнологічні та генетичні аспекти інтенсифікації аграрного виробництва: Міжнародна науково-практична конференція, Ломжа – Миколаїв, 24–25 жовтня 2024 року: тези доповіді. Ломжа – Миколаїв, 2024. С.31-41 (Журенко О. В. узгоджено тезу з вимогами редколегії. Грищук І. А. організовано та проведено дослідження по визначенню ненасичених жирних кислот. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів. Криворучко Д. І. здійснено підбір літератури. Журенком В. В. виконано статистичну

обробку отриманих результатів. Ільчишин М. М. виконано відбір зразків молока для виконання дослідження. Тодорюк В.Б. виконано оцінку впливу вегетативної регуляції на ненасичені жирні кислоти. Карповський В.В. проведено підбір матеріалу і методів дослідження. Карповський П.В. проведено дослідження вмісту ненасичених жирних кислот. Грищук А. В. виконано аналіз отриманих результатів).

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.....	21
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	28
ВСТУП	29
РОЗДІЛ 1	34
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	34
1.1 Автономна нервова система	34
1.1.1 Будова автономної нервової системи.....	35
1.1.2 Функції автономної нервової системи.	42
1.1.3 Методи дослідження автономної нервової системи.....	43
1.2. Молочна продуктивність тварин.....	45
1.2.1 Методи дослідження молочної продуктивності корів	47
1.2.2 Фактори, що впливають на молочну продуктивності корів	53
Висновки до розділу 1	60
РОЗДІЛ 2	62
МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ	62
2.1. Загальна схема дослідження.....	62
2.2 Методика визначення тонуру автономної нервової системи.....	64
2.3 Методика відбору крові	65
2.4 Методи морфологічного дослідження.....	66
2.4.1 Колориметричне визначення кількості еритроцитів	66
2.4.2. Визначення концентрації гемоглобіну в крові гемігловінціанідним методом	67
2.4.3. Дослідження гематокриту (Електронно-автоматичний метод.).....	67
2.4.4 Середній об'єм одного еритроцита.....	68
2.4.5. Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті (ВГЕ, mean corpuscular hemoglobin — MCH)	68
2.4.6 Середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах (СКГЕ, mean corpuscular hemoglobin concentration — MCHC)	69
2.4.7 Диференційний підрахунок лейкоцитів (лейкограма)	69
2.4.8 Підрахунок кількості тромбоцитів	70

	26
2.5 Методика біохімічного аналізу корові	70
2.5.1 Визначення вмісту загального білка у сироватці або плазмі крові (біуретова реакція)	70
2.5.2 Визначення концентрації альбуміну у сироватці крові	71
2.5.3 Визначення концентрації сечовини у біологічних рідинах	72
2.5.4 Визначення креатиніну у сироватці крові	73
2.5.5 Визначення активності гамма-глутамілтрансферази у сироватці крові.	74
2.5.6 Визначення активності аспартатамінотрансферази у сироватці крові	75
2.5.7 Визначення активності аланінамінотрансферази у сироватці крові	76
2.5.8 Визначення активності лужної фосфатази в сироватці або плазмі крові	77
2.5.9 Визначення лактатдегідрогенази в сироватці крові	78
2.5.10 Визначення загального білірубіну	79
2.5.11 Визначення фосфору у сироватці або плазмі крові	79
2.5.12 Визначення кальцію в сироватці крові з утворенням тетрафенілборату калію	80
2.6. Методика дослідження продуктивності корів	81
2.7 Статистичний аналіз отриманих результатів	81
Висновки до розділу 2	82
РОЗДІЛ 3	83
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	83
3.1 Результати варіаційної пульсометрії корів	83
3.2. Показники білковий обмін	85
3.3 Зміни показників ферментів у крові корів	96
3.4 Показники вміст кальцію, фосфору, білірубіну і глюкози	109
3.5 Кореляція Біохімічних показників крові із вегетативною регуляцією	120
3.5. Показники морфології крові корів	129
3.6 Показники молочної продуктивності контрольних і дослідних груп корів	139

3.7 Показники ненасичених жирних кислот у молоці корів залежно від тонузу автономної нервової системи.....	141
3.8 Кореляція показників продуктивності і тонузу автономної нервової системи.....	150
Заключення до розділу 3	156
Висновки до розділу 3	156
РОЗДІЛ 4	159
УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	159
ВИСНОВКИ.....	168
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	170
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	171
ДОДАТКИ.....	185

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ACF – адитивні коригувальні коефіцієнти

MSF – мультиплікативні коригувальні коефіцієнти

AM – одне доїння в ранці

PM – одне доїння ввечері

BGE – вміст еритроцитів в одному еритроцитів

НД – нормотоніки дослідна група

НК – нормотоніки контрольна група

СД – симпатотоніки дослідна група

СК – симпатотоніки контрольна група

ВД – ваготоніки дослідна група

ВК – ваготоніки контрольна група

АНС – автономна нервова система

АСТ – аспартатамінотрансфераза

АЛТ – аланінамінотрансфераза

ЛФ – лужна фосфатаза

RBC – еритроцити

MCV – середній об'єм еритроцита

MCH – середній корпускулярний гемоглобін

IAP – індекс автономної регуляції

ІН – індекс напруги

АПР – автономний показник ритму

Мо – мода

АМо – амплітуда моди

ВСТУП

Актуальність обраної теми. Отримання сталої молочної продуктивності у корів є першочерговим завданням у розвитку скотарства. При цьому розроблено безліч методів по вирішенню даного питання, однак в більшості варіантів по збільшенню тих самих надоїв молока, його жирності та інше, базуються на використанні різних кормових добавок. При цьому нехтують оцінку фізіологічних особливостей організму тварини. В результаті чого, застосування нових раціонів спричинює швидкий приріст молочної продуктивності, але наслідком цього стає значний дисбаланс обміну речовин та подальше выбракування виснажених корів. Також за оцінки ефективності методів у покращенні виробництва молока, виникає проблема точного аналізу отриманих показників.

Новим фактором у оцінці фізіологічних особливостей організму корів, стає встановлення тону автономної нервової системи. Оскільки дана нервова система займає одну з головних ролей у регулюванні сталості гомеостазу та відповіді на стресові чинники. Встановлення активності автономної нервової системи, допомагає більш точно оцінювати зміни метаболічного обміну у організмі тварини, а як наслідок, сприяє детальнішому вивченню ефективності застосованих кормових добавок.

Сучасні дослідження, по впровадженню нових модифікованих кормових добавок, досліджують їхню ефективність використовуючи методи оцінки загального стану тварини, при цьому формування контрольних і дослідних груп особливо у скотарстві, спирається на вікових даних, продуктивності та іншому. В результаті відмічається або незначна ефективність застосованого раціону годівлі, або значні розбіжності в лабораторних показниках. За рахунок цього важливість оцінки фізіологічних особливостей організму корів зростає, що в подальшому стане ключовим фактором у оцінці методів покращення молочної продуктивності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Представлені в дисертації результати є частиною наукових досліджень Національного університету біоресурсів і природокористування України за такими держбюджетними темами: «Кортико-вегетативні механізми регуляції фізіологічних функцій у тварин та методи їх кореляції» (№ державної реєстрації 0121U109349, 2021–2026 рр.) та «Фізіолого-біохімічні механізми нейровісцеральних взаємин в організмі тварин за впливу новітніх наноаквахелатів біогенних елементів» (№ державної реєстрації 0123U102169, 2023–2024 рр.).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було з'ясування особливостей впливу кормової добавки на основі наноаквахелатів на молочну продуктивність корів української чорно-рябої породи з урахуванням індивідуальних особливостей тонуусу автономної нервової системи.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення таких завдань:

- визначити типологічні особливості тонуусу автономної нервової системи у корів української чорно-рябої породи методом варіаційної пульсометрії;
- дослідити вплив кормової добавки на основі наноаквахелатів на біохімічні показники крові корів залежно від тонуусу автономної нервової системи;
- встановити особливості змін морфологічних показників крові корів за застосування кормової добавки на основі наноаквахелатів з урахуванням тонуусу автономної нервової системи;
- оцінити вплив наноаквахелатів на показники молочної продуктивності корів залежно від тонуусу автономної нервової системи;
- встановити характер і ступінь кореляційних взаємозв'язків між біохімічними показниками крові та тонуусом автономної нервової системи;

- визначити кореляційні взаємозв'язки між показниками молочної продуктивності та тонусом автономної нервової системи.

Об'єкт дослідження – молочна продуктивність корів за застосуванні наноаквахелатів з урахуванням тонусу автономної нервової системи

Предмет дослідження – корови, молочна продуктивність, наноаквахелати, тонус автономної нервової системи, кров.

Методи дослідження: клінічні (варіаційна пульсометрія тонусу автономної нервової системи), лабораторні (дослідження біохімічних та морфологічних показників крові і молочної продуктивності), математично статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше встановлено особливості впливу наноаквахелатів на молочну продуктивність, морфологічні та біохімічні показники крові корів залежно від тонусу автономної нервової системи. Визначено взаємозв'язок між показниками обміну речовин, морфофункціональним станом організму та типом автономної регуляції за застосування наноаквахелатів. Розширено наукові уявлення про залежність молочної продуктивності корів від активності автономної нервової системи в умовах використання кормових добавок на основі наноаквахелатів. Доведено доцільність визначення тонусу автономної нервової системи як критерію прогнозування ефективності застосування кормових добавок та індивідуалізації технологічних підходів до підвищення продуктивності корів.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень мають фундаментальне значення в покращенні молочної продуктивності дійного стада корів за допомогою кормової добавки наноаквахелатів з урахування тонусу автономної нервової системи.

Отримані результати підтверджують важливість формування груп корів відповідно до тонуру автономної нервової системи при застосуванні кормової добавки, що підтверджується даними виконаного дослідження. Ефективне розподілення тварин допоможе краще оцінювати зміни показників організму та сприятиме точнішому розрахунку доз модифікованого раціону.

Основні положення дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес на таких кафедрах: анатомії, нормальної та патологічної фізіології тварин Сумського національного аграрного університету; фізіології, біохімії та мікробіології Одеського державного аграрного університету; нормальної та патологічної фізіології імені С. В. Стояновського Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем самостійно здійснено пошук і аналіз літератури за темою дисертаційної роботи, виконано експериментальні дослідження та статистичну обробку отриманих показників. Аналіз і узагальнення отриманих результатів виконані спільно з науковим керівником. Для публікації експериментальних досліджень разом із співавторами використовували лише ті результати, які були отримані особисто аспірантом. Внесок автора у спільні розробки зазначені у списку публікацій.

Апробація результатів. Результати проведених досліджень були апробовані та одержали позитивні відгуки на: Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми фізіології тварин» м. Львів 25–26 травня 2023 р. Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми фізіології тварин» м. Львів 25–26 травня 2023 р. Міжнародна науково-практична конференція «Біологічні, біотехнологічні та генетичні аспекти інтенсифікації аграрного виробництва» 24-25 жовтня 2024 року Ломжа – Миколаїв.

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження викладено в 10 наукових праць здобувача, з яких 6 статей у науково фахових виданнях

України 1 стаття у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та 3 тез наукових доповідей.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Автономна нервова система

Автономна нервова система – є складовою відділу периферичної нервової системи, що відповідає за регуляцію мимовільних процесів таких як скорочення серця, регулювання артеріального тиску, дихання, моторики кишечника, статевого рефлексу. Даний відділ нервової системи розподіляється переважно на дві складові симпатичну і парасимпатичну нервову систему також деякі вчені окремо виділяли кишкову [55].

Симпатична нервова система і парасимпатична нервова система в будові нервового волокна мають як аферентні так і еферентні волокна. Вони приймають участь у вхідних сенсорних і вихідних рухових сигналах, які взаємопов'язані із центральною нервовою системою. Загальна будова симпатичної і парасимпатичної нервової системи складається із: прегангліонарних нейронів тіло клітини яких розташоване у центральній нервовій системі та постгангліонарних нейронів тіло яких розташоване на периферії та іннервують тканини-мішені. Нервова система під назвою кишкова складається із паутиноподібної структури, що може виконувати свої функції незалежно від інших структур нервової системи. Це забезпечується великою кількістю нейронів понад 100 мільйонів, що більше від інших периферичних гангліїв та вдало регулює процеси травлення [30, 115]

Підвищення активності симпатичної нервової системи відбувається в період дії негативного фактору впливу, що призводить до негайної відповіді організму. Причиною цього стає збільшення артеріального тиску, зростання частоти серцебиття, зростає глікогеноліз, сповільнюється перистальтика кишечника та інше. Симпатична нервова система іннервує практично кожен тканину в організмі. Парасимпатична нервова система починає компенсувати надмірний вплив симпатичної нервової системи, коли негативний фактор впливу припиняє свою дію на організм. Наслідком цього стає зменшення

частоти серцевих скорочень, зниження артеріального тиску, підвищення перистальтики кишечника та інше. Парасимпатична нервова система іннервує лише голову, нутрощі та зовнішні статеві органи, в меншій кількості опорно-руховий апарат та шкіру, що в загальному значно менше ніж симпатична нервова система. Шлункова нервова система представлена рефлекторними шляхами, що впливають на процеси травлення, такі як рух їжі по травному тракту і регуляцію секреції та всмоктування продуктів перетравлюваних речовин в кровоток [4, 118].

Передача нервових імпульсів у симпатичної і парасимпатичної нервової системи забезпечується ацетилхоліном. Постсинаптичні нейрони симпатичної системи для впливу на тканини-мішені виробляють норадреналін як ефектор передачі, а нейрони парасимпатичної нервової системи переважно використовують ацетилхолін. Кишкова нервова системи використовує додатково як нейромедіатори серотонін і оксид азоту [39, 47].

1.1.1 Будова автономної нервової системи

Симпатична нервова система представлена нейронами, що мають тіло клітини, яке розташоване в інтермедіолатеральних стовпах спинного мозку. З нього через передні корінці виходять пресинаптичні волокна, які потім переходять до передніх гілок спинномозкових нервів після чого прямують до симпатичного стовбуру через білі комунікативні гілки [121]. Після чого нервові волокна піднімаються або спускаються до симпатичного стовбура до паравертебральних гангліїв і проходять до сусідніх гілок спинномозкових нервів через сіру комунікативну гілку або перетинають стовбур без синапсу, і відразу прямують до черевно-тазових нервів до превертебральних гангліїв. В наслідок розташування симпатичних гангліїв у центрі, пресинаптичні волокна коротші за постсинаптичні [7, 28].

Паравертебральні ганглії існують у вигляді вузликів по всьому симпатичному стовбуру, що прилягає до хребта, де синапсуються пре- та постгангліонарні нейрони. Хоча їх кількість може відрізнятись залежно від

людини, загалом є три шийні, дванадцять грудних, чотири поперекові та п'ять крижових гангліїв. З них лише шийні мають назви верхніх, середніх та нижніх шийних гангліїв [16]. Нижній шийний ганглії може зливатися з першим грудним ганглієм, утворюючи зірчастий ганглії. Усі нерви, розташовані дистально від паравертебральних гангліїв, є вісцеральними нервами. Вони передають аферентні та еферентні волокна між центральною нервовою системою та внутрішніми органами. Серцево-легеневі вісцеральні нерви несуть постсинаптичні волокна, що прямують до грудної порожнини [65, 99].

Нерви, які іннервують черевні та тазові органи, проходять через паравертебральний простір без синапсів, перетворюючись на черевно-тазові спланхнічні нерви. До цих нервів належать великий, малий, найменший та поперековий спланхнічні нерви. Пресинаптичні нерви зрештою утворюють синапси в превертебральних гангліях, які розташовані ближче до органу-мішені. Превертебральні ганглії є частиною нервових сплетінь, що оточують гілки аорти. До них відносяться ганглії черевної порожнини, аорторенальні, верхні та нижні мезентеріальні ганглії. Ганглії черевної порожнини отримують сигнали від великого спланхнічного нерва, аорторенальний — від малого та найменшого спланхнічних нервів, а верхній та нижній мезентеріальні — від найменшого та поперекового спланхнічних нервів [20, 89]. Черевний ганглії іннервує органи, що походять від передньої кишки: дистальний відділ стравоходу, шлунок, проксимальний відділ дванадцятипалої кишки, підшлункову залозу, печінку, жовчну систему, селезінку та надниркові залози. Верхній бриттовий ганглії іннервує похідні середньої кишки: дистальний відділ дванадцятипалої кишки, порожню кишку, клубову кишку, сліпу кишку, апендикс, висхідну ободову кишку та проксимальний відділ поперечної ободової кишки. А нижній мезентеріальний ганглії забезпечує симпатичну іннервацію структур, що розвинулися з задньої кишки: дистальної поперечної, низхідної та сигмоподібної ободової кишки; прямої кишки та верхнього анального каналу; а також сечового міхура, зовнішніх статевих органів та статевих залоз [53, 78].

Загальне правило двох нейронів для ланцюгів симпатичної та парасимпатичної нервової системи має кілька помітних винятків. Симпатичні та парасимпатичні постгангліонарні нейрони, що синапсують з травної нервової системи, функціонально є частиною ланцюга з трьох або більше нейронів. Пресинаптичні симпатичні волокна, що прямують до мозкової речовини надниркових залоз, проходять через черевні ганглії та синапсують безпосередньо з хромафінними клітинами [51]. Ці унікальні клітини, які функціонують як постгангліонарні волокна, що секретують адреналін безпосередньо у венозну систему. Постгангліонарні симпатичні нейрони вивільняють норадреналін, що діє на адренергічні рецептори в тканині-мішені. Підтипи рецептора (альфа-1, альфа-2, бета-1, бета-2 або бета-3) та тканини, в яких вони експресуються, впливають на спорідненість до рецептора [21, 43].

Як зазначалося, симпатична нервова система дозволяє організму справлятися зі стресовими факторами за допомогою реакції «бий або біжи». Ця реакція в першу чергу регулює кровоносні судини. Судини тонічно іннервуються і в більшості випадків збільшення симпатичних сигналів призводить до вазоконстрикції та протилежного вазодилатації. Винятком є коронарні судини та ті, що постачають кров до скелетних м'язів і зовнішніх статевих органів, для яких відбувається протилежна реакція. Цей суперечливий ефект опосередковується балансом активності альфа- та бета-рецепторів. У фізіологічному стані стимуляція бета-рецепторів збільшує дилатацію коронарних судин, але цей ефект притупляється вазоконстрикцією, опосередкованою альфа-рецепторами. Таким чином, коронарні артерії можуть звужуватися через симпатичну стимуляцію. Симпатична активація збільшує частоту серцевих скорочень і скоротливу силу, що однак, збільшує метаболічний обмін [48, 130].

Симпатична нервова система постійно активна, навіть у нестресових ситуаціях. Окрім вищезгаданої тонічної стимуляції кровоносних судин, вона активна під час нормального дихального циклу. Симпатична активація

доповнює парасимпатичну нервову систему, діючи під час вдиху для розширення дихальних шляхів, забезпечуючи належний приплив повітря.

Крім того, симпатична нервова система регулює імунітет через іннервацію імунних органів, таких як селезінка, тимус та лімфатичні вузли. Цей вплив може підвищувати або знижувати процес запалення. Клітини адаптивної імунної системи переважно експресують бета-2 рецептори, тоді як клітини вродженої імунної системи експресують їх, а також альфа-1 та альфа-2 адренергічні рецептори. Макрофаги активуються стимуляцією альфа-2 та пригнічуються активацією бета-2 адренергічних рецепторів [Stogios і Daniela].

Більшість постгангліонарних симпатичних нейронів є норадренергічними, а також вивільняють один або декілька пептидів, таких як нейропептид Y або соматостатин. Нейропептидні Y нейрони іннервують кровоносні судини серця, регулюючи таким чином кровотік, тоді як соматостатинові нейрони черевного та верхнього брижового гангліїв постачають кров до підслизових гангліїв кишечника та беруть участь у контролі моторики шлунково-кишкового тракту. Вважається, що ці пептиди служать для модуляції реакції постсинаптичного нейрона на первинний нейромедіатор.

Пептиди також пов'язані з холінергічними симпатичними постгангліонарними нейронами. Ці нейрони найчастіше іннервують потові залози та прекапілярні судини опору в скелетних м'язах і продукують вазоактивний кишковий поліпептид разом з ACh. Пептид, пов'язаний з геном кальцитоніну, потужний вазодилататор, також був виявлений у паравертебральних симпатичних нейронах [72, 104].

Парасимпатичні волокна виходять з центральної нервової системи через черепні нерви III, VII, IX та X, а також через нервові корінці спинного мозку 2-4. Існує чотири пари парасимпатичних гангліїв, і всі вони розташовані в голові. Черепні нерви III, через війковий ганглії, іннервує райдужку та війкові м'язи ока. VII іннервує слізні, носові, піднебінні та глоткові залози через крилопіднебінний ганглії, а також під'язикові та підщелепні залози через

підщелепний ганглії. IX іннервує привушні залози через вушний ганглії. Кожне інше пресинаптичне парасимпатичне волокно синапсується в ганглії поблизу або на стінці цільової тканини це призводить до того, що пресинаптичні волокна значно довші за постсинаптичні. Розташування цих гангліїв дало назву парасимпатичній нервовій системі: «пара-» означає поруч, отже, «парасимпатичний» [3, 129].

Блукаючий нерв X, становить близько 75% парасимпатичної нервової системи і забезпечує парасимпатичну стимуляцію до більшості органів грудної та черевної порожнини, причому крижові парасимпатичні волокна іннервують низхідну та сигмоподібну ободову кишки та пряму кишку. Блукаючий нерв має чотири клітинні тіла в довгастому мозку. До них належать такі як:

- дорсальне ядро: забезпечує парасимпатичний вихід до внутрішніх органів
- подвійне ядро: виробляє рухові волокна та прегангліонарні нейрони, що іннервують серце
- ядро одноокого шляху: отримує аференти смакових відчуттів та сигнали від нутрощів, і нарешті
- спинномозкове трійчасте ядро: отримує інформацію про дотик, біль та температуру зовнішнього вуха, слизової оболонки гортані та частини твердої мозкової оболонки.

Крім того, блукаючий нерв проводить сенсорну інформацію від барорецепторів каротидного синуса та дуги аорти до довгастого мозку [100, 102].

Блукаючий нерв відповідає за процеси «відпочинку та травлення». Він сприяє сповільненню роботи серця. Блукаючий нерв зменшує скоротливість у передсердях і меншою мірою у шлуночках. Перш за все, він зменшує швидкість провідності через атріовентрикулярний вузол. Саме за цим механізмом масаж каротидного синуса обмежує повторний вхід при синдромі Вольфа-Паркінсона-Уайта. Інша ключова функція парасимпатичної нервової

системи зосереджена навколо травлення. Парасимпатичні волокна у голові сприяють слиновиділенню, тоді як ті, що синапсуються з травній нервовій системі, призводять до посилення перистальтичної та секреторної активності. Блукаючий нерв також має значний вплив на дихальний цикл. У непатологічному стані парасимпатичні нерви збуджуються під час видиху, скорочуючи та підвищуючи жорсткість дихальних шляхів, щоб запобігти колапсу [88, 95].

Через експансивну природу блукаючого нерву, його описують як ідеальну «систему раннього попередження» впливу на організм різних факторів, а також як моніторинг відновлення організму. До 80% вагусних волокон є сенсорними та іннервують майже всі основні органи. Було виявлено, що парасимпатичні ганглії експресують рецептори інтерлейкіну-1, ключового цитокіну в імунній відповіді. Це, у свою чергу, активує гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову вісь та нейросенсорну систему, що призводить до вивільнення глюкокортикоїдів та нефронуклеотидів. Відома кореляція між пригніченням вагусної дії шляхом ваготомії та холінергічними інгібіторами, що не повною мірою, усуває алергічну, астматичну та запальну реакцію.

Постгангліонарні парасимпатичні нейрони вивільняють ацетилхолін, який діє на мускаринові та нікотинові рецептори, кожен з яких має різні субодиниці: M1, M2 та M3, а також N1 та N2, де «М» та «N» позначають мускарин та нікотин відповідно. Постгангліонарні рецептори ацетилхоліну та мозкової речовини надниркових залоз є нікотинового типу, тоді як парасимпатичні ефектори та потові залози є мускаринового типу. Як і в симпатичних нейронах, кілька пептидів, такі як вазоактивний кишковий пептид, нейропептид Y та пептид, пов'язаний з геном кальцитоніну, експресуються в парасимпатичних нейронах та вивільняються з них [103, 124].

Кишкова нервова система складається з двох гангліонарних сплетень: міжм'язового (Ауербаха) та підслизового (Мейснера). Міжм'язове сплетення розташоване між поздовжнім та круговим гладким м'язом шлунково-кишкового тракту, тоді як підслизове сплетення знаходиться в підслизовому

шарі. Дана нервова система автономна, функціонує через локальну рефлекторну активність, але часто отримує вхідні дані від симпатичної та парасимпатичної нервової системи, що забезпечує зворотний зв'язок між ними. Кишкова нервова система може отримувати вхідні дані від постгангліонарних симпатичних нейронів або прегангліонарних парасимпатичних нейронів. Підслизове сплетення регулює рух води та електролітів через стінку кишечника, тоді як міжм'язове сплетення координує скоротливість кругових та поздовжніх м'язових клітин кишечника для забезпечення перистальтики.

Перистальтика шлунково-кишкового тракту забезпечується завдяки рефлекторному ланцюгу до якого входить кругові та поздовжні м'язи, які регулюються кишковою нервовою системою. Нікотинові синапси між інтернейронами опосередковують рефлекторні ланцюги. Коли ланцюг активується під дією болюсу, збуджуючі нейрони в круговому м'язі та гальмівні нейрони в поздовжньому м'язі спрацьовують, утворюючи вузьку ділянку кишечника проксимальніше болюсу відомий як пропульсивний сегмент. Одночасно збуджуючі нейрони в поздовжньому м'язі та гальмівні нейрони в круговому м'язі, утворюється «приймальний сегмент» кишечника, в якому боліс продовжуватиметься. Цей процес повторюється з кожною наступною ділянкою кишечника [9].

Кишкова нервова система має спільні риси із центральною нервовою системою. Ентеральні нейрони можуть бути біполярними, псевдоуніполярними та мультиполярними, між якими відбувається нейромодуляція через збуджувальну та гальмівну комунікацію. Так само дані нейрони використовують понад 30 нейромедіаторів, подібних до нейромедіаторів центральної нервової системи, причому найпоширенішими є холінергічні та нітнергічні нейромедіатори.

Аферентні волокна кишкової нервової системи відповідають за численні рефлекторні дії, які регулюють все, від частоти серцевих скорочень до імунної системи. Зворотний зв'язок від автономної нервової системи зазвичай

обробляється на підсвідомому рівні, щоб викликати рефлекторні дії у вісцеральних або соматичних частинах тіла. Свідоме відчуття нутрощів часто інтерпретується як дифузний біль або судоми, які можуть корелювати з голодом, відчуттям переповнення або нудотою. Ці відчуття найчастіше виникають внаслідок раптового розтягнення або скорочень, хімічних подразників [83].

1.1.2 Функції автономної нервової системи.

Автономна нервова система здійснює свій контроль за допомогою хімічних месенджерів, відомих як нейромедіатори. Нейромедіаторами даної нервової системи відносять: ацетилхолін, норадреналін та адреналін. Прегангліонарні нейрони симпатичного та парасимпатичного відділів, а також постгангліонарні нейрони парасимпатичної нервової системи використовують ацетилхолін. Постгангліонарні нейрони симпатичної нервової системи використовують норадреналін та адреналін. Хоча є винятки такі як кишкова нервова система.

Ацетилхолін вивільняється всіма прегангліонарними нейронами, незалежно від їхньої участі в парасимпатичній чи симпатичній нервовій системі. Він зв'язується з нікотиновими ацетилхоліновими рецепторами, ліганд-залежним іонним каналом, на постгангліонарних нейронах. Після зв'язування ацетилхоліну іонний канал відкривається, дозволяючи потік іонів, зокрема натрію та кальцію, що індукує збуджуючий постсинаптичний потенціал і призводить до поширення нейронного сигналу вниз по аксону. Ацетилхолін також вивільняється постгангліонарними нейронами парасимпатичної нервової системи. Тут він зв'язується з мускариновими ацетилхоліновими рецепторами на цільовій ділянці, які є рецепторами, пов'язаними з G-білком. Вони виконують функції парасимпатичної нервової системи, перелічені вище. Важливо зазначити, що ацетилхолін також вивільняється постгангліонарними нейронами потових залоз і зв'язується з мускариновими рецепторами та активує їх. Ця активність є винятком для

симпатичної нервової системи, яка зазвичай використовує норадреналін як хімічний посередник, що вивільняється з постгангліонарних нейронів [8].

Норадреналін вивільняється постгангліонарними нейронами симпатичної нервової системи, які зв'язуються з адренергічними рецепторами та активують їх. Ці рецептори далі поділяються на альфа-1, 2 (G-зв'язаний рецептор), та бета-1, 2, 3 (G-зв'язаний рецептор). Адреналін вивільняється в системний кровообіг хромафінними клітинами надниркової залози, зокрема мозкової речовини надниркової залози. Черевні нерви симпатичної нервової системи синапсуються з хромафінними клітинами та стимулюють їх до вивільнення адреналіну за допомогою сигнального месенджера ацетилхоліну. Ця особливість надниркової залози є важливим компонентом симпатичної нервової системи, оскільки дозволяє системно впливати на основні органи [20].

1.1.3 Методи дослідження автономної нервової системи

Вегетативну функцію можна виміряти неінвазивно за фізіологічними сигналами частоти серцевих скорочень, частоти дихання та артеріального тиску. Коливання тривалості часу між серцевими скороченнями (інтервали RR), забезпечується симпатичної та парасимпатичної взаємодією, що матиме відображення у особливостях впливу даних відділів автономної нервової системи. Високочастотна мінливість відображає парасимпатичну функцію та залежить від частоти дихання, тоді як низькочастотна мінливість зумовлена комбінацією симпатичних та парасимпатичних входів та змін частоти серцевих скорочень, викликаних барорефлексом. У міру росту організму спостерігатися посилення парасимпатичної функції, що збільшує високочастотну мінливість. Таким чином, дослідження серцево-судинної системи може бути використана як маркер вегетативної функції у новонароджених і може бути пов'язана з нейророзвитком. Функцію мієлінізованих вагусних шляхів найточніше визначають шляхом кількісної

оцінки дихальної синусової аритмії – амплітуда коливань, спричинена спонтанним диханням, у відрізку серцевого ритму [117].

Традиційно оцінка автономної нервової системи проводилася шляхом реєстрації нервової активності симпатичного нерву за допомогою електродів, інвазивно розміщених на нервових волокнах. Цей метод оцінки нервової системи має значні складності у виконанні. Для оцінки симпатичної та парасимпатичної активності було розроблено кілька інших методів, включаючи чутливість барорефлексу, плазмові катехоламіни, серцеву симпатичну нейровізуалізацію, електродермальну активність та варіабельність серцевого ритму. Було встановлено, що зміни функції барорефлексу відображають зміни у вегетативному контролі серцево-судинної системи; було розроблено кілька методів для вивчення функцій барорефлексу, однак більшість цих методів мають обмежену цінність у клінічних умовах. Плазмові катехоламіни вимірюють адреналін, норадреналін та дофамін у крові для реєстрації нейронної активності вегетативної нервової системи. Серцева симпатична нейровізуалізація використовує ін'єкцію сполук для радіоактивного мічення місць зберігання катехоламінів за допомогою томографічної радіонуклідної візуалізації. Електродермальна активність реєструє вегетативну активність за рахунок модуляції провідності шкіри, яка індукується активністю потових залоз. З урахуванням переваг і недоліків кожного методу, варіабельність серцевого ритму широко визнається потужним інструментом вегетативної оцінки завдяки своїй точності, відтворюваності та простоті. Оскільки модуляція автономної нервової системи для контролю функції шлунково-кишкового тракту була успішно продемонстрована через варіабельність серцевого ритму, вона може не дуже добре співвідноситися з іншими методами оцінки [123].

Для оцінки активності симпатичної та парасимпатичної нервової системи з використанням сигналу інтервалу R-R, що генерується з електрокардіограми, було розроблено та використано кілька параметрів.

Параметри часової області кількісно вимірюють ступінь варіабельності частоти серцевих скорочень, використовуючи дані пік-пік або RR-інтервалів, що є тривалістю часу між послідовними піками R сигналу. До них належать середньоквадратична послідовність різниці RR-інтервалів, відсоток послідовних RR-інтервалів, що відрізняються більш ніж на 50 мс, стандартні відхилення: RR-інтервалу, нормальних RR-інтервалів після видалення артефактів, середні RR-інтервали для кожного 5-хвилинного сегмента протягом 24-годинного запису та їх середнє значення. Період передвикиду, який є тривалістю часу між електричною активністю та механічною активністю серця, розрахованою за сигналами електрокардіограми та імпедансу (тривалість часу між точкою Q та точкою сигналі імпедансної кардіографії), є мірою активності симпатичної нервової системи, але не дуже чутливим параметром. Симпатичний індекс використовується як міра активності симпатичної нервової системи; він виводиться з гістограми інтервалу R-R. Графік Пуанкаре – це нелінійний метод вимірювання вегетативної активності; довжина малої осі апроксимованого затемнення представляє парасимпатичну нервову систему, тоді як довжина великої осі залежить від активності як симпатичної так і парасимпатичної нервової системи, тоді як їх співвідношення представляє вегетативний баланс [66, 89].

1.2. Молочна продуктивність тварин

Протягом останнього десятиліття автоматизація молочних ферм набула дедалі більшого значення. Найважливішою особливістю розумної ферми є використання новітніх систем на для моніторингу та управління численними сенсорними пристроями, що використовуються на фермі. Зв'язок між сенсорними системами, дозволяє інтегрувати потоки даних, які раніше були складними для реалізації. Хмарна інфраструктура використовується для зберігання даних, зібраних з різноманітного вимірювального обладнання, включаючи нашійники для великої рогатої худоби, доїльні станції та кормові вагони, та інше. Розвиток технологій, що дозволяють створювати бездротові сенсорні мережі, зробив можливим встановлення сенсорних платформ за

низькою ціною. Ці сенсорні платформи знаходять застосування в різних галузях промисловості та громадах. У галузі сільського господарства, особливо на малих молочних фермах, розвиток технологій використовуються для створення бази, яка допомагає фермерам приймати рішення та підвищувати ефективність роботи ферм. Це економить їм час та надає інформацію про виробничий процес, стадо та кожну тварину [34, 61].

Молоко містить багато поживних речовин, необхідних для людини. Воно є чудовим джерелом білка, жиру, лактози, вітамінів та мінералів, життєво важливих для росту організму, підтримки здоров'я та профілактики захворювань. Виробництво молока в Таїланді швидко зросло, що стимулюється зростанням населення та змінами в раціоні. У 2022 році вітчизняні молочні корови в Таїланді мали здатність виробляти сире молоко приблизно 3800 тонн на день від приблизно 324 000 корів з 23 436 ферм по всій країні. Надій молока становить 70% від загального обсягу молока з понад 20 000 ферм, що виробляється в країні, і надходить від невеликих молочних ферм, що базуються на сімейних фермах, стада яких можуть коливатися від двох-трьох корів до понад десятка голів.

Кількість молока є найважливішим фактором в управлінні фермерським господарством, де загальна кількість молока на молочній фермі використовується як дані для оцінки прибутку бізнесу та розподілу постачальнику. Тим часом, індивідуальна кількість молока, виробленого на одну корову за доїння, є основним критерієм для оцінки вартості молочних корів, прийняття рішень про вибракування та парування, а також важлива для правильного регулювання кількості корму та складання раціонів, окрім оцінки прибутковості. На великих фермах, що використовують трубопровідні доїльні апарати для доїння корів, індивідуальна кількість молока легко вимірюється та реєструється за допомогою цифрового лічильника молока, встановленого в кожному корівнику. Тим часом, для невеликих молочних ферм, що використовують індивідуальні доїльні апарати, її можна виміряти за

допомогою лічильника молока, мірних скляних колб для молока або зважуванням та записом результатів вручну [56, 67].

1.2.1 Методи дослідження молочної продуктивності корів

Точні записи про лактацію відіграють невід'ємну роль у генетичному прогресі та комплексному управлінні молочною худобою, причому удій у тестові дні є основою цих записів. У таких країнах, як Сполучені Штати, у більшості корів, які беруть участь у програмах обліку молока, щомісяця беруться проби молока та документується вага молока. Таким чином, термін «удій у тестові дні» визначає кількість молока, виробленого молочною коровою у конкретний день, коли оцінюється її удій. Надій у тестові дні згодом використовується для прогнозування надою молока під час лактації. Аналіз зразків молока надає додаткову інформацію про компоненти, включаючи жир, білок та кількість соматичних клітин. Для ефективного управління стадом періодичні записи про тестові дні служать значним джерелом інформації про продуктивність окремих корів та стада в цілому. Така інформація також регулярно використовується для оцінки здоров'я корови та якості молока, а в деяких випадках допомагає визначити ціну на молоко. Для генетичних оцінок записи тестових днів використовуються для розрахунку оціночної племінної цінності для ознак, пов'язаних з молочною продуктивністю. Остання інформація є важливою для прийняття рішень щодо розведення з метою покращення генетичного потенціалу стада за цими ознаками для майбутніх поколінь [33, 55].

Частота записів у день тестування може змінюватися залежно від застосованих стратегій управління стадом. Хоча корову доять кілька разів у день тестування, не всі ці доїння зважуються. Ця практика, що виникла в Сполучених Штатах у 1960-х роках, відображала перехід від стандартної схеми контрольованого двічі на день щомісячного тестування до економічно ефективних планів доїння, щоб мінімізувати витрати. Такий метод чергує відбір проб під час ранкового або вечірнього доїння протягом лактації.

Спочатку кожен надій молока в день тестування вважався подвійним за один надій, припускаючи, що ранкове та вечірнє доїння проводяться на однаковій відстані один від одного, кожне триває рівно 12 годин. Або ж зміщення зрівнюються, якщо нерівномірність між ранковим та вечірнім доїнням є додатковою. Однак практичні ситуації різні. Інтервали ранкового та вечірнього доїння можуть відрізнятися, а швидкість секреції молока може коливатися між денним та нічним часом. Інтервали ранкового доїння зазвичай триваліші, ніж інтервали вечора, а ранковий надій молока зазвичай перевищує вечірній. Хоча відмінності присутні, вони не обов'язково нівелюються. Доведено, що ширший діапазон інтервалів ранкового доїння (від 5,6 до 23,67 год) порівняно з інтервалами вечірнього доїння (від 5,0 до 18,4 год), базуючись на наборі даних про молочну худобу голштинської породи в США, що містить 7544 записи про доїння від 5201 корови голштинської породи з 23 стад. Середні інтервали ранкового та вечірнього доїння становили 12,3 та 11,6 год відповідно. Збігаючись із подовженим інтервалом ранкового доїння, середній ранковий надій молока (16,4 кг) перевищував середній вечірній надій молока (15,3 кг). Крім того, узагальнена адитивна модель, застосована до того ж набору даних, показала, що середня корова голштинської породи в мала вищу ймовірність (63,0%) виробляти більше молока під час ранкового доїння порівняно з вечірнім, головним чином через більш тривалі інтервали між ранковим доїнням, тоді як зворотна ймовірність на користь більшого вечірнього надою становила лише 35,8% [45, 50].

Запропоновано безліч методологій усунення упереджень у розрахунках добового надою, що виникають головним чином через нерівні інтервали доїння. Центральним елементом цих досягнень були адитивні коригувальні коефіцієнти (**ACF**) та мультиплікативні коригувальні коефіцієнти (**MCF**). Наприклад, при ранково-вечірньому доїнні модель ACF забезпечує додаткові коригувальні величини, що перевищують вдвічі більші за ранковий (або вечірній) надій, для оцінки добових загальних показників. На противагу цьому, MCF визначається як відношення добового надою до виходу від одного

доїння, тому його також називають коефіцієнтом співвідношення. Як ASCF, так і MCF обчислюються для дискретних класів інтервалів доїння. MCF були запропоновані в кількох формах і їх точні статистичні інтерпретації відрізняються, так моделі MCF стикаються з особливою проблемою, яка називається «проблемою співвідношення», через використання змінної співвідношення (тобто пропорційного добового виходу) як залежної змінної в щільності даних або функціях згладжування. Потенційні наслідки цієї проблеми можуть призвести до систематичних помилок у двох основних областях: систематична помилка через пропущені змінні та систематична помилка через помилки вимірювання. У відповідь на «проблему співвідношення», також було запропоновано альтернативне рішення у вигляді експоненціальної регресійної моделі, яка продемонструвала підвищену точність оцінки надоїв молока в день тестування. Стратегії нелінійного моделювання, які послаблюють припущення лінійності моделі у наборі даних про доїння голштинської породи. Їхні результати продемонстрували, що деякі нелінійні моделі, такі як кубічні сплайни, локально оцінене згладжування діаграми розсіювання та узагальнені адитивні моделі, є перспективними, оскільки вони підвищують точність оцінених добових надоїв молока. Зокрема, адитивні моделі надають гнучкий інструмент для фіксації нелінійних залежностей у даних, використовуючи різні нелінійні функції для різних змінних-предикторів. Дана модель, за умови оптимальної побудови, мала найменші похибки та найвищу точність для оцінки добових надоїв молока серед усіх оцінених нелінійних моделей [10, 66].

Протягом останніх двох десятиліть спостерігається сплеск досліджень геномної селекції, зосереджених переважно на генотипах та статистичних парадигмах. Хоча записи про лактацію є не менш важливими, вони були недооцінені. Існуючі системи обліку та коригування лактації дещо застаріли. Нещодавні зусилля щодо масштабного збору даних про молочне скотарство, спільно підтримані Радою США з розведення молочної худоби, Лабораторією геноміки та вдосконалення тварин Міністерства сільського господарства

США та Національною асоціацією інформації про молочне стадо, спрямовані на оновлення параметрів сучасних систем обліку лактації, оцінку існуючих методів та дослідження нових методологій для створення більш надійних записів про лактацію [62, 73].

«Ранкове-вечорашнє доїння» було стандартною практикою в молочному скотарстві, за якою корів доїли двічі на день: один раз вранці (АМ) і один раз ввечері (РМ). Цей режим, що виник з епохи повсюдного ручного доїння, сприяв зручності, дозволяючи доїти корів вранці та ввечері. Протокол для кожного сеансу доїння схожий: корів приводять з пасовища або житла, а їхні вим'я та соски очищають. Потім починається процес доїння, механічно або вручну. Після доїння корів годують і повертають до місць відпочинку. План ранкового-вечорашнього доїння не тільки сприяє комфорту корови, уникаючи переповнення її виміні, тим самим знижуючи ймовірність дистресу корови та деяких можливих проблем зі здоров'ям, але й сприяє стабільності доїння, на яку корова позитивно реагує. Крім того, він дозволяє фермерам регулярно стежити за коровами на наявність будь-яких аномалій у здоров'ї та поведінці [107, 123].

Технологічний прогрес, зокрема автоматичні (роботоизовані) системи доїння, започаткував еру, коли триразове або навіть частіше доїння стає звичним явищем. Такі системи дозволяють частіше та добровільніше доїти, потенційно підвищуючи надої та покращуючи добробут тварин. З біологічної точки зору, частіше доїння тягне за собою частіше спорожнення виміні, що потенційно стимулює підвищене виробництво молока. Однак ці частіші доїння не позбавлені проблем, оскільки вони вимагають більше праці, потенційно збільшують стрес корів, якщо їх неправильно керувати, та потребують додаткової модифікації раціону для задоволення підвищених потреб у поживних речовинах для збільшення виробництва молока. Дослідження показали, що хоча надої можуть зростати, вміст жиру та білка в молоці може знижуватися. Звіт Міністерства сільського господарства США за 2014 рік

показав, що приблизно 88% молочних господарств досі переважно доять корів двічі на день і ця тенденція особливо поширена на дуже малих (<30 голів), малих (30–99 голів) та середніх (100–499 голів) підприємствах, причому 84,4–97,9% доять більшість корів двічі на день. Натомість близько 57% великих підприємств обрали триразовий графік доїння на день [77, 84].

У 1960-х роках з'явилися стратегії економії коштів при доїнні, за яких не зважувалися всі доїння в день тестування. Наприклад, у плані ранкові та вечірні доїння по черзі вимірювалися в дні тестування протягом лактації. Спочатку добовий надій визначався як подвійна кількість молока від одного зразка доїння, математично представлена як:

$$y = 2 \times x \quad (1)$$

x позначає відомий ранковий або вечірній надій корови, а y – це розрахунковий добовий надій молока. Цей наївний підхід, який називають «базовою моделлю» або методом « $2x$ », спирається на припущення, що інтервали та надої ранкового та вечірнього доїння однакові. Тому він без винятків призначає фіксований мультиплікативний поправочний коефіцієнт для всіх корів. Однак насправді інтервали ранкового та вечірнього доїння часто не рівні, як і ранкові та вечірні надої молока.

Оригінальна модель по суті, є факторіальною (або дисперсійною) моделлю, яка оцінює різницю між надоєм у ранковий та вечірній час як змінну відгуку. Факторіальні змінні або предиктори включають класи інтервалів доїння, місяці лактації тощо, залежно від обставин показали, що стандартна модель оцінки продуктивності можна інтерпретувати як лінійну регресію надою молока в день тестування від часткового надою, інтервалу доїння та інших коваріат або факторів як змінних-предикторів, де це можливо. Для простоти розглянемо час інтервалу доїння (t) використовують як єдину змінну-предиктор. Нехай x – вихід у вечірній час, а y – загальний добовий показник. Тоді $(y-x)$ кількісно визначає вихід у ранковий час. Це можна виразити наступним чином:

$$E\{(y - x) - x\} = \alpha + \beta t \quad (2)$$

де α і β – коефіцієнти перетину з віссю ординат та регресії для інтервалу часу доїння t відповідно. Якщо ранкове та вечірнє доїння потрібно аналізувати разом, вищезгадану модель можна налаштувати так, щоб вона включала гетерогенні перетини з віссю ординат та спільні нахили для ранкового та вечірнього доїння. Після деякої перебудови попередньої модель вона стає такою:

$$E(y) = \Delta + 2x \quad (3)$$

де $\Delta = \alpha + \beta t$ – це адитивний коригувальний член. Тут коефіцієнт регресії для часткової врожайності дорівнює рівно двом, тобто адитивний коригувальний член доповнюється до подвоєної часткової, що потім стає розрахунковою загальною добовою врожайністю. Встановлення Δ до нуля повертає модифіковану модель до базової моделі. Що розраховуються для дискретних класів інтервалів доїння [46, 108].

Мультиплікативні коригувальні коефіцієнти – це співвідношення добового надою до надою від одноразового доїння, що позначаються як F , також обчислюється для дискретних класів інтервалів доїння. Моделі мультиплікативно коригувального коефіцієнту була запропонована в кількох формах. Два найпоширеніші підходи включають модель DeLorenzo/Wiggans та модель Wiggans. Перша лінійно регресувала надої в день тестування на частковому надої без перетину з точкою перетину щодня, тоді як друга розглядала пропорційний добовий надій як лінійну функцію часу інтервалу доїння. Загальний добовий надій потім оцінюється як F , помножений на один надій, де його значення змінюється залежно від різних класів інтервалів доїння та між ранковим та вечірнім доїннями. $F=2$ повертає модель мультиплікативно коригувального коефіцієнту назад до базової моделі.

Лю розглянули різні лінійні (та квадратичні регресійні) моделі, де залежною змінною був надій молока в день тестування. Наприклад, лінійна модель математично представлена як:

$$y = \Delta + Fx \quad (4)$$

де $\Delta(F)$ – це адитивний (мультиплікативний) поправочний коефіцієнт, розрахований для кожного класу інтервалу доїння. Здається, лінійна модель враховує обидва сценарії, але фактично вона більше нагадує класичні моделі, ніж моделі мультиплікативно коригувального коефіцієнту. Налаштування F до 2 призводить до базової моделі, тоді як якщо дозволити Δ дорівнює 0 призводить до моделі мультиплікативно коригувального коефіцієнту. Коли обидва обмеження діють (тобто, $\Delta=0$ і $F=2$), попереднє рівняння спрощується до базової моделі [110, 124].

1.2.2 Фактори, що впливають на молочну продуктивності корів

Глобальне виробництво молока молочними коровами неухильно зростає протягом багатьох десятиліть. Хоча секреторна здатність молочної залози наразі, здається, не порушена, спостерігається значна кількість розладів здоров'я та зниження репродуктивної продуктивності, пов'язаних з високим виробництвом молока. Зокрема, перші тижні лактації характеризуються більшою частотою так званих виробничих захворювань (наприклад, гіпокальціємія, кетоз, печінковий ліпідоз, зміщення сичуга та мастит) та проблемами з репродукцією [90, 116].

Одночасно зі збільшенням надоїв молока зростають потреби в енергії та поживних речовинах для лактації. Після пологів потреби в енергії зростають і можуть бути більш ніж у 5 разів вищими під час пікової лактації у корови, яка виробляє 60 кг молока на день, порівняно з коровою, яка не лактує. Сьогодні щоденне виробництво молока окремими високопродуктивними коровами може сягати понад 100 кг. Існують розбіжності щодо того, чи досягнуто вже меж виробництва молока. Однак, враховуючи нинішнє зростання поширеності захворювань, яке постійно зростало протягом останніх десятиліть, здається

очевидним, що фізіологічні межі явно перевищені у багатьох особин. На початку 1980-х років дослідники припускали, що генетична здатність до виробництва молока була досягнута на той час, і будь-яке подальше збільшення надоїв зашкодить здоров'ю тварин. Хоча в багатьох дослідженнях може не бути зв'язку між порушеннями здоров'я та рівнем продуктивності молочних корів, молочні фермери щодня стикаються з обмеженнями. Як наслідок, покращення загальної продуктивності та тривалості життя протягом усього життя для досягнення більшої ефективності та сталості виробництва молока є очевидно вкрай необхідним [94, 123].

Глюкоза як необхідний субстрат для синтезу молока та імунної системи. Приблизно 85% обігу глюкози під час лактації припадає головним чином на синтез лактози, а отже, і на виробництво молока, оскільки виробництво лактози головним чином визначає кількість виробництва молока. Однак концентрація глюкози в крові показує найнижчий рівень на початку лактації, а глюконеогенез починається лише з низькою швидкістю одразу після пологів через низьку активацію екстрамітохондріальної неконституційної фосфоенол-піруват-кінази. Оскільки глюкоза використовується не лише молочною залозою (для синтезу лактози), але й імунною системою, центральною нервовою системою (особливо мозком) та нирками [11, 119].

Глюкоза є одним з найбільш лімітуючих факторів, особливо на початку лактації у молочних корів. Особливе посилене використання глюкози спостерігається під час активації імунної системи (глюкоза використовується, наприклад, активованими НК-клітинами, Т-клітинами, В-клітинами, дендритними клітинами, макрофагами та гранулоцитами). Більша частина глюкози поглинається молочною залозою на ранніх стадіях лактації через інсулінонезалежний транспортер глюкози-1, тоді як на пізніших стадіях лактації важливість інсулінозалежного поглинання глюкози зростає. Отже, молочна залоза має нижчий метаболічний пріоритет під час встановленого енергетичного та поживного гомеостазу на пізніших стадіях лактації [42, 83].

Ендокринний контроль мобілізації тканин та енергетичного гомеостазу. Молочна залоза контролюється великою кількістю гормонів і тканинних факторів. Ендокринний контроль анаболічного метаболізму молочної залози та катаболічного екстрамарного метаболізму є надзвичайно важливим. Після встановлення лактації після пологів (стадія галактопоезу) у корів гормон росту відомий як найважливіший гормон, що стимулює надій молока, що показано парентеральним введенням. Вплив даного гормону частково опосередковується інсуліноподібним фактором росту. У зв'язку з цим відмінності в лактаційній продуктивності генетично дивергентних ліній корів голштинської породи можна пояснити різними концентраціями як глюкози так і гормону росту [74, 125].

Очевидно, що рівень глюкози є маркером стійкості та метаболічної стійкості у молочних корів. На початку лактації її продукція печінкою та концентрація в плазмі знижуються, незважаючи на підвищену концентрацію гормону росту у плазмі. Через втрату зворотного контролю з боку транспортера глюкози та резистентність до гормону у зв'язку з неефективною ендокринною енцефалопатією. Разом з низькою секрецією інсуліну, його рівнем у плазмі, посилюється мобілізація жирів та пригнічується поглинання циркулюючих поживних речовин, таких як амінокислоти, периферичними тканинами. Тоді як потік субстратів для синтезу молока та поглинання нею є інсулінонезалежним і таким чином, посилюється. Тому низькі концентрації інсуліну є важливими для ліпомобілізації. З точки зору глюконеогенезу, глюкагон відіграє важливу роль у постачанні глюкози. Крім того, адипоцитокіни, такі як адипонектин та лептин, також беруть участь у поглинанні поживних речовин периферичними тканинами. А зі зниженням чутливості до інсуліну знижується концентрації адипонектину та лептину, що додатково спрямовує глюкозу до молочної залози [22, 109].

З точки зору регуляції метаболізму та синтетичної здатності молочної залози, гормони щитовидної залози тироксину (Т4) та трийодтироніну (Т3), які

відіграють суттєву роль. Хоча їх концентрації знижуються після пологів у молочних корів, особливо було показано, що концентрація ТЗ пов'язана зі швидкістю метаболізму у молочних корів та стимулюючим впливом на виробництво молока. Оскільки метаболічна активність клітин та органів загалом значною мірою залежить від ТЗ вважається, що він забезпечує високу метаболічну активність молочної залози. Серед інших ефектів, пролактин та гормон росту чинять галактопоетичний вплив шляхом стимуляції активності 5'-дейодинази. Однак, під час встановленої лактації, галактопоетичний вплив пролактину, має незначне значення [26, 130].

Конкуренція між глюконеогенезом та метаболізмом ліпідів. Особливо на ранніх термінах лактації вивільняються неестерифіковані жирні кислоти з жирової тканини та метаболізуються переважно в печінці у присутності оксалоацетату, компонента лимонної кислоти, після активації шляхом зв'язування з ацетил-коензимом А (ацетил-КоА). Однак глюконеогенез також залежить від оксалоацетату. Тому корови на ранніх термінах лактації стикаються з проблемою, якщо оксалоацетат, який використовується у зв'язку з глюконеогенезом і окисленням жирних кислот, поступово зменшується через надмірне використання. Оскільки кількість інших компонентів циклу лимонної кислоти також частково знижується, кількість одночасних циклів зменшується. Отже, оксалоацетат можна розглядати як основний лімітуючий субстрат на ранніх термінах лактації, особливо у високопродуктивних молочних корів [72, 105].

Жирні кислоти, які не повністю окислені, реестерифікуються до триацилгліцеридів, зв'язуються з аполіпопротеїном і вивільняються в кров у вигляді ліпопротеїнів дуже низької щільності. Однак здатність печінки експортувати тригліцериди обмежена. Одночасно концентрація холестерину знижується на початку лактації, ймовірно, незважаючи на підвищення регуляції біосинтезу холестерину в печінці. Як наслідок, триацилгліцериди накопичуються в гепатоцитах, що може призвести до жирової хвороби

печінки. Подальшим метаболічним шляхом для полегшення циклу є утворення кетонів тіл (ацетону, ацетоацетату) у присутності великої кількості неестерифікованих жирних кислот [79, 89].

Обмеження, що накладаються дією та травленням. Типовим для травної системи молочних корів є ферментація рослинної клітковини в рубці мікробами. Залежно від складу раціону, зниження швидкості проходження через рубець та загальний шлунково-кишковий тракт може обмежувати споживання сухої їжі. З точки зору харчування, грубі корми, що використовуються в раціонах молочних корів, забезпечують багато клітковини, але мало енергії. Тому виключно трав'яне годування підтримує виробництво молока лише до 30 кг/день. Після цього рівня виробництва потрібна більша мобілізація запасів жиру в організмі та годування додатковими концентратами для покриття потреб в енергії. Тому максимізація споживання сухої їжі має центральне значення для досягнення високих надоїв молока. Оскільки для підтримки активності рубця потрібна мінімальна кількість харчових волокон, годування надмірною кількістю концентратів на основі крохмалю є проблематичним, оскільки це може призвести до (субклінічного) ацидозу рубця через уповільнену активність жування та недостатнє вироблення слинних буферів. Можливість згодовування (не захищеного від рубця) жиру також обмежена приблизно 5-6% від раціону, щоб уникнути пригнічення розщеплення клітковини. Тому компенсація неефективного перетравлення крові на ранніх стадіях лактації шляхом додавання більш енергетично щільних концентратів обмежена фізіологією рубця. Тільки у формі, захищеній від рубця, різні джерела білка, жиру та крохмалю є незамінними для складання збалансованих раціонів для підтримки високого виробництва молока. Однак, можна припустити, що пострумінальна травна та поглинальна здатність також обмежені в певний момент [32, 35].

Обмеження, що накладаються обміном тканин, проміжним метаболізмом та молочною залозою. Кількість енергії та поживних речовин,

що зберігаються в тканинах організму, не є обмежувальним фактором для виробництва молока. Швидше, це оборот, який тимчасово досягає фізіологічних меж. Наприклад, запаси кальцію в скелеті корови становлять близько кількох кілограмів, тоді як циркулюючий пул кальцію в плазмі складається лише з кількох грамів. З початком лактації потреби в кальції різко зростають. Затримка ендокринних ефектів (особливо паратиреоїдного гормону, вітаміну D), спрямованих на достатню мобілізацію кальцію, може призвести до гіпокальціємії, яка пов'язана зі зниженням пікового надою та підвищеним ризиком розвитку подальших виробничих захворювань, таких як зміщення сичуга, посилений ліполіз, кетоз та мастит [13, 129].

Перегородовування корів протягом сухостійного періоду є проблематичним, оскільки воно пов'язане зі зниженням споживання сухої речовини та суттєвим збільшенням швидкості ліполізу порівняно з худими коровами. Це ще більше посилює метаболічне навантаження у корів з ожирінням, що підвищує ймовірність розвитку кетозу та жирової дистрофії печінки [63, 71].

У високопродуктивних молочних корів надмірно вивільняються з жирової тканини неестерифіковані жирні кислоти, що призводить до худорлявості корів та низьких показників фізичної форми після пологів. Однак здатність печінки повністю окислювати ці жирні кислоти протягом раннього періоду лактації обмежена. Якщо бути точнішим, то доступність карнітину та процеси β -окислення жирних кислот є обмежувальними факторами. У печінці карнітин необхідний для перенесення жирних кислот через внутрішню мітохондріальну мембрану для подальшого бета-окислення. Крім того, активність циклу трицидохромних кислот залежить від оксалоацетату, який одночасно необхідний для глюконеогенезу [19, 103].

Серцевий викид та кровотік у молочній залозі пов'язані з постачанням та обігом субстратів у швидкості синтезу молочної залози. Доступність субстрату та швидкість надходження поживних речовин в епітеліальні клітини

молочної залози, окрім регуляції транспортерів, залежно від фізіологічного стану корови, можуть обмежувати виробництво молока. Як описано вище, наприклад, метаболічний пріоритет лактуючої молочної залози тісно пов'язаний з характером експресії інсулінонезалежних та інсулінозалежних глутамінів глюкози у спробі підтримувати виробництво молока незалежно від системного дефіциту глюкози. Звичайно, кількість та активність альвеолярних клітин молочної залози визначають здатність до виробництва молока. Збереження лактації та підтримка виробництва молока тісно взаємодіють з галактопоетичною реакцією на гормони щитовидної залози та гормон росту [58, 68].

Обмеження, що накладаються генетикою, епігенетикою, управлінням та навколишнім середовищем. Досі неможливо визначити максимальну здатність молочних корів до виробництва молока. Генетичний потенціал, безумовно, вищий за рівень продуктивності, який зараз спостерігається на практиці. Причини цієї розбіжності численні та включають неадекватне годування, утримання, середовище існування. Молочні породи, інтенсивно відібрані за удійністю (наприклад, голштино-фризька), як правило, виробляють більше молока, ніж інші породи в тому ж середовищі [6, 109].

Більше того, серед тварин існує значна варіація фізіологічної адаптації за умов однакової годівлі та догляду. Хоча немає негативного зв'язку між високою продуктивністю тварин, виникненням захворювань та вибракуванням, більша продуктивність молока означає більше метаболічне навантаження, особливо на ранніх термінах лактації. Отже, підвищується ризик та сприйнятливість до різних виробничих захворювань [14, 15].

Дослідження епігенетичної регуляції виробництва молока і важливість раннього фетального та метаболічного програмування для пізніших результатів виробництва важливі. Навіть після народження інтенсивність вирощування телят до відлучення та годівля телиць під час статевого дозрівання впливає на їхнє майбутнє виробництво молока. Наприклад, навіть

коли лактація встановлена, тривалість сухостійного періоду може впливати на здоров'я та надій молока в наступній лактації. Скорочення або навіть відсутність сухостійного періоду не тільки дозволяє отримати користь від доїння високопродуктивних корів до пологів, але й зменшує метаболічний стрес після пологів у раніше перетренованих особин. Аналогічно, продовження періоду лактації є стратегією оптимального використання генетичного потенціалу в поєднанні з відстроченим осіменінням [113, 117].

Висновки до розділу 1

Автономна нервова система є багатофункціональною системою, що в першу чергу регулює сталість гомеостазу організму та першочергово відповідає на вплив зовнішнього середовища. Даний відділ периферичної нервової системи розподіляється на дві складові симпатичну і парасимпатичну нервову систему, які постійно діють на системи організму і один на одного. Проте у кожного живого організму є властивості особливості протікання метаболічних процесів. З фізіологічної точки зору кожна жива система не ідентична іншій, навіть маючи спільне походження. Як наслідок, процеси обміну у середині організму кожної тварини різні, так само як і активність систем, що відповідають за контроль цих процесів. Вивчення цього дає інформацію для розвитку та модернізації розроблених систем покращення метаболічного обміну тварин, особливо високопродуктивних.

Сучасне молочне скотарство сильно залежить від економічних показників, які оцінюються кожен день власниками цих господарств. Першочерговий показник у цьому, є продуктивність корів, а точніше, якщо це стосується вироблення молока, то його об'єм та витрачені кошти на перерахунок з прибутком. Якщо простіше то фундаментом любого підприємства, в будь якій сфері, є отримання прибутку з меншою долею витрат. Як наслідок, контроль продуктивності дійного стада та окремо кожної тварини в поєднанні з методами підтримання вироблення молока, стають першочерговими завданнями.

Розроблено багато методів по оцінці молочної продуктивності корів, головний принцип яких, полягає у вимірюванні кількості молока на ранковій і вечірній дойці. Також є відгалуження від загальної схеми, які стосуються наприклад більшої частоти доїння, умов утримання, клімату та іншого. Такі відмінності корегуються вже давно визначеними коефіцієнтами. В загальному власник господарства, отримує повний обсяг результативності його підприємства. Для покращення прибутку від молочної ферми, як не дивно, застосовують методи підвищення молочної продуктивності. Найпростішим і менш затратним напрямком є використання різних модифікованих раціонів годівлі або внесення нових кормових добавок для покращення метаболічного обміну у високопродуктивних корів.

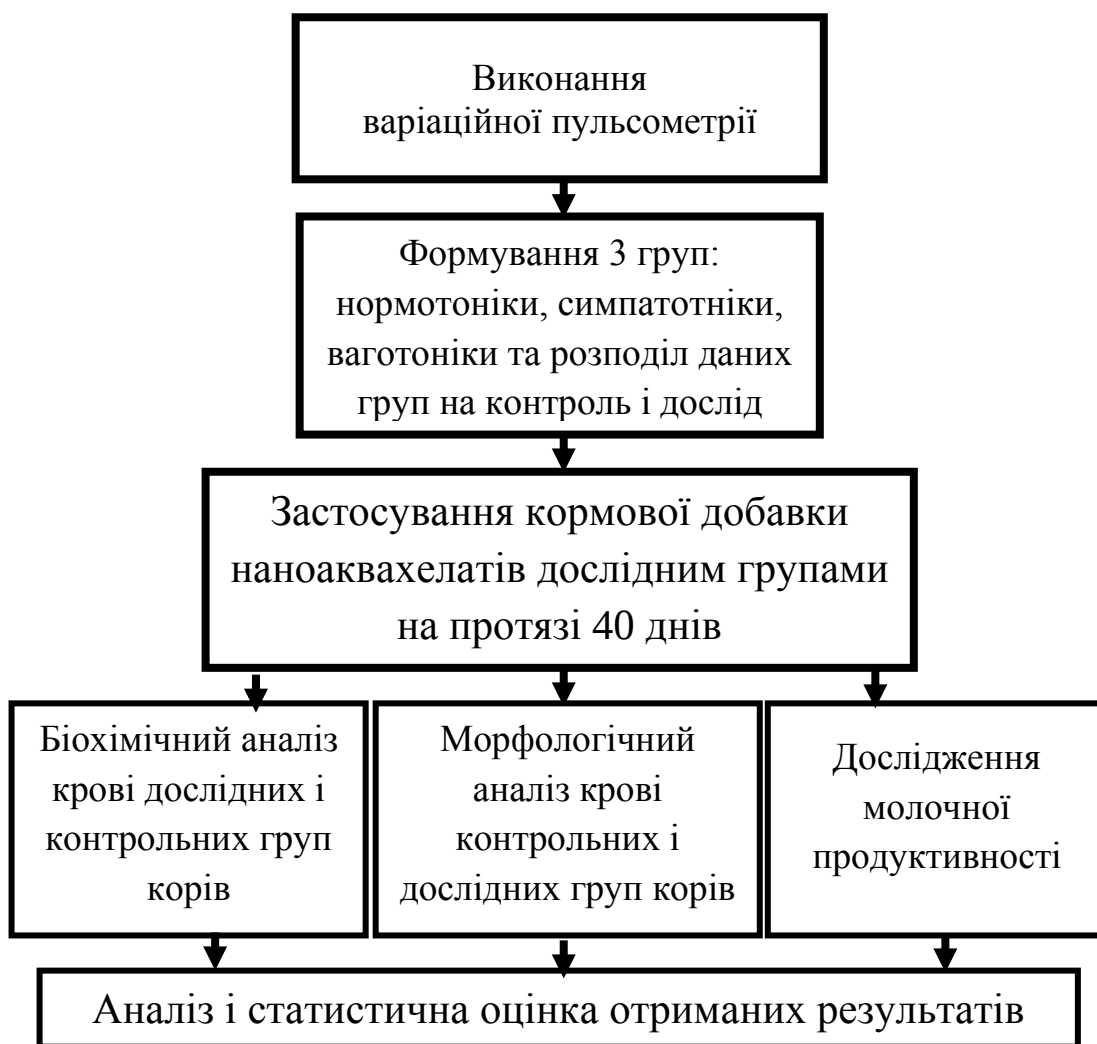
РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1. Загальна схема дослідження

Дисертаційна робота виконана впродовж 2022–2026 рр. на кафедрі біохімії та фізіології тварин ім. акад. М.Ф. Гулого і з 1 липня 2024 року на кафедрі фізіології хребетних і фармакології Національного університету біоресурсів і природокористування України згідно з схемою дослідження, представленою на рисунку 1.

Експериментальна частина роботи виконувалася на базі ферми ТОВ «Молочні ріки», село Опільсько, Шептицький район, Львівська обл. Корови породи українська чорноряба в кількості 381 голів дійного стада розмішені у стійлах на дерев'яному полі із підстилкою на вільному типі утримання. Тварини віком від 1,5–5 років масою тіла 550–650 кг. Годівля тварин проводиться двічі на день, раціон годівлі на 1 голову становить: солома пшенична 0,6 кг, сінаж люцерни 5 кг., силос кукурудзи 22 кг., комбікорм 8 кг., кукурудза мелена 1 кг., жом буряковий 10 кг. Дане господарство визнане благополучним щодо інфекційних захворювань. На момент проведення дослідження коровам було зроблено всі відповідні профілактичні заходи: щеплення, дегельмінтизація, дезінсекція та дератизація приміщень. В'їзди та виїзди із ферми оснащені дезбар'єрами, а вхід і вихід із приміщень дезінфекційними килимами, які регулярно звожуються дезінфекційними розчинами. Санітарні дні у приміщеннях проводились згідно графіку один раз на тиждень у вівторок.



Експериментальні та лабораторні дослідження були проведені із дотриманням вимог Закону України № 3447 – IV від 21.02.2006 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження», які узгоджуються з основними принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986), декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000) і Національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (Київ, 2001).

Першим етапом дослідження було встановлення тону автономної нервової регуляції у корів за допомогою варіаційної пульсометрії. Після формування груп тварин відповідно до вплив симпатичної і парасимпатичної нервової системи, корів розподіляли на контрольну і дослідну груп. Дослідним групу на протязі 40 діб застосовували кормову добавку випоюванням

нанопрепарату мінералів 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, а контрольні групи споживали звичайний раціон годівлі.

Другий етап дослідження полягав у виконанні біохімічному та морфологічному дослідженні крові корів дослідних і контрольних груп різного тонуру автономної нервової системи. Також проводилася оцінка молочної продуктивності в кожній групі.

Третій етап дослідження полягав у аналізі отриманих результатів та статистичного аналізу даних та оформленні наукової роботи.

2.2 Методика визначення тонуру автономної нервової системи

Для визначення автономної нервової системи проводили електрокардіографічне дослідження за допомогою одноканального електрокардіографа Heart Mirror ІКО (Угорщина, Innomed). Для проведення електрокардіографії тварина повинна перебувати у стані спокою та стоячому положенні. На місця прикріплення електродів наносять електрокардіологічний гель попередньо обробивши шкіру спиртом. Для проведення дослідження використовують три ділянки. Перша розміщена між 3-5 міжребер'ям зліва позаду ліктя, на ній прикріплюємо електрод правої руки. Друга ділянка розташована до каудальної 1/3 яремної борозни де розташовуємо електрод лівої руки. Третя ділянка у місці холки тварини де ми розташовуємо нейтральний відвід. Затискач який використовується при проведенні дослідження називається затискач типу «крокодил». Дані кліпси мають гострі кліщата із зазубреними кінцями, що надійно утримує їх на товстій шкірі великої рогатої худоби. При реєстрації змін електричних потенціалів серця, що відбуваються під час кожного серцевого циклу було зафіксовано відповідні показники, які фіксувалися гальванометром. Запис даних відбувався за допомогою стилуса на папері для кардіологічного дослідження. Стилус відхиляється відповідно до інтенсивності електричної

активності [1]. Швидкість протяжки стрічки під час запису кардіосигналів становила 50 мм/с.

Обрахунок отриманих результатів кардіологічного дослідження проводився за допомогою програми Microsoft Excel. За варіаційною пульсометрією було визначено основні показники, такі як: мода (M_o) – інтервал, який найчастіше зустрічається на проміжку R-R серцевого скорочення, тобто тривалість серцевого скорочення, що фіксується кардіографом на папері; амплітуда моди (AM_o) – відсоткове значення моди, що формує моду, тобто відсоткове значення найбільш частого значення; варіаційний розмах (Δx) – різниця між максимальним і мінімальним значенням моди; індекс автономної рівноваги (ІАР) – показник, який відображає вплив симпатичної і парасимпатичної нервової системи на організм, визначається різницею між амплітудою моди та варіаційним розмахом; автономний показник ритму (АПР) – показник, що відображає вплив симпатичної нервової системи на організм визначається за формулою:

$$APR = 1 \div (M_o \times \Delta x) \quad (2.1)$$

Індекс напруги (ІН) – показник, який відображає стан напруги організму, тобто відображає індекс стресу, що характеризує тонус автономної нервової системи, визначається за формулою:

$$IN = AM_o \div (2 \times M_o \times \Delta x) \quad (2.2)$$

2.3 Методика відбору крові

Для дослідження загальних біохімічних показників крові використовують венозну кров. У великої рогатої худоби відбирають кров із яремної вени. У корів отримують кров зранку через 4 години після годівлі. Під час відбору варто мінімізувати негативний вплив втручання людини для тварини, оскільки високий рівень стресу може негативно відобразитися на показниках. Для стабілізації крові чи отримання плазми, попередньо у пробірку вносять антикоагулянти з розрахунку 10 мл крові на 3 краплі 1 % розчину гепарину. Відбір зразків виконується у стерильних умовах. Під час перенесення у

пробірку кров виливаємо повільно по стінці ємності, щоб запобігти утворенню піни та гемолізу еритроцитів. Транспортування зразків виконували у термоконтейнері при $t +4^{\circ}\text{C}$ для збереження дослідного матеріалу. Для отримання плазми, кров з антикоагулянтном центрифугували при 2000-3000 об/хв. Для зберігання дослідні матеріали були розмішені у холодильник при температури $0-4^{\circ}\text{C}$

Для отримання сироватки відбирали кров без застосування антикоагулянту. Проби ставимо у термостат за температури 38°C на 60 хв. Для відділення згустку проводили металевою паличкою по внутрішній стінці пробірки з подальшим центрифугуванням крові упродовж 15 хв. при 2000 об/хв., надосадову рідину (сироватку крові) відбирали у чисті пробірки. [219].

2.4 Методи морфологічного дослідження

2.4.1 Колориметричне визначення кількості еритроцитів

Для визначення кількості еритроцитів у крові корів використовували фотометричну реєстрацію густини розчину для встановлення кількості еритроцитів. У хімічно чисті пробірки вносили піпеткою 10 мл 3,5% профільтрованого розчину хлориду натрію і 0,02 мл крові. Пробірку закривали гумовим корком, вмістиме змішували до рівномірного розподілу еритроцитів і колориметрували при довжині хвилі 670 нм у кюветі товщиною 3 мм при червоному світлофільтрі. Показники відраховували за правим барабаном. Попередньо нульове положення правого відрахункового барабану і стрілки гальванометра встановлювали при заповненні кювет розчином хлориду натрію. Таким чином виведені коефіцієнти для підрахунку кількості еритроцитів у крові тварин на фотоелектроколориметрі, що застосовували у наступній формулі:

$$C = E \times 18 \times 1000 \quad (2.3)$$

де:

C – показники кількості еритроцитів (Т/л, $10^{12}/\text{л}$, млн/мкл)

E — показник екстинкції;

18, 1000 — розрахункові коефіцієнти для ВРХ.

2.4.2. Визначення концентрації гемоглобіну в крові геміглобінціанідним методом

Визначення рівня гемоглобіну визначалося за допомогою взаємодії його з залізосинеродистим калієм ($K_3Fe(CN)_6$, червона кров'яна соль), яка окиснювалася до метгемоглобіну, утворюючи з ацетонангідридом геміглобінціанід (ціанметгемоглобін, $CNMeHb$), оптична густина якого при 540 нм прямо пропорційна концентрації гемоглобіну у зразку крові.

У пробірку наливали 5 мл трансформуючого розчину і додають 20 мкл крові. Піпетку ополіскували вмістимим пробірки і розчин старанно перемішували та залишали при кімнатній температурі на 30 хв. Оптичну густина отриманого розчину геміглобінціаніду визначали на спектрофотометрі при 540 нм проти трансформуючого розчину.

Обчислення концентрації гемоглобіну проводять за формулою:

$$Hb = \frac{E_{540} \times 64,458 \times 251}{44} \quad (2.4)$$

де:

Hb — рівень гемоглобіну (г/л);

E_{540} — оптична густина досліджуваного зразка;

64,458 — мілімолярна маса гемоглобіну в грамах;

251 — розведення крові;

44 — мілімолярний коефіцієнт екстинкції геміглобінціаніду, тобто екстинкції для розчину його з концентрацією 1 ммоль/л при товщині шару 1 см і довжині хвилі 540 нм.

2.4.3. Дослідження гематокриту (Електронно-автоматичний метод.)

Електронно-автоматичний метод. У приладах типу “Целлоскоп”, “Культер” визначення гематокритної величини відбувається одночасно з підрахунком червоних кров'яних тілець. Величина електричних імпульсів, які

виникають при проходженні клітин через капіляр, прямо пропорційна їх об'єму. За допомогою спеціальної електронної апаратури сила імпульсів додається і отримана сума ділиться на загальну кількість еритроцитів. Загальний об'єм еритроцитів вираховується шляхом множення цієї цифри на їх кількість.

2.4.4 Середній об'єм одного еритроцита

Середній об'єм одного еритроцита (СОЕ) вираховували шляхом ділення гематокриту на кількість еритроцитів. При цьому використовували формулу:

$$\text{СОЕ} = \frac{\text{ГК} \times 10}{\text{КЕ}} \quad (2.5)$$

СОЕ – середній об'єм одного еритроцита (фл);

ГК – гематокрит (%);

КЕ – кількість еритроцитів (Т/л);

10 – стандартний коефіцієнт.

2.4.5. Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті (ВГЕ, mean corpuscular hemoglobin — MCH)

Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті (ВГЕ) вказує на насичення еритроцита гемоглобіном. Його значення є важливим для диференціації гіпохромної, гіпсхромної та нормохромної анемії.

Показник вираховують за формулою:

$$\text{ВГЕ} = \frac{\text{РГ}}{\text{КЕ}} \times 0,0627 \quad (2.6)$$

ВГЕ – вміст еритроцитів в одному еритроцитів (фмоль);

РГ –рівень гемоглобіну (г/л);

КЕ – кількість еритроцитів (Т/л);

0,0627 – коефіцієнт переводу в фмоль.

2.4.6 Середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах (СКГЕ, mean corpuscular hemoglobin concentration — MCHC)

Середню концентрацію гемоглобіну в еритроцитах вираховували шляхом ділення кількості гемоглобіну на величину гематокриту. Для цього використовували формулу:

$$\text{СКГЕ} = \frac{\text{КГ} \times 1000}{\text{ГК}} \quad (2.7)$$

СКГЕ – середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах (г/л);

КГ – концентрація гемоглобіну (г/мл);

ГК – гематокрит (%);

1000 – об'єм в якому визначали концентрацію гемоглобіну.

2.4.7 Диференційний підрахунок лейкоцитів (лейкограма)

На середину обезжиреного предметного скла наносили невелику краплю досліджуваної крові. Робили мазок за допомогою іншого шліфованого предметного або покривного скла дещо вужчого, ніж основне предметне скло. При цьому вузьке скло прикладали до основного під кутом 45°, давали краплі крові розтектись по його краю і швидко просували його до протилежного кінця скла. Мазки сушили на повітрі та фіксували у закритій кюветі етиловим спиртом 5 хв. Зафіксовані мазки зафарбовували протягом 20 хв за методикою Романовського-Гімза, після чого промивали дистильованою водою і висувували на повітрі.

Підрахунок лейкоцитарної формули крові здійснювали за допомогою світлового мікроскопа при імерсійному збільшенні об'єктиву x90. Починали підрахунок крові із середини зафарбованого мазка, переміщали предметне скло зигзагоподібно від центру до краю по всій поверхні мазка (по лінії «Меандра»).

У крові виявляли наступні форми лейкоцитів: гранулоцити, базофіли, еозинофіли, нейтрофіли (паличко- та сегментоядерні); агранулоцити: лімфоцити, моноцити.

2.4.8 Підрахунок кількості тромбоцитів

Для підрахунку тромбоцитів використовували свіжу кров, стабілізовану ЕДТА. Підрахунок тромбоцитів виконували у лічильній камері.

Кров набирали у змішувач для еритроцитів та розводили у 100 разів оксалатом амонію. Вміст пробірки перемішували 3 хв. Потім заповнювали камеру Горяєва і на 20–30 хв поміщали у вологу камеру для осідання тромбоцитів.

Фазовоконтрастну мікроскопію здійснювали за допомогою світлового мікроскопа. Підраховували тромбоцити у 25 великих квадратах. Середній арифметичний результат двох паралельних дослідів множили на 1000, а потім на 10 — для вираження кількості тромбоцитів в одиницях СІ ($10^9/\text{л}$, або Г/л).

2.5 Методика біохімічного аналізу корові

2.5.1 Визначення вмісту загального білка у сироватці або плазмі крові (біуретова реакція)

Білки із солями міді в лужному середовищі утворюють комплекс з інтенсивним фіолетово-синім забарвленням. Інтенсивність кольору прямо пропорційна загальному білку у зразку.

У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.1) розчин реактиву 1, стандартний розчин, плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.1

Підготовка проб до визначення загального білку

	Холостий зразок	Стандартний зразок	Дослідний зразок
Реактив 1 (мл)	2,0	2,0	2,0
Стандарт, (мл)	-	0,05	-
Зразок (мл)	-	-	0,05

Проби перемішували та розмішували термостат за температури 37°C на 5 хв. Після цього виконували вимірювання на фотоколориметрі в кюветах з товщиною оптичного шару 10 мм відносно холостої проби при довжині хвилі 540 (530-650) нм.

Концентрацію загального білка розраховували за формулою:

$$C_{\text{дос}} = \frac{E_{\text{дос}}}{E_{\text{ст}}} \times C_{\text{ст}} \quad (2.8)$$

де:

$C_{\text{дос}}$ – концентрація загального білка в дослідному зразку, г/л;

$E_{\text{дос}}$ – оптична щільність дослідного зразка, одиниць оптичної щільності;

$E_{\text{ст}}$ – оптична щільність стандарту, одиниць оптичної щільності;

$C_{\text{ст}}$ – вміст загального білка в стандарті, 70 г/л.

2.5.2 Визначення концентрації альбуміну у сироватці крові

Альбумін в присутності бромкрезолового зеленого в слабо кислому середовищі утворює комплекс зі зміною кольору індикатора від жовто-зеленого до зелено-синього. Інтенсивність кольору пропорційна концентрації альбуміну в зразку.

У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.2) розчин реактиву 1, стандартний розчин, плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.2

Підготовка проб до визначення альбумінів

	Холостий зразок	Стандартний зразок	Дослідний зразок
Реактив 1 (мл)	4,0	4,0	4,0
Стандарт, (мл)	-	0,02	-
Зразок (мл)	-	-	0,02

Проби перемішували та розмішували в термостат за температури 37°C на 5 хв. Після цього виконували вимірювання на фотоколориметрі в кюветах з товщиною оптичного шару 10 мм відносно холостої проби при довжині хвилі 630 (600-650) нм.

Концентрацію альбуміну розраховували за формулою:

$$C_{\text{дос}} = \frac{E_{\text{дос}}}{E_{\text{ст}}} \times C_{\text{ст}} \quad (2.9)$$

де:

$C_{\text{дос}}$ – концентрація альбуміну в дослідному зразку, г/л;

$E_{\text{дос}}$ – оптична щільність дослідного зразка, одиниць оптичної щільності;

$E_{\text{ст}}$ – оптична щільність стандарту, одиниць оптичної щільності;

$C_{\text{ст}}$ – концентрація альбуміну в стандарті, 50 г/л.

2.5.3 Визначення концентрації сечовини у біологічних рідинах

Сечовина з діацетилмонооксимом в кислому середовищі в присутності тіосемікарбазіда і тривалентного заліза утворює забарвлений комплекс. Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації сечовини в пробі.

У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.3): розчин робочого реактиву (РР), дистильована вода (ДВ) стандартний розчин, плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.3

Підготовка проб до визначення концентрації сечовини

	Холостий зразок	Стандартний зразок	Дослідний зразок
РР, мл	4.0	4.0	4.0
Стандарт, мл	-	0.02	-
Зразок, мл	-	-	0.02
ДВ, мл	0.02		

Проби перемішували та інкубували протягом 10 хв при 37 °С. Вимірювали оптичну щільність (Е) дослідного зразка і стандарту проти холостого зразка за довжини хвилі в межах 540-560 нм.

Отримані результати обчислювали за формулою:

$$C_{\text{дос}} = \frac{E_{\text{дос}}}{E_{\text{ст}}} \times C_{\text{ст}} \quad (2.10)$$

де:

$C_{\text{дос}}$ – концентрація сечовини в дослідному зразку, ммоль/л;

$E_{\text{дос}}$ – оптична щільність дослідного зразка, одиниць оптичної щільності;

$E_{\text{ст}}$ – оптична щільність стандарту, одиниць оптичної щільності;

$C_{\text{ст}}$ – вміст сечовини в стандарті, 8,3 ммоль/л.

2.5.4 Визначення креатиніну у сироватці крові

Вимірювання базується на реакції креатиніну з пікратом натрію по методу Яффе. Креатинін реагує з лужним пікратом формуючи червоний комплекс. Інтенсивність кольору пропорційна концентрації креатиніну в зразку.

Перед використанням реактиви витримували при кімнатній температурі протягом 30 хв. У пробірку вносили реактиви згідно таблиці 2.4:

Таблиця 2.4

Підготовка проб до визначення креатиніну

	Холостий зразок	Стандартний зразок	Дослідний зразок
Робочий реактив (мл)	2,0	2,0	2,0
Стандарт (мл)	-	0,2	-
Зразок (мл)	-	-	0,2

Проби перемішували та інкубували 10 хв при 15-25°C. Після цього виконували вимірювання на фотоколориметрі в кюветах з товщиною оптичного шару 10 мм відносно холостої проби №1 при довжині хвилі 492 (490-510) нм. Вимірювали оптичну щільність дослідного та стандартного зразків проти холостого зразку. Потім вмикали секундомір і виміряти оптичну щільність через 60 с. Підраховували різницю між оптичним щільностями дослідного і стандартного зразку.

Розрахунки результатів виконували за формулою:

$$C_{\text{дос}} = \frac{E_{\text{дос}}}{E_{\text{ст}}} \times C_{\text{ст}} \quad (2.11)$$

де:

$C_{\text{дос}}$ – концентрація креатиніну в дослідному зразку, мкмоль/л;

$E_{\text{дос}}$ – оптична щільність дослідного зразка, одиниць оптичної щільності;

$E_{\text{ст}}$ – оптична щільність стандарту, одиниць оптичної щільності;

$C_{\text{ст}}$ – вміст креатиніну в стандарті, 166 мкмоль/л.

2.5.5 Визначення активності гамма-глутамілтрансферази у сироватці крові.

Гамма-глутамілтрансфераза каталізує передачу γ -глутаміл групи з γ -глутаміл-3-карбокси-4-нітроаніліда на акцепторний гліцилгліцин. Каталітична активність гамма-глутамілтрансферази у зразку пропорційна зміні 2-нітро-5-амінобензойної кислоти, що вимірюється фотометром.

Перед використанням реактиви витримували при кімнатній температурі протягом 30 хв. Приготування робочого реагенту: змішали 4 об'єми розчину 1 та 1 об'єм розчину 2. У пробірку вносили реактиви згідно таблиці 2.5:

Таблиця 2.5

Підготовка проб до визначення гамма-глутамілтрансферази

Робочий розчин (мл)	2,0
Зразок (мл)	0,2

Перемішували та інкубували протягом 1 хв. Вимірювали первинну оптичну щільність ($E_{\text{перв}}$) дослідного зразка за довжини хвилі 405 нм відповідно до холостої проби (дистильована вода), вмикали секундомір і виміряли оптичну щільність з інтервалом в 1 хв протягом 3 хв.

Підраховували різницю між оптичною щільність та середнім значенням зміни оптичної щільності за 3 хв відповідно до формули:

$$\Delta E = E_{\text{перв}} - \left(\frac{E_{1\text{хв}} + E_{2\text{хв}} + E_{3\text{хв}}}{3} \right) \quad (2.12)$$

Розрахунок результатів виконувався за формулою:

$$A = \Delta E \times 1510 \quad (2.13)$$

A – активність γ -ГТ в дослідному зразку U/1 (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразку за хв, одиниці оптичної щільності.

3300 – теоретичний чинник перерахунку для активності γ -ГТ в U/1 (Од/л).

2.5.6 Визначення активності аспартатамінотрансферази у сироватці крові

Під дією ферменту аспартатамінотрансферази (АСТ) в результаті переамінування відбувається перенос аміногрупи з аспартату на α -кетоглутарат. Утворений в даній реакції оксалоацетат при участі ферменту малатдегідрогенази і коферменту НАДН₂ перетворюється на малат. Швидкість окислення НАДН₂ в ході реакції визначається по зменшенню оптичної щільності реакційного середовища при 340 нм і пропорційна активності АСТ, що міститься у зразку і вимірюється на фотометрі.

Перед використанням реактиви витримували при кімнатній температурі протягом 30 хв. Приготування робочого реагенту: змішували 4 об'єми розчину 1 та 1 об'єм розчину 2. У пробірку вносили реактиви згідно таблиці 2.6:

Таблиця 2.6

Підготовка проб до визначення аспартатамінотрансферази

Робочий розчин (мл)	2,0
Зразок (мл)	0,2

Перемішували та інкубували протягом 1 хв. Потім вимірювали первинну оптичну щільність ($E_{\text{перв}}$) дослідного зразка за довжини хвилі 340 нм відповідно до холостої проби (дистильована вода), вмикали секундомір і вимірюють оптичну щільність з інтервалом в 1 хв протягом 3 хв.

Підраховували різницю між оптичною щільність та середнім значенням зміни оптичної щільності за 3 хв:

$$\Delta E = E_{\text{перв}} - \left(\frac{E_{1\text{хв}} + E_{2\text{хв}} + E_{3\text{хв}}}{3} \right) \quad (2.14)$$

Розрахунок результатів виконувався за формулою:

$$A = \Delta E \times (-1900) \quad (2.15)$$

A – активність АСТ в дослідному зразку U/1 (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразку за хв, одиниці оптичної щільності.

(-1900) – теоретичний чинник перерахунку для активності АСТ в U/1 (Од/л).

2.5.7 Визначення активності аланінамінотрансферази у сироватці крові

Під дією ферменту аланінамінотрансферази (АЛТ) в результаті переамінування відбувається перенос аміногрупи з аланіну на α -кетоглутарат. Утворений в даній реакції піруват за участі ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) і коферменту НАДН₂ перетворюється на лактат. Швидкість окислення НАДН₂ в ході другої реакції визначається по зменшенню оптичної щільності реакційного середовища при 340 нм і пропорційна активності АЛТ, що міститься у зразку і вимірюється на фотометрі.

Перед використанням реактиви витримували при кімнатній температурі протягом 30 хв. Приготування робочого реагенту: змішували 4 об'єми розчину 1 та 1 об'єм розчину 2. У пробірку вносили реактиви згідно таблиці 2.7:

Таблиця 2.7

Підготовка проб до визначення аланінамінотрансферази

Робочий розчин (мл)	2,0
Зразок (мл)	0,2

Перемішують та інкубують протягом 1 хв. Вимірюють первинну оптичну щільність ($E_{\text{перв}}$) дослідного зразка за довжини хвилі 340 нм відповідно до холостої проби (дистильована вода), вмикають секундомір і вимірюють оптичну щільність з інтервалом в 1 хв протягом 3 хв.

Підраховують різницю між оптичною щільністю та середнім значенням зміни оптичної щільності за 3 хв:

$$\Delta E = E_{\text{перв}} - \left(\frac{E_{1\text{хв}} + E_{2\text{хв}} + E_{3\text{хв}}}{3} \right) \quad (2.16)$$

Розрахунок результатів виконується за формулою:

$$A = \Delta E \times (-1900) \quad (2.17)$$

A – активність АЛТ в дослідному зразку U/1 (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразку за хв, одиниці оптичної щільності.

(-1900) – теоретичний чинник перерахунку для активності АЛТ в U/1 (Од/л).

2.5.8 Визначення активності лужної фосфатази в сироватці або плазмі крові

Лужна фосфатаза (ЛФ) каталізує гідроліз п-нітрофенілфосфату при рН 10, що спричиняє звільнення п-нітрофенолу та фосфату. Швидкість утворення п-нітрофенолу, пропорційна каталітичній активності лужної фосфатази яка міститься у пробі і вимірюється на фотометрі.

Перед використанням реактиви витримували при кімнатній температурі протягом 30 хв. Приготування робочого реагенту виконували змішуючи 4 об'єми розчину 1 та 1 об'єм розчину 2. У пробірку вносили реактиви згідно таблиці 2.8:

Таблиця 2.8

Підготовка проб до визначення лужної фосфатази

Робочий розчин (мл)	2,4
Зразок (мл)	0,04

Перемішували та інкубували протягом 1 хв за температури 37°C. Вимірювали первинну оптичну щільність ($E_{\text{перв}}$) дослідного зразка за довжини хвилі 405 нм відповідно до холостої проби (дистильована вода), потім вмикали секундомір і виміряли оптичну щільність з інтервалом в 1 хв протягом 3 хв. Підраховували різницю між оптичною щільність та середнім значенням зміни оптичної щільності за 3 хв:

$$\Delta E = E_{\text{перв}} - \left(\frac{E_{1\text{хв}} + E_{2\text{хв}} + E_{3\text{хв}}}{3} \right) \quad (2.18)$$

Розрахунок результатів виконується за формулою:

$$A = \Delta E \times 3300 \quad (2.19)$$

A – активність ЛФ в дослідному зразку U/1 (Од/л).

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразку за хв, одиниці оптичної щільності.

3300 – теоретичний чинник перерахунку для активності ЛФ в U/1 (Од/л).

2.5.9 Визначення лактатдегідрогенази в сироватці крові

Лактатдегідрогеназа (ЛДГ) каталізує відновлення пірувату з НАДФ. У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.9): розчин робочого реактиву (РР), плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.9

Підготовка проб до визначення лактатдегідрогенази

	Дослідний зразок
РР, мл	3.0
Зразок, мл	0.1

Проби перемішали та дали відстоятися протягом 1 хв після цього відразу виміряли оптичну щільність дослідного зразку, потім ще три рази виміряли оптичну щільність дослідного зразку з інтервалом 1 хв. Вимірювання оптичної щільності (E) дослідного зразка і стандарту виконували проти холостого зразка за довжини хвилі в межах 340-460 нм.

Отримані результати обчислюються за формулою:

$$A = \Delta E \times (-4925) \quad (2.20)$$

де:

A – активність ЛДГ в дослідному зразку, Од/л;

ΔE – зміна оптичної щільності дослідного зразка;

(-4925) – теоретичні чинники перерахунку для вираження активності ЛДГ в U/l (Од/л)

2.5.10 Визначення загального білірубіну

У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.10) розчин реактиву 1, розчин реактиву 3, стандартний розчин, плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.10

Підготовка проб до визначення загального білірубіну

	Холостий дослідний зразок	Дослідний зразок
Розчин 1 (мл)	3,0	3,0
Розчин 3 (мл)	-	0,1
Зразок (мл)	0,2	0,2
Стандарт (мл)	-	-

Розчини перемішували та інкубували протягом 5 хв при кімнатній температурі 15-25°C. Після цього виконували вимірювання на фотоколориметрі в кюветах з товщиною оптичного шару 10 мм відносно холостої проби при довжині хвилі 440 нм.

Визначення концентрації загального білірубіну в дослідних зразках виконують за допомогою калібрувальної кривої

2.5.11 Визначення фосфору у сироватці або плазмі крові

Прямий метод для визначення неорганічного фосфору. Неорганічний фосфор реагує в кислому середовищі з молібдатом амонію, формуючи фосформолібдатний комплекс жовтого кольору. Інтенсивність кольору пропорційна концентрації неорганічного фосфору в зразку.

У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.11) розчин реактиву 1, стандартний розчин, плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.11

Підготовка проб до визначення фосфору

	Холостий зразок	Стандартний зразок	Дослідний зразок
--	-----------------	--------------------	------------------

Реактив 1 (мл)	2,0	2,0	2,0
Стандарт, (мл)	-	0,02	-
Зразок (мл)	-	-	0,02

Проби перемішували та поміщали в термостат за температури 37°C на 5 хв. Після цього виконували вимірювання на фотоколориметрі в кюветах з товщиною оптичного шару 10 мм відносно холостої проби при довжині хвилі 340 нм.

Концентрацію фосфору в сироватці розраховують за формулою:

$$C_{\text{дос}} = \frac{E_{\text{дос}}}{E_{\text{ст}}} \times C_{\text{ст}} \quad (2.21)$$

де:

$C_{\text{дос}}$ – концентрація фосфору в дослідному зразку, ммоль/л;

$E_{\text{дос}}$ – оптична щільність дослідного зразка, одиниць оптичної щільності;

$E_{\text{ст}}$ – оптична щільність стандарту, одиниць оптичної щільності;

$C_{\text{ст}}$ – вміст фосфору в стандарті, 1,45 ммоль/л.

2.5.12 Визначення кальцію в сироватці крові з утворенням тетрафенілборату калію

Іони калію в безбілковому лужному середовищі реагують з тетрафенілборатом натрію і утворюють каламутну, дрібнодисперсну суспензію тетрафенілборат калія. Каламутність прямо пропорційна концентрації калію.

У пробірки відміряли (відповідно до таблиці 2.12): розчин робочого реактиву (РР), стандартний розчин, плазму (сироватку) крові.

Таблиця 2.12

Підготовка проб до визначення кальцію

	Холостий зразок	Стандартний зразок	Дослідний зразок
--	-----------------	--------------------	------------------

РР, мл	2.0	2.0	2.0
Стандарт, мл	-	0.2	-
Зразок, мл	-	-	0.2

Проби перемішували та давали відстоятися протягом 5 хв. Вимірювали оптичну щільність (E) дослідного зразка і стандарту проти холостого зразка за довжини хвилі в межах 550-600 нм.

Отримані результати обчислювали за формулою:

$$C_{\text{дос}} = \frac{E_{\text{дос}}}{E_{\text{ст}}} \times C_{\text{ст}} \quad (2.22)$$

де:

$C_{\text{дос}}$ – концентрація калію в дослідному зразку, ммоль/л;

$E_{\text{дос}}$ – оптична щільність дослідного зразка, одиниць оптичної щільності;

$E_{\text{ст}}$ – оптична щільність стандарту, одиниць оптичної щільності;

$C_{\text{ст}}$ – вміст калію в стандарті 4,5 ммоль/л.

2.6. Методика дослідження продуктивності корів

Оцінка молочної продуктивності виконувалася комплексно на базі молочнотоварної ферми. Визначення добового надою молока виконувалося за допомогою доїльного апарату, який мав влаштований лічильник. Вміст жиру і білку визначався за допомогою Аналізатор молока Екомілк (Ekomilk) Бонд (Польща).

2.7 Статистичний аналіз отриманих результатів

Статистична обробка показників варіаційної пульсометрії, біохімічного і морфологічного аналізу крові та молочної продуктивності виконувалася за допомогою пакету статистичного аналізу Microsoft Excel. Порівнянні дослідних груп тварин із контрольними виконувалося за рахунок визначення критерію t-Стюдента, детальний статистичний аналіз біохімічних показників

досліджувався за допомогою описової статистики. Взаємозалежність показників тонуру автономної нервової системи та значення біохімічного аналізу і молочної продуктивності встановлювалося за допомогою визначення кореляції та однофакторного диспесного аналізу. Вважали, що відмінності між двома порівнюваними показниками з двох різних вибірок статистично значимі при $P < 0,05$, $P < 0,01$ або $P < 0,001$.

Висновки до розділу 2

Завдяки застосуванню комплексному дослідженню організму корів на впливу кормової добавки, що складалося із встановлення індивідуальних особливостей організму тварини методом визначення тонуру автономної нервової системи, виконанню біохімічного і морфологічного аналізу крові та оцінки молочної продуктивності, відображає у повному обсязі вплив автономної нервової регуляції на молочну продуктивність корів за впливу на наноаквахелатів. Етапність виконання експериментальної частини дослідження передбачає: дослідження тонуру автономної нервової системи, формуванню контрольних і дослідних груп тварин, застосування нанопрепарату для корекції молочної продуктивності, відбору крові, молока, виконання біохімічних і морфологічних досліджень, встановлення молочної продуктивності, статистичної обробки та аналізу отриманих результатів, що забезпечує виконання поставлених завдань і досягнення мети дисертаційного дослідження.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Результати варіаційної пульсометрії корів

Підчас встановлення тонуру автономної нервової системи у корів за допомогою варіаційно-пульсометричного дослідження було отримано вихідні данні, на підстав яких встановлено активність симпатичної і парасимпатичної нервової системи (Табл. 1).

Таблиця 3.1

Показники варіаційної пульсометрії корів ($M \pm m$, $n=8$)

Показники	Нормотоніки	Симпатотоніки	Ваготоніки
Пульс, уд/хв	63,50±3,08	78,50±2,60**	48,50±1,28***
Мо, с	0,96±0,05	0,77±0,03**	1,28±0,09**
АМо, %	18,20±0,30	34,27±0,73***	16,36±0,82*
Δх, с	0,13±0,01	0,08±0,01**	0,24±0,01***
ІАР	143,86±4,29	447,26±37,15***	69,54±4,86***
АПР	8,36±0,42	16,85±1,04***	3,41±0,16***
ІН	75,84±3,63	288,44±16,34***	27,50±1,18***

Примітка. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників корів нормотоніків

Результати варіаційно-пульсометричного дослідження обчислювалися та порівнювалися відповідно до групи тварин нормотоніків, оскільки дана група мала збалансований вплив симпатичної і парасимпатичної нервової системи. Так виявлено, що показники пульсу у симпатотоніків були найбільшими на 28,4% ($P < 0,01$), а у ваготоніків найменший на 23,6% ($P < 0,001$) по відношенню до нормотоніків.

Відмічається зменшення показника моди у тварин із симпатотонією на 19,8% ($P < 0,01$), що свідчить про більшу збудливість симпатичної нервової системи, а група корів із ваготонією мала зростання показника моди на 33,3% ($P < 0,01$) і мало відображення більшої активності парасимпатичної нервової системи.

Значення амплітуди моди в порівнянні із нормотоніками були найбільшими у симпатотоніків у 1,9 разів, що додатково підтверджувало більшу активність серцево-судинної системи зв'язку з меншою розбіжністю частоти скорочення серця, а ваготоніки мали найменші показники на 10,1% ($P < 0,05$) в результаті меншої збудливості серцево-судинної системи.

Показник варіаційного розмаху відносно корів із нормотонією мав низькі показники у тварин із симпатотонією на 38,5% ($P < 0,01$), а корови із ваготонією мали більші значення у 1,85 разів ($P < 0,001$), таким відмінностям сприяє сила впливу симпатичної або парасимпатичної нервової системи.

Індекс автономної рівноваги характеризує активність симпатичної і парасимпатичної нервової системи, за високих показників відмічається симпатотонія, а за низьких ваготонія. Так у симпатотоніків при порівнянні із нормотоніками у 3,12 разів більший ІАР ($P < 0,001$), а у ваготоніків у 2,06 разів менше ($P < 0,001$), що відображає індивідуальні особливості тону автономної нервової системи.

Автономний показник ритму відображає активність парасимпатичної нервової системи, при цьому чим менше його значення тим більший вплив даного відділу на організм тварини. Визначено, що відносно дослідної групи нормотоніків корови із симпатотонією мали найбільший АПР у 2,02 рази ($P < 0,001$), а ваготоніки мали у 2,45 рази менший показник автономного показника ритму ($P < 0,001$), що відображає різний вплив відділів автономної нервової системи.

Індекс напруги відображає стресовий стан тварини, чим вищий даний показник тим більше активна симпатична нервова система, яка бере участь у відповіді на стресовий фактор. Виявлено, що ІН відносно нормотоніків зростав у групи корів симпатотоніків у 3,8 разів ($P < 0,001$), а групи ваготоніків він зменшувався у 2,76 разів ($P < 0,001$). Такі відмінності остаточно відображають активність симпатичної і парасимпатичної нервової системи у організмі корів.

3.2. Показники білковий обмін

Згідно результатів біохімічного аналізу показників крові корів яким не застосовували кормову добавку було встановлено наступні значення обміну білків у контрольної групи нормотоніків (Таб.3.2)

Таблиця 3.2

Описова статистика показників білкового обміну у корів нормотоніків контрольної групи

	Загальний білок г/л	Альбуміни г/л	Сечовина ммоль/л	Креатинін мкмоль/л
Середнє	82,60	38,13	6,56	79,08
Стандартна помилка	0,87	0,17	0,14	2,97
Стандартне відхилення	1,73	0,34	0,27	5,95
Дисперсія вибірки	2,99	0,12	0,07	35,35
Асиметричність	-0,63	1,20	0,16	0,04
Мінімум	80,40	37,80	6,24	72,68
Максимум	84,30	38,60	6,90	85,63

Згідно статистичного аналізу отриманих результатів показників білкового обміну у контрольної групи корів встановлено, що вміст загального білку був в середньому 82,60 г/л, точність отриманої вибірки достатньо висока, про що свідчить дані стандартної помилки 0,87, а стандартне відхилення 1,73 відображає не значну варіацію отриманих показників. Асиметричність свідчить про негативну незначну асиметричність даних. Різниця між максимальним та мінімальним значення становить 4,10 г/л, що свідчить про не значну розбіжність показників.

Значення альбумінів в загальному становило для контрольної групи нормотоніків 38,13 г/л, також отримані результати мали значно високу точність вибірки 0,17 та низьку варіаційність даних. Показник асиметричності вказував на помірну асиметричність даних а різниця між максимальним і мінімальним значення 1,20 г/л про малу розбіжність вихідних показників.

Вміст сечовини у тварин контрольної групи становить в середньому 6,56 ммоль/л при цьому відмічається висока точність вибірки та малу варіаційність

показників, отриманих від корів. Асиметричність майже ідеальна, а різниця між максимальним та мінімальним значенням досить низька 0,66 ммоль/л.

Значення креатиніну в загальному становило для контрольної групи нормотоніків 79,08 мкмоль/л, також отримані результати мали помірну точність вибірки 2,97 та відносно невелику варіаційність даних. Показник асиметричності вказував на значну симетричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення 2,95 г/л, про незначну розбіжність вихідних показників.

Згідно результатів біохімічного аналізу показників крові корів, яким застосовували кормову добавку було встановлено наступні значення обміну білків у дослідної групи нормотоніків (Табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Показники білкового обміну у корів нормотоніків дослідної групи

	Загальний білок г/л	Альбуміни г/л	Сечовина ммоль/л	Креатинін мкмоль/л
Середнє	79,33	40,17	6,08	66,50
Стандартна помилка	0,26	0,32	0,23	0,81
Стандартне відхилення	0,51	0,63	0,45	1,61
Дисперсія вибірки	0,26	0,40	0,20	2,61
Асиметричність	-0,73	0,98	-0,59	-0,56
Мінімум	78,67	39,58	5,51	64,50
Максимум	79,82	41,02	6,50	68,00

Згідно статистичного аналізу отриманих результатів показників білкового обміну у дослідної групи корів встановлено, що вміст загального білку був в середньому 79,33 г/л, точність отриманої вибірки висока, про що свідчить дані стандартної помилки 0,26, а стандартне відхилення в 0,51, відображає невелику варіацію отриманих показників. Асиметричність свідчить про негативну середню асиметричність даних. Різниця між максимальним та мінімальним значення становить 1,15 г/л, що свідчить про малу розбіжність показників.

Показники альбумінів в загальному становило для дослідної групи нормотоніків 40,17 г/л, також отримані результати мали високу точність вибірки в 0,32 та досить низьку варіаційність даних у 0,63. Показник асиметричності вказував на середню асиметричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення 1,44 г/л, про малу розбіжність вихідних показників.

Вміст сечовини у корів дослідної групи становить в середньому 6,08 ммоль/л при цьому отримана висока точність вибірки в 0,23 та мала варіаційність у 0,45, показників згідно статистичного аналізу. Асиметричність достатньо невелика, а різниця між максимальним та мінімальним значенням, становить 0,99 ммоль/л, що вказує на незначну розбіжність даних.

Значення креатиніну в загальному, становило для дослідної групи нормотоніків 66,50 мкмоль/л, а отримані результати помірну точність вибірки 0,81 та досить невелику варіаційність даних. Показник асиметричності вказував на незначну симетричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення 3,50 г/л, про малу розбіжність показників.

Згідно результатів біохімічного аналізу показників крові корів яким не застосовували кормову добавку, встановлені наступні значення обміну білків у контрольної групи симпатотоніків (Таб.3).

Таблиця 3.4

Показники білкового обміну у корів симпатотоніків контрольної групи

	Загальний білок г/л	Альбуміни г/л	Сечовина ммоль/л	Креатинін мкмоль/л
Середнє	75,95	33,78	6,66	131,53
Стандартна помилка	1,30	0,92	0,16	3,88
Стандартне відхилення	2,60	1,85	0,31	7,75
Дисперсія вибірки	6,76	3,42	0,10	60,06
Асиметричність	0,31	-1,15	-0,39	-1,52
Мінімум	73,00	31,20	6,29	120,40
Максимум	79,20	35,60	6,94	137,90

Згідно статистичного аналізу отриманих результатів показників білкового обміну у контрольної групи корів встановлено, що вміст загального білку був в середньому 75,95 г/л, точність отриманої вибірки значна, про що свідчить дані стандартної помилки в 1,30, а стандартне відхилення у 2,60, відображає не значну варіацію отриманих показників. Асиметричність становить позитивну незначну асиметрію даних. Різниця між максимальним та мінімальним значення становить 6,20 г/л, що свідчить про не значну розбіжність показників.

Значення альбумінів в загальному, становило для контрольної групи симпатотоніків 33,78 г/л. Отримані результати мали високу точність вибірки 0,92 та низьку варіаційність даних 1,85. Показник асиметричності вказував на негативну помірну асиметричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення в 4,40 г/л, про малу розбіжність вихідних показників.

Вміст сечовини у тварин контрольної групи становить в середньому 6,66 ммоль/л, при цьому відмічається висока точність вибірки та мала варіаційність показників отриманих від корів. Асиметричність майже мала, а різниця між максимальним та мінімальним значенням, досить низька в 0,65 ммоль/л.

Значення креатиніну в загальному становило для контрольної групи симпатотоніків 131,53 мкмоль/л. Отримані результати мали помірну точність вибірки в 3,88 та відносно невелику варіаційність даних. Показник асиметричності вказував на симетричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення в 17,50 г/л, про незначну розбіжність вихідних показників для даного числового виміру.

Згідно результатів біохімічного аналізу показників крові корів, яким застосовували кормову добавку, встановлено наступні значення обміну білків у дослідної групи симпатотоніків (Табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Показники білкового обміну у корів симпатотоніків дослідної групи

	Загальний білок г/л	Альбуміни г/л	Сечовина ммоль/л	Креатинін мкмоль/л
Середнє	79,60	37,15	5,69	69,58
Стандартна помилка	0,46	0,91	0,08	0,49
Стандартне відхилення	0,93	1,81	0,17	0,99
Дисперсія вибірки	0,86	3,28	0,03	0,98
Асиметричність	-0,04	0,18	-1,23	-0,77
Мінімум	78,70	35,30	5,45	68,30
Максимум	80,40	39,20	5,81	70,50

Згідно статистичного аналізу отриманих результатів білкового обміну у дослідної групи корів встановлено, що вміст загального білку був в середньому 79,60 г/л. Точність отриманої вибірки висока, про що свідчить дані стандартної помилки 0,46, а стандартне відхилення в 0,93 відображає невелику варіацію отриманих показників. Асиметричність свідчить про негативну майже ідеальну симетричність даних. Різниця між максимальним та мінімальним значення становить 1,70 г/л, що свідчить про малу розбіжність показників.

Показники альбумінів в загальному, становили для дослідної групи симпатотоніків 37,15 г/л. Отримані результати мали високу точність вибірки 0,91 та помірну варіаційність даних 1,81. Показник асиметричності вказував на низьку асиметричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення 3,90 г/л, про малу розбіжність вихідних показників.

Вміст сечовини у корів дослідної групи, становить в середньому 5,69 ммоль/л, при цьому отримана висока точність вибірки в 0,08 та мала варіаційність показників у 0,17, згідно статистичного аналізу. Асиметричність відносно велика, а різниця між максимальним та мінімальним значенням становить 0,36 ммоль/л, що вказує на незначну розбіжність даних.

Значення креатиніну в загальному, для дослідної групи нормотоніків становило 69,58 мкмоль/л, також отримані результати мали помірну точність вибірки 0,49 та досить невелику варіаційність даних 0,99. Показник

асиметричності вказував середню симетричність, а різниця між максимальним і мінімальним значення в 2,20 г/л, про малу розбіжність показників.

Згідно результатів біохімічного аналізу показників крові корів, яким не застосовували кормову добавку, встановлено наступні значення обміну білків у контрольної групи ваготоніків (Табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Показники білкового обміну у корів ваготоніків контрольної групи

	Загальний білок г/л	Альбуміни г/л	Сечовина ммоль/л	Креатинін мкмоль/л
Середнє	81,74	34,38	5,37	112,68
Стандартна помилка	0,28	1,34	0,23	4,34
Стандартне відхилення	0,56	2,69	0,47	8,68
Дисперсія вибірки	0,32	7,23	0,22	75,42
Асиметричність	-0,32	1,67	-0,47	1,47
Мінімум	81,05	32,20	4,80	105,30
Максимум	82,34	38,30	5,80	124,20

Згідно статистичного аналізу отриманих результатів білкового обміну у контрольної групи корів встановлено, що вміст загального білку був в середньому 81,74 г/л. Точність отриманої вибірки висока, про що свідчать дані стандартної помилки 0,28. Стандартне відхилення в 0,56, відображає малу варіацію отриманих показників. Асиметричність свідчить про негативну малу асиметрію даних. Різниця між максимальним та мінімальним значення становить 1,29 г/л, що свідчить про не значну розбіжність показників.

Значення альбумінів в загальному становило для контрольної групи симпатотоніків 34,38 г/л. Отримані результати мали високу точність вибірки в 1,34 та низьку варіаційність даних у 2,69. Показник асиметричності вказував на негативну середню асиметрію, а різниця між максимальним і мінімальним значення в 4,10 г/л, про малу розбіжність вихідних показників.

Вміст сечовини у тварин контрольної групи становить в середньому 5,37 ммоль/л, при цьому відмічається висока точність вибірки 0,23 та мала

варіаційність показників 0,47 отриманих від корів. Асиметричність майже незначна, а різниця між максимальним та мінімальним значенням досить низька 1,00 ммоль/л.

Значення креатиніну в загальному становило для контрольної групи симпатотоніків 112,68 мкмоль/л, також отримані результати мали помірну точність вибірки в 4,34 та відносно невелику варіаційність даних. Показник асиметричності, вказував на значну симетричність даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення в 18,90 г/л, про помірну розбіжність вихідних показників для даного числового виміру.

Згідно результатів біохімічного аналізу показників крові корів, яким застосовували кормову добавку, встановлено наступні значення обміну білків у дослідної групи ваготоніків (Табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Показники білкового обміну у корів ваготоніків дослідної групи

	Загальний білок г/л	Альбуміни г/л	Сечовина ммоль/л	Креатинін мкмоль/л
Середнє	77,38	40,28	5,86	70,08
Стандартна помилка	0,41	0,77	0,19	0,63
Стандартне відхилення	0,81	1,53	0,37	1,26
Дисперсія вибірки	0,66	2,34	0,14	1,59
Асиметричність	1,09	0,64	-1,22	-0,32
Мінімум	76,58	38,9	5,34	68,50
Максимум	78,50	42,20	6,21	71,50

Згідно статистичного аналізу отриманих результатів показників білкового обміну у дослідної групи корів встановлено, що вміст загального білку був в середньому 77,38 г/л. Точність отриманої вибірки висока, про що свідчать дані стандартної помилки 0,41, а стандартне відхилення в 0,81, відображає невелику варіацію отриманих показників. Асиметричність свідчить про позитивну середню симетрію даних. Різниця між максимальним та мінімальним значення становить 1,92 г/л, свідчить про малу розбіжність показників.

Показники альбумінів в загальному становили для дослідної групи ваготоніків 40,28 г/л. Отримані результати мали високу точність вибірки в 0,77 та помірну варіаційність даних у 1,53. Показник асиметричності вказував на низьку асиметрію даних, а різниця між максимальним і мінімальним значення в 1,30 г/л, про малу розбіжність вихідних показників.

Вміст сечовини у корів дослідної групи становить в середньому 5,86 ммоль/л. При цьому отримана висока точність вибірки в 0,19 та мала варіаційність у 0,37 згідно статистичного аналізу. Асиметричність відносно велика, а різниця між максимальним та мінімальним значенням становить 0,97 ммоль/л, що вказує на незначну розбіжність даних.

Значення креатиніну в загальному становило для дослідної групи ваготоніків 70,08 мкмоль/л. Отримані результати мали помірну точність вибірки 0,63 та досить невелику варіаційність даних 1,26. Показник асиметричності вказував середню симетрію, а різниця між максимальним і мінімальним значення 5,00 г/л, про малу розбіжність показників.

Згідно оцінки впливу кормової добавки нанопрепаратів визначено, що у контрольної групи нормотоніків загальний білок більший на 4,12% при порівнянні з дослідною групою нормотоніків ($P < 0,01$). У дослідної групи ваготоніків вміст загального білку був на 5,33% менший, при порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). У контрольної групи симпатотоніків спостерігається менший вміст загального білку на відміну від дослідної групи симпатотоніків на 4,6% ($P < 0,05$) (Рис. 3.1).

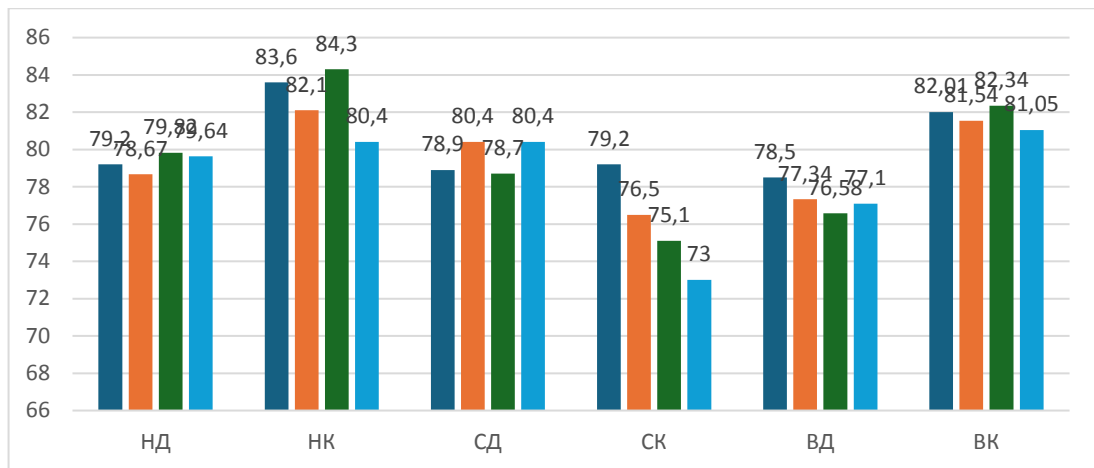


Рис. 3.1 Показники загального білку у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи.

За оцінки вмісту у крові сечовини було встановлено, що при застосуванні кормової добавки нанопрепарату, серед досліджуваних груп тварин, зміни даного показника спостерігаються у дослідній групі симпатотоніків, по відношенню до контрольної групи симпатотоніків, що становить на 14,56% менше ($P < 0,01$) (Рис. 3.2).

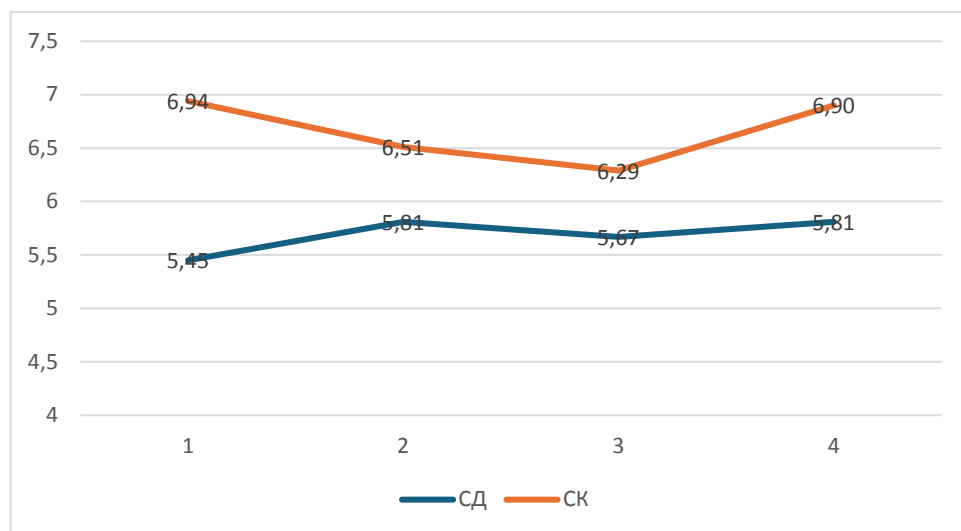


Рис. 3.2 Показники сечовини у корів дослідної і контрольної групи симпатотоніків

Досліджуючи показники альбумінів у контрольних і дослідних груп встановлено, що у дослідній групі нормотоніків на 5,4% більший вміст на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P < 0,01$). У контрольної групи ваготоніків, вміст альбумінів був значно менший, по відношенню до дослідної

групи ваготоніків на 14,65% ($P<0,01$). Дослідна група симпатотоніків, мала більші показники вмісту альбуміну на 9,98%, в порівнянні з контрольною групою симпатотоніків ($P<0,05$) (Рис. 3.3).

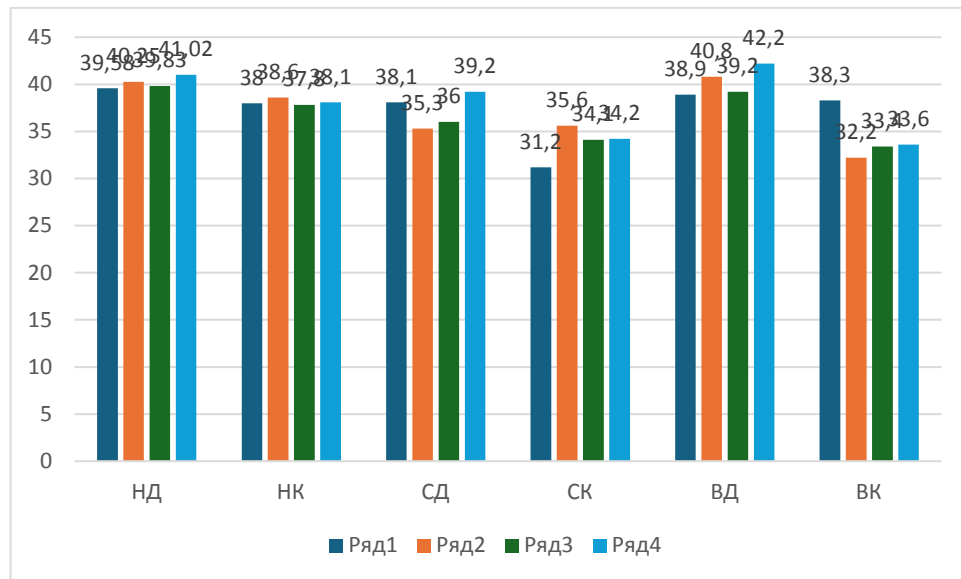


Рис. 3.3 Показники альбумінів у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

Аналізуючи данні, що стосуються вмісту креатиніну у крові корів встановлено, що у контрольної групи нормотоніків, показники більші на 18,92%, по відношенню до дослідної групи нормотоніків ($P<0,01$). Креатинін у контрольної групи ваготоніків, значно більший в порівнянні із дослідною групою ваготоніків у 1,61 разів ($P<0,001$). Дослідна група симпатотоніків мала значно менші показники креатиніну у 1,89 разів, по відношенню до контрольної групи симпатотоніків ($P<0,001$) (Рис. 3.4).

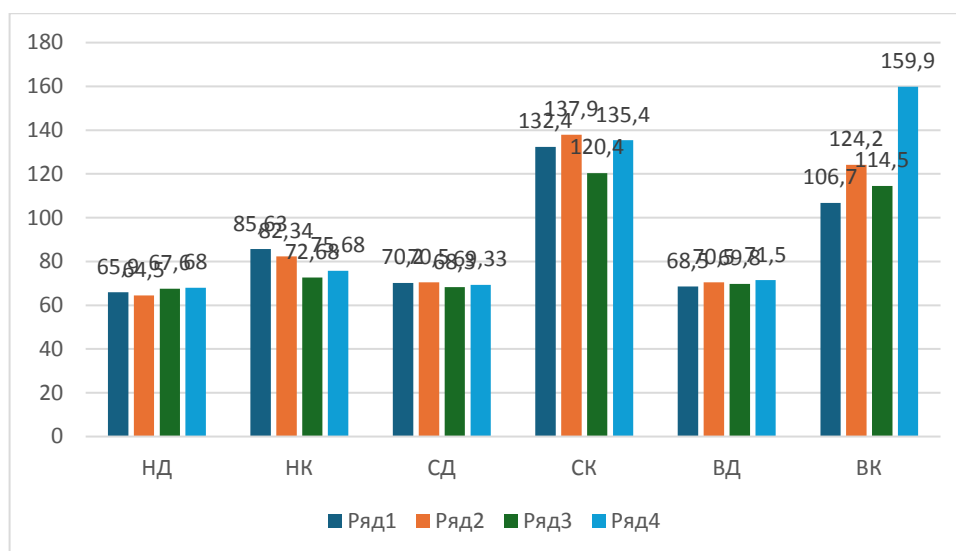


Рис. 3.4 Показники креатиніну у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

У контрольної групи нормотоніків, яким не застосовували харчову добавку більший показник вмісту глобулінів на 30,8% ($P < 0,001$). Вміст глобулінів у контрольної групи ваготоніків тварин був на 11% більший в порівнянні із дослідною групою корів ($P < 0,01$). Також у контрольної групи симпатотоніків більший вмістом глобулінів, що становило на 7% ($P < 0,01$) в порівнянні з дослідною групою (Рис. 3.5).

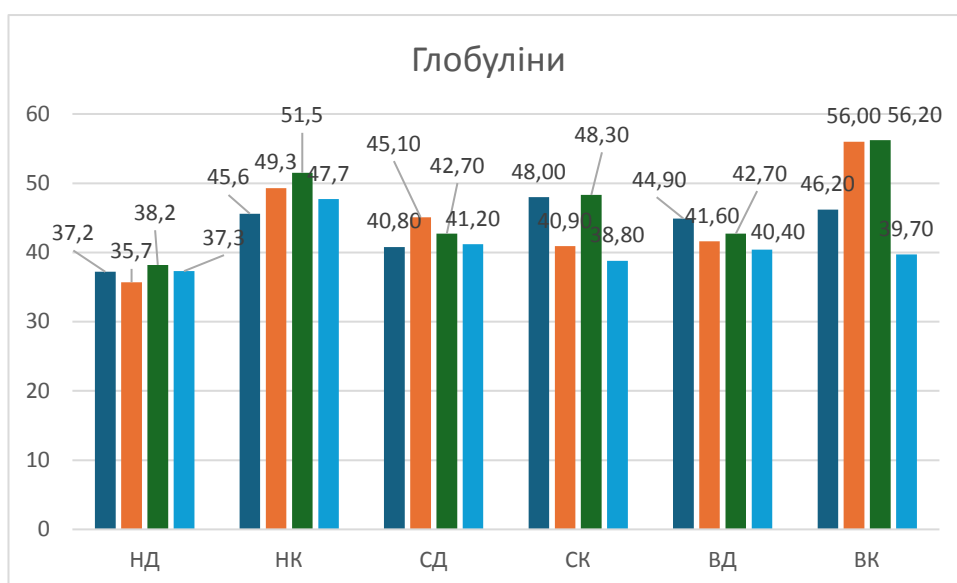


Рис. 3.5 Показники глобулінів у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

3.3 Зміни показників ферментів у крові корів

Згідно оцінки ферментативною ланки за допомогою біохімічного аналізу крові, досліджено вмісту таких ферментів як: аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, лактатдегідрогеназа, гамма-глутамільтранспептидаза і лужна фосфатаза у контрольній групі нормотоніків та виконано статистичний аналіз отриманих результатів (Таб. 3.8).

Таблиця 3.8

Показники вмісту ферментів у корів нормотоніків контрольної групи

	АСТ МО/л	АЛТ МО/л	ЛДГ МО/л	ГГТ МО/л	Лужна фосфатаза МО/л
Середнє	41,42	25,14	923,25	24,82	95,96
Стандартна помилка	0,74	0,36	9,55	0,28	0,60
Стандартне відхилення	1,48	0,72	19,10	0,57	1,21
Дисперсія вибірки	2,18	0,51	364,92	0,32	1,46
Асиметричність	-0,12	-1,59	-0,30	-0,54	-0,38
Мінімум	39,60	24,10	901,00	24,10	94,53
Максимум	43,18	25,74	942,00	25,41	97,10

Аналізуючи показники біохімічного аналізу корів на вміст ферментів встановлено, що аспартатамінотрансфераза у контрольній групі нормотоніків в середньому становить 41,42 МО/л, з точки зору описової статистики, має значну точність вибірки та малу варіативність даних, про що вказує стандартна помилка та стандартне відхилення. Показник асиметричності низький та відображає майже ідеальну симетрію, а різниця максимального і мінімального значення в 3,58 МО/л, відображає малу розбіжність вихідних даних.

Показник аланінамінотрансераз свідчить, що у контрольній групі корів нормотоніків, загальне значення становить 25,14 МО/л. Отримані данні характеризуються значною точністю вибірки та малою варіативністю даних, що підтверджує малі цифрові данні стандартної помилки та відхилення. Також відображають невисоку негативну асиметрію та незначну розбіжність

вихідних даних в 1,64 МО/л, згідно різниці мінімального і максимального значення.

Фермент лактатдегідрогіназа у контрольної групи нормотоніків становить у середньому 923,25 МО/л. Не зважаючи як на перший погляд має високі показники стандартної помилки та стандартного відхилення, але все одно мають значну точність вибірки та малу варіативність даних, за рахунок великого розміру цифрового показнику. Також варто відмітити, про малу негативну асиметричність даних та не суттєву розбіжність вихідних показників в 41,00 МО/л.

Показники гамма-глутамільтранспептидаза мали середній показники в 24,82 МО/л в контрольної групи нормотоніків. Характеризувалися точною вибіркою із малою варіативністю даних, про що свідчить стандартна помилка та відхилення. Асиметричність була в межах допустимих норм, а різниця між максимальним і мінімальним показником становила 1,31 МО/л.

Вміст лужної фосфатази становить у контрольної групи нормотоніків в середньому 95,96 МО/л та характеризується значною точністю та малою варіаційною вибіркою, що відображає стандартна помилка та відхилення. Асиметричність даних достатньо низька, як і розбіжність вихідних даних, за рахунок малої різниці між мінімальним та максимальним значенням в 2,57 МО/л.

Згідно оцінки ферментативною ланки за допомогою біохімічного аналізу крові, встановлено вмісту таких ферментів як: аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, лактатдегідрогеназа, гамма-глутамільтранспептидаза і лужна фосфатаза у дослідної групи нормотоніків та виконано статистичний аналіз отриманих результатів (Табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Показники вмісту ферментів у корів нормотоніків дослідної групи

	АСТ МО/л	АЛТ МО/л	ЛДГ МО/л	ГГТ МО/л	Лужна фосфатаза МО/л
Середнє	38,00	23,10	871,25	18,53	68,00
Стандартна помилка	0,47	0,27	9,24	0,50	1,62
Стандартне відхилення	0,94	0,55	18,48	1,00	3,24
Дисперсія вибірки	0,89	0,30	341,58	1,01	10,47
Асиметричність	-1,20	0,71	0,67	-0,90	-1,62
Мінімум	36,70	22,64	853,00	17,21	63,30
Максимум	38,70	23,80	895,00	19,37	70,70

Згідно показників біохімічного аналізу корів на вміст ферментів встановлено, що аспартатамінотрансфераза у дослідної групи нормотоніків в середньому становить 38,00 МО/л. Відповідно до описової статистики має значну точність вибірки та малу варіативність даних, про що вказує стандартна помилка і стандартне відхилення. Показник асиметричності відображає незначну асиметрію, а різниця максимального і мінімального значення в 2,00 МО/л, має малу розбіжність вихідних даних.

Показник аланінамінотрансераз свідчить, що у дослідної групи корів нормотоніків загальне значення становить 23,10 МО/л та характеризується значною точністю вибірки та малою варіативністю даних, що підтверджує малі цифрові данні стандартної помилки та відхилення. Значення також відображають невисоку позитивну асиметрію та незначну розбіжність вихідних даних в 1,24 МО/л, згідно різниці мінімального і максимального значення.

Фермент лактатдегідрогіназа у дослідної групи нормотоніків становить у середньому 871,25 МО/л та не зважаючи як на перший погляд високі показники стандартної помилки та стандартного відхилення, все описують значну точність вибірки та малу варіативність даних, за рахунок великого розміру цифрового показнику. Також варто відмітити про малу негативну асиметрію і не суттєву розбіжність вихідних показників в 42,00 МО/л.

Показники гамма-глутамільтранспептидаза мали середній показники в 18,53 МО/л в дослідній групі нормотоніків. Характеризувалися точною вибіркою із малою варіативністю даних, про що свідчить стандартна помилка та відхилення. Асиметричність була в межах допустимих норм, а різниця між максимальним і мінімальним показником становила 2,16 МО/л.

Вміст лужної фосфатази становить у дослідній групі нормотоніків в середньому 68,00 МО/л. Показники стандартної помилки та відхилення відображають точність вибірки та незначною варіаційністю. Асиметричність даних достатньо низька, а розбіжність вихідних даних досить мала, за рахунок малої різниці між мінімальним та максимальним значенням в 7,40 МО/л.

Згідно оцінки ферментативною ланки, за допомогою біохімічного аналізу крові, досліджено вмісту таких ферментів: аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, лактатдегідрогеназа, гамма-глутамільтранспептидаза і лужна фосфатаза у контрольній групі симпатотоніків та виконано статистичний аналіз отриманих результатів (Табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Показники вмісту ферментів у корів симпатотоніків контрольної групи

	АСТ МО/л	АЛТ МО/л	ЛДГ МО/л	ГГТ МО/л	Лужна фосфатаза МО/л
Середнє	42,87	25,61	834,00	24,50	89,88
Стандартна помилка	0,81	0,17	3,63	0,10	2,41
Стандартне відхилення	1,61	0,33	7,26	0,21	4,81
Дисперсія вибірки	2,60	0,11	52,67	0,04	23,14
Асиметричність	-0,65	1,37	-1,10	-0,03	0,70
Мінімум	40,79	25,34	824,00	24,29	85,61
Максимум	44,51	26,08	841,00	24,71	96,00

Аналізуючи показники біохімічного аналізу корів на вміст ферментів встановлено, що аспартатамінотрансфераза у контрольній групі

симпатотоніків в середньому становить 42,87 МО/л та з точки зору описової статистики, має значну точність вибірки та малу варіативність даних. Показник асиметричності низький, а різниця максимального і мінімального значення становить 3,72 МО/л і відображає малу розбіжність вихідних даних.

Показник аланінамінотрансераз свідчить, що у контрольної групи корів симпатотоніків середній показник становить 25,61 МО/л. Отримані данні характеризуються значною точністю вибірки та малою варіативністю, що підтверджує мала стандартна помилка та відхилення. Значення також відображають невисоку позитивну асиметричність даних та незначну розбіжність вихідних даних в 0,74 МО/л, згідно різниці мінімального і максимального значення.

Фермент лактатдегідрогіназа у контрольної групи симпатотоніків становить у середньому 834,00 МО/л та не зважаючи на високі показники стандартної помилки та стандартного відхилення, все одно мають значну точність вибірки та малу варіативність даних, за рахунок великого розміру цифрового показнику. Також варто відмітити про незначну негативну асиметричність даних та не суттєву розбіжність вихідних показників в 17,00 МО/л.

Показники гамма-глутамільтранспептидаза мали середній показники в 24,50 МО/л в контрольної групи симпатотоніків. Данні мали точну вибірку із малою варіативністю, про що свідчить стандартна помилка та відхилення. Асиметричність мала практично ідеальну симетрію, а різниця між максимальним і мінімальним показником становила 0,42 МО/л.

Вміст лужної фосфатази становить у контрольної групи симпатотоніків в середньому 89,88 МО/л та характеризується значною точністю та малою варіаційною вибіркою, що відображає стандартна помилка та відхилення. Асиметричність даних достатньо низька, як і розбіжність вихідних даних на мідставі малої різниці між мінімальним та максимальним значенням в 10,39 МО/л.

Згідно оцінки ферментативною ланки за допомогою біохімічного аналізу крові досліджено вмісту таких ферментів як: аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, лактатдегідрогеназа, гамма-глутамільтранспептидаза і лужна фосфатаза у дослідній групі симпатотоніків та виконано статистичний аналіз отриманих результатів (Таб. 10).

Таблиця 3.11

Показники вмісту ферментів у корів симпатотоніків дослідної групи

	АСТ МО/л	АЛТ МО/л	ЛДГ МО/л	ГГТ МО/л	Лужна фосфатаза МО/л
Середнє	37,46	18,56	795,25	23,42	77,90
Стандартна помилка	0,78	0,36	8,74	0,36	2,09
Стандартне відхилення	1,55	0,72	17,48	0,73	4,18
Дисперсія вибірки	2,41	0,52	305,58	0,53	17,50
Асиметричність	-0,14	0,95	1,79	-1,73	-0,89
Мінімум	35,78	17,82	783,00	22,35	72,40
Максимум	38,95	19,54	821,00	23,94	81,40

Аналізуючи показники біохімічного аналізу корів на вміст ферментів встановлено, що аспартатамінотрансфераза у дослідній групі симпатотоніків в середньому становить 37,46 МО/л. З точки зору описової статистики, має значну точність вибірки та малу варіативність даних, про що вказує стандартна помилка та стандартне відхилення. Показник асиметричності досить низький, а різниця максимального і мінімального значення становить 2,17 МО/л і відображає малу розбіжність вихідних даних.

Показник аланінамінотрансераз свідчить, що у дослідній групі корів симпатотоніків становить в загальному 18,56 МО/л. Він характеризується значною точністю вибірки та малою варіативністю даних, що підтверджують малі цифрові данні стандартної помилки та відхилення. Також відмічається невисока позитивна асиметричність та незначну розбіжність вихідних даних в 1,72 МО/л, згідно різниці мінімального і максимального значення.

Активність ферменту лактатдегідрогінази у дослідної групи симпатотоніків становить у середньому 795,25 МО/л. Не зважаючи як на перший погляд високі показники стандартної помилки та стандартного відхилення, все одно має значну точність вибірки і малу варіативність даних, за рахунок великого розміру цифрового показнику. Також варто відмітити про незначну позитивну асиметричність даних і не суттєву розбіжність вихідних показників в 88,00 МО/л.

Показники гамма-глутамільтранспептидаза мали середній показники в 23,42 МО/л в дослідної групи симпатотоніків. Вони характеризувалися точною вибіркою із малою варіативністю даних, про що свідчить стандартна помилка та відхилення. Асиметричність була середньою, а різниця між максимальним і мінімальним показником становила в 1,59 МО/л.

Вміст лужної фосфатази становить у дослідної групи симпатотоніків в середньому 77,90 МО/л. Він характеризується точною та малою варіаційною вибіркою, що відображала стандартна помилка та відхилення. Асиметричність даних достатньо низька, як і розбіжність вихідних даних, за рахунок малої різниці між мінімальним та максимальним значенням в 11,00 МО/л.

Згідно оцінки ферментативної ланки, за допомогою біохімічного аналізу крові, досліджено активність ферментів: аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази, лактатдегідрогенази, гамма-глутамільтранспептидази і лужної фосфатази у контрольної групи ваготоніків та виконано статистичний аналіз отриманих результатів (Табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Показники вмісту ферментів у корів ваготоніків контрольної групи

	АСТ МО/л	АЛТ МО/л	ЛДГ МО/л	ГГТ МО/л	Лужна фосфатаза МО/л
Середнє	41,24	25,52	887,50	22,67	89,53
Стандартна помилка	0,14	0,22	11,09	0,32	3,36
Стандартне відхилення	0,28	0,44	22,19	0,64	6,72
Дисперсія вибірки	0,08	0,20	492,33	0,41	45,19

Асиметричність	-0,85	-1,39	0,87	0,68	0,64
Мінімум	40,86	24,89	866,00	21,97	82,61
Максимум	41,52	25,93	917,00	23,51	98,20

Аналізуючи показники біохімічного аналізу корів на активність ферментів встановлено, що аспартатамінотрансфераза у контрольної групи ваготоніків в середньому становить 41,24 МО/л. Данні мають значну точність вибірки та малу варіативність даних, про що вказує стандартна помилка та стандартне відхилення. Показник асиметричності низький, а різниця максимального і мінімального значення становить 0,66 МО/л і відображає малу розбіжність вихідних даних.

Показники аланінамінотрансерази свідчать, що у контрольної групи корів ваготоніків в загальному становлять 25,52 МО/л. Вони характеризується значною точністю вибірки та малою варіативністю даних, що підтверджує стандартна помилка та відхилення. Встановлено невисоку негативною асиметрію даних та незначну розбіжність вихідних даних в 1,04 МО/л, згідно різниці мінімального і максимального значення.

Фермент лактатдегідрогіназа у контрольної групи ваготоніків становить у середньому 887,50 МО/л. Маючи високі показники стандартної помилки та стандартного відхилення, все одно описуються як точна вибірка та мала варіативність даних, за рахунок великого розміру цифрового показнику. Також варто відмітити про незначну позитивну асиметрію даних та не суттєву розбіжність вихідних показників в 59,00 МО/л.

Показники гамма-глутамільтранспептидаза мали середній показники в 22,67 МО/л в контрольної групи ваготоніків, та характеризувалися точною вибіркою із малою варіативністю даних. Асиметричність була незначною позитивною, а різниця між максимальним і мінімальним показником становила в 1,54 МО/л.

Вміст лужної фосфатази становить у контрольної групи ваготоніків в середньому 89,53 МО/л і характеризується значною точністю та малою

варіаційною вибіркою. Асиметричність даних достатньо низька, як і розбіжність вихідних даних, за рахунок малої різниці між мінімальним та максимальним значенням в 15,59 МО/л.

Згідно оцінки ферментативною ланки за допомогою біохімічного аналізу крові досліджено активність таких ферментів як: аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, лактатдегідрогеназа, гамма-глутамільтранспептидаза і лужна фосфатаза у дослідної групи ваготоніків та виконано статистичний аналіз отриманих результатів (Табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Показники вмісту ферментів у корів ваготоніків дослідної групи

	АСТ МО/л	АЛТ МО/л	ЛДГ МО/л	ГГТ МО/л	Лужна фосфатаза МО/л
Середнє	32,75	20,46	695,37	17,76	64,73
Стандартна помилка	6,50	4,04	138,17	3,48	12,51
Стандартне відхилення	15,91	9,91	338,45	8,51	30,64
Дисперсія вибірки	253,22	98,14	114546,65	72,46	938,86
Асиметричність	-2,45	-2,44	-2,45	-2,40	-2,30
Мінімум	0,28	0,26	4,70	0,46	3,04
Максимум	39,85	25,01	845,00	22,14	85,20

Аналізуючи показники біохімічного аналізу корів на активність ферментів встановлено, що аспартатамінотрансфераза у дослідної групи ваготоніків в середньому становить 41,24 МО/л. З точки зору описової статистики має значну точність вибірки і малу варіативність даних. Показник асиметричності низький, а різниця максимального і мінімального значення становить 0,66 МО/л і відображає малу розбіжність вихідних даних.

Показники аланінамінотрансераз свідчать, що у дослідної групи корів ваготоніків в загальному становлять 25,52 МО/л та характеризується значною точністю вибірки та малою варіативністю даних. Значення також відображають невисоку негативну асиметричність даних та незначну

розбіжність вихідних даних в 1,04 МО/л, згідно різниці мінімального і максимального значення.

Активність лактатдегідрогінази у дослідної групи ваготоніків становить у середньому 887,50 МО/л. Не зважаючи на високі показники стандартної помилки та стандартного відхилення, присутня значна точність вибірки та мала варіативність даних, за рахунок великого розміру цифрового показнику. Також варто відмітити про незначну позитивну асиметричність даних та не суттєву розбіжність вихідних показників в 51,00 МО/л.

Показники гамма-глутамільтранспептидаза мали середній показники в 22,67 МО/л в дослідної групи ваготоніків. Отримані данні характеризувалися точною вибіркою із малою варіативністю даних, про що свідчить стандартна помилка та відхилення. Асиметричність була середньою, а різниця між максимальним і мінімальним показником становила в 1,56 МО/л.

Активність лужної фосфатази становить у дослідної групи ваготоніків в середньому 89,53 МО/л та характеризується точною та малою варіаційною вибіркою. Асиметричність даних достатньо низька, як і розбіжність вихідних даних, за рахунок малої різниці між мінімальним та максимальним значенням в 15,59 МО/л.

При оцінці впливу кормової добавки на показники вмісту аспартатамінотрансферази було визначено, що у дослідної групи нормотоніків показники були менші на 8,3% по відношенні до контрольної групи нормотоніків ($P < 0,01$). У контрольної групи ваготоніків активність аспартатамінотрансферази була більшою на 5,1% в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P < 0,01$). У дослідної групи симпатотоніків була значно менша активність аспартатамінотрансферази на відміну від контрольної групи симпатотоніків на 12,6% ($P < 0,01$) (Рис. 3.5).

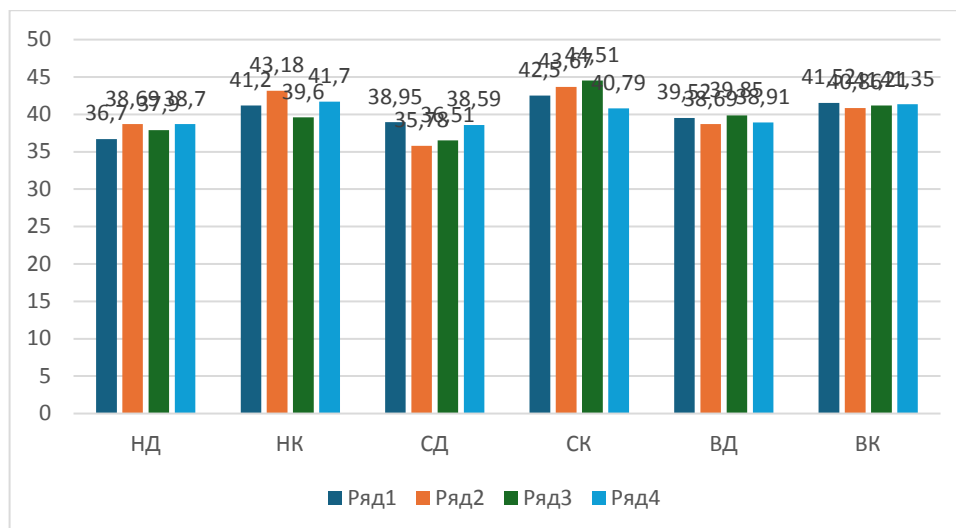


Рис. 3.6 Показники АСТ у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

Згідно біохімічного аналізу активність аланінамінотрансферази у контрольної групи нормотоніків більша в порівнянні з дослідною групою нормотоніків на 8,8% ($P < 0,05$). Загальні значення показників аланінамінотрансферази у дослідної групи ваготоніків менші в порівнянні контрольною групою на 4,1% ($P < 0,05$). Показники аланінамінотрансферази у контрольної групи симпатотоніків значно більші на 38% в порівнянні з дослідною групою симпатотоніків ($P < 0,001$) (Рис. 3.6).

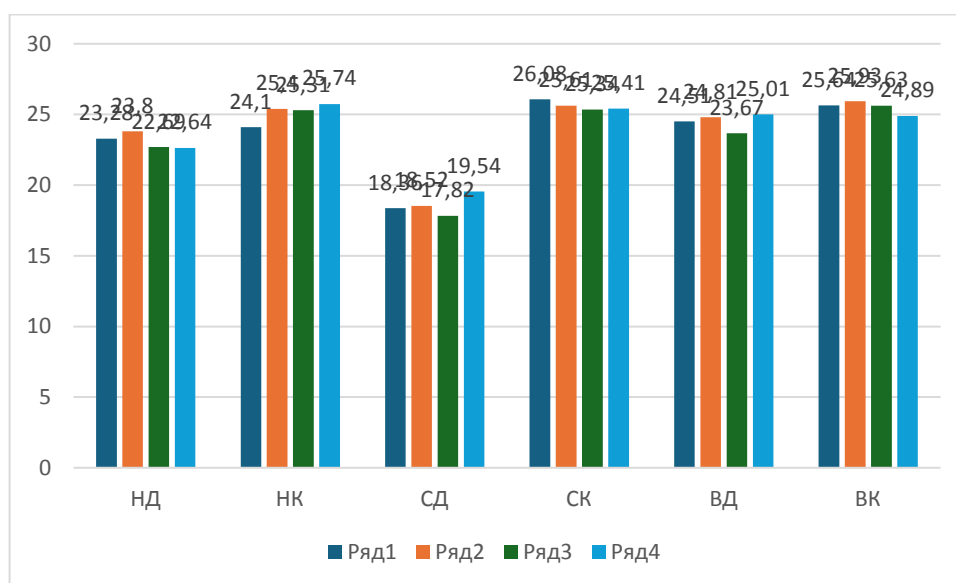


Рис. 3.7 Показники АЛТ у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

При оцінці показників лактатдегідрогенази у тварин, яким застосовували кормову добавку нанопрепаратів та тим кому ні визначено, що у контрольної групи нормотоніків відмічаються більші значення досліджуваного ферменту у крові на 6% в порівнянні з дослідною групою нормотоніків ($P < 0,05$). Значення лактатдегідрогенази у дослідній групі ваготоніків меншими на відміну від корів контрольної групи із ваготонією на 6,1% ($P < 0,01$). Контрольна група симпатотоніків характеризується більшими значеннями лактатдегідрогінази, на відміну від дослідної групи симпатотоніків на 4,9% ($P < 0,01$) (Рис. 3.7).

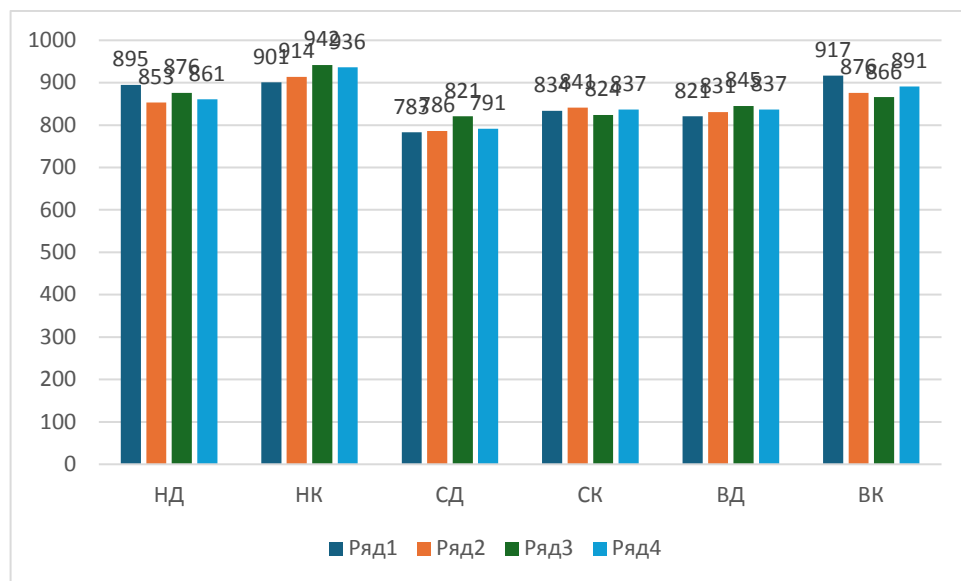


Рис. 3.8 Показники ЛДГ у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

Показники вмісту гамма-глутамінтранспептидази у корів, що споживали раціон годівлі із додатковою кормовою добавкою мади менші показники, так у дослідній групі нормотоніків на 25,3% менші значення в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,001$). У дослідній групі ваготоніків вміст гамма-глутамінтранспептидази менший на 6,4% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$). Показники у контрольної групи симпатотоніків стосовно активності гамма-глутамінпептидази більші на відміну від дослідної групи симпатотоніків на 4,6% ($P < 0,05$) (Рис.3.8).

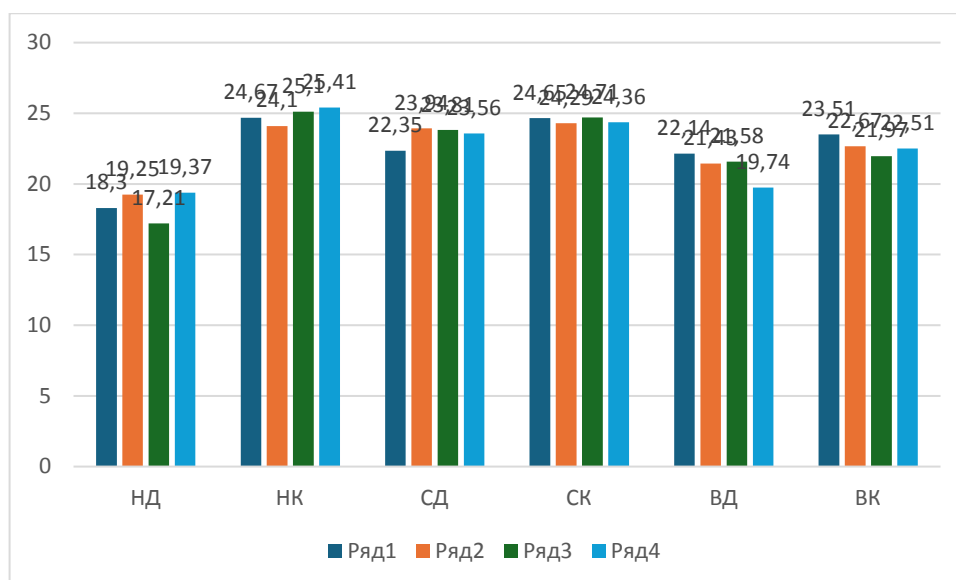


Рис. 3.9 Показники ГГТ у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

Значення біохімічного показнику лужної фосфатази у корів контрольної групи значно вищі на відміну від дослідних груп. Так у контрольної групи нормотоніків активність даного ферменту більша на 41,2% в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,001$). У контрольної групи ваготоніків вміст лужної фосфатази більша на 16,2% на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Дослідна група симпатотоніків характеризувалася меншою активністю ферменту у крові на 13,3% при порівнянні із контрольною групою симпатотоніків ($P < 0,01$) (Рис. 3.9).

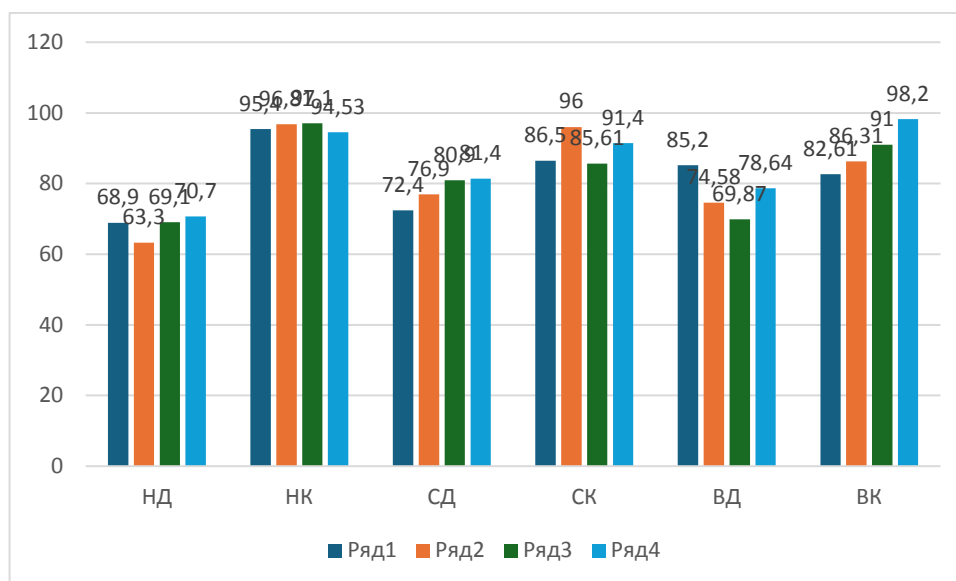


Рис. 3.10 Показники лужної фосфатази у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

3.4 Показники вміст кальцію, фосфору, білірубину і глюкози

Згідно оцінки біохімічного аналізу крові корів на такі показники як вміст кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину, визначено статистичний аналіз отриманих результатів у контрольної групи нормотоніків (Табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Показники вмісту кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину у корів нормотоніків контрольної групи

	Кальцій ммоль/л	Фосфор ммоль/л	Глюкоза ммоль/л	Загальний білірубін мкмоль/л
Середнє	2,26	2,00	2,40	4,77
Стандартна помилка	0,12	0,20	0,09	0,20
Стандартне відхилення	0,23	0,41	0,18	0,40
Дисперсія вибірки	0,05	0,16	0,03	0,16
Асиметричність	0,16	0,50	0,00	1,84
Мінімум	2,04	1,64	2,20	4,52
Максимум	2,51	2,49	2,60	5,37

Згідно статистичного аналізу встановлено, що у крові контрольної групи нормотоніків у загальному становить рівень кальцію 2,26 ммоль/л. Отримані показники свідчать про значну точність вибірки даних та малу варіативність чисел, що підтверджує низькі значення стандартної помилки і стандартного відхилення. Значення асиметричності відображає майже ідеальну симетричність. Різниця між мінімальним і максимальним значенням становить 0,47 ммоль/л, що описує малу розбіжність даних.

Показники вмісту фосфору у контрольної групи нормотоніків становлять у середньому 2,00 ммоль/л. Точність отриманих результатів підтверджується малими значеннями стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображає точність вибірки та низьку варіативність даних. Асиметричність вказує на незначну асиметрію показників, а різниця між максимальним і

мінімальним значенням становить 0,85 ммоль/л, що свідчить про малу розбіжність даних.

Рівень глюкози у крові корів контрольної групи нормотоніків становить у середньому 2,40 ммоль/л. Значення стандартної помилки та стандартного відхилення свідчать про значну точність вибірки та малу варіативність показників, що підкреслює точність отриманих даних. Асиметричність у даного біохімічного показнику практично ідеально симетричний, а різниця між мінімальним і максимальним значенням досить мала 0,40 ммоль/л.

Загальний білірубін у контрольної групи нормотоніків становить в межах 4,77 мкмоль/л. Відмічається мала розбіжність результатів на підставі малого значення стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображають високу точність і малу варіативність вибірки. Асиметричність досить не значна а показник різниці між максимальним і мінімальним значенням досить мали 0,65 мкмоль/л.

Згідно оцінки біохімічного аналізу крові корів на такі показники як вміст кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину, визначено статистичний аналіз отриманих результатів у дослідної групи нормотоніків (Табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Показники вмісту кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину у корів нормотоніків дослідної групи

	Кальцій ммоль/л	Фосфор ммоль/л	Глюкоза Ммоль/л	Загальний білірубін мкмоль/л
Середнє	2,84	1,42	1,78	4,68
Стандартна помилка	0,05	0,04	0,14	0,32
Стандартне відхилення	0,10	0,09	0,28	0,63
Дисперсія вибірки	0,01	0,01	0,08	0,40
Асиметричність	-1,30	1,88	0,32	0,69
Мінімум	2,70	1,36	1,50	3,99
Максимум	2,91	1,55	2,10	5,52

Згідно статистичного аналізу встановлено, що у крові дослідної групи нормотоніків у загальному становить рівень кальцію 2,84 ммоль/л. Отримані показники свідчать про значну точність вибірки даних та малу варіативність чисел, що підтверджує низькі значення стандартної помилки та стандартного відхилення. Значення асиметричності відображає незначну негативну асиметричність. Різниця між мінімальним і максимальним значенням становить 0,21 ммоль/л, що описує малу розбіжність даних.

Показники вмісту фосфору у дослідної групи нормотоніків становлять у середньому 1,42 ммоль/л. Точність отриманих результатів підтверджується малими значеннями стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображає точність вибірки та низьку варіативність даних. Асиметричність вказує на незначну асиметрію показників, а різниця між максимальним і мінімальним значенням становить 0,19 ммоль/л, що свідчить про малу розбіжність даних.

Рівень глюкози у крові корів дослідної групи нормотоніків становить у середньому 1,78 ммоль/л. Значення стандартної помилки та стандартного відхилення свідчать про значну точність вибірки та малу варіативність показників, що підкреслює точність отриманих даних. Асиметричність у даного біохімічного показнику має наближену симетричність, а різниця між мінімальним і максимальним значенням досить мала 0,60 ммоль/л.

Загальний білірубін у дослідної групи нормотоніків становить в межах 4,68 мкмоль/л. Відмічається мала розбіжність результатів на підставі малого значення стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображають високу точність і малу варіативність вибірки. Асиметричність досить не значна а показник різниці між максимальним і мінімальним значенням досить мали 1,53 мкмоль/л.

Згідно оцінки біохімічного аналізу крові корів на такі показники як вміст кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину, визначено статистичний аналіз отриманих результатів у контрольної групи симпатотоніків (Табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Показники вмісту кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубіну у корів симпатотоніків контрольної групи

	Кальцій ммоль/л	Фосфор ммоль/л	Глюкоза Ммоль/л	Загальний білірубін мкмоль/л
Середнє	1,40	2,25	2,74	1,93
Стандартна помилка	0,12	0,07	0,08	0,18
Стандартне відхилення	0,24	0,15	0,16	0,37
Дисперсія вибірки	0,06	0,02	0,03	0,13
Асиметричність	0,54	0,00	0,13	-0,33
Мінімум	1,20	2,09	2,58	1,47
Максимум	1,70	2,41	2,91	2,34

Згідно статистичного аналізу встановлено, що у крові контрольної групи симпатотоніків у загальному становить рівень кальцію 1,40 ммоль/л. Отримані показники свідчать про значну точність вибірки даних та малу варіативність чисел, що підтверджує низькі значення стандартної помилки та стандартного відхилення. Значення асиметричності наближений до симетричності отриманих даних. Різниця між мінімальним і максимальним значенням становить 0,50 ммоль/л, що описує малу розбіжність даних.

Показники вмісту фосфору у контрольної групи симпатотоніків становлять у середньому 2,25 ммоль/л. Точність отриманих результатів підтверджується малими значеннями стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображає точність вибірки та низьку варіативність даних. Асиметричність вказує на майже ідеальну симетрію показників, а різниця між максимальним і мінімальним значенням становить 0,32 ммоль/л, що свідчить про малу розбіжність даних.

Рівень глюкози у крові корів контрольної групи симпатотоніків становить у середньому 2,74 ммоль/л. Значення стандартної помилки та стандартного відхилення свідчать про значну точність вибірки та малу варіативність показників, що підкреслює точність отриманих даних. Асиметричність у

даного біохімічного показнику практично ідеально симетричний, а різниця між мінімальним і максимальним значенням досить мала 0,33 ммоль/л.

Загальний білірубін у контрольної групи симпатотоніків становить в межах 1,93 мкмоль/л. Відмічається мала розбіжність результатів на підставі малого значення стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображають високу точність і малу варіативність вибірки. Асиметричність досить незначна а показник різниці між максимальним і мінімальним значенням досить мали 0,87 мкмоль/л.

Згідно оцінки біохімічного аналізу крові корів на такі показники як вміст кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину, визначено статистичний аналіз отриманих результатів у дослідної групи симпатотоніків (Табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Показники вмісту кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину у корів симпатотоніків дослідної групи

	Кальцій ммоль/л	Фосфор ммоль/л	Глюкоза Ммоль/л	Загальний білірубін мкмоль/л
Середнє	2,18	1,75	2,45	2,24
Стандартна помилка	0,14	0,07	0,05	0,12
Стандартне відхилення	0,28	0,15	0,11	0,24
Дисперсія вибірки	0,08	0,02	0,01	0,06
Асиметричність	0,32	-0,89	-1,70	1,80
Мінімум	1,90	1,56	2,29	2,06
Максимум	2,50	1,88	2,53	2,59

Згідно статистичного аналізу встановлено, що у крові дослідної групи симпатотоніків у загальному становить рівень кальцію 2,18 ммоль/л. Отримані показники свідчать про значну точність вибірки даних та малу варіативність чисел, що підтверджує низькі значення стандартної помилки та стандартного відхилення. Значення асиметричності відображає незначну позитивну асиметричність. Різниця між мінімальним і максимальним значенням становить 0,60 ммоль/л, що описує малу розбіжність даних.

Показники вмісту фосфору у дослідній групі симпатотоніків становлять у середньому 1,75 ммоль/л. Точність отриманих результатів підтверджується малими значеннями стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображає точність вибірки та низьку варіативність даних. Асиметричність вказує на незначну негативну асиметрію показників, а різниця між максимальним і мінімальним значенням становить 0,32 ммоль/л, що свідчить про малу розбіжність даних.

Рівень глюкози у крові корів дослідної групи симпатотоніків становить у середньому 2,45 ммоль/л. Значення стандартної помилки та стандартного відхилення свідчать про значну точність вибірки та малу варіативність показників, що підкреслює точність отриманих даних. Асиметричність у даного біохімічного показнику має незначну негативну асиметричність, а різниця між мінімальним і максимальним значенням досить мала 0,24 ммоль/л.

Загальний білірубін у дослідній групі симпатотоніків становить в межах 2,24 мкмоль/л. Відмічається мала розбіжність результатів на підставі малого значення стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображають високу точність і малу варіативність вибірки. Асиметричність досить не значна а показник різниці між максимальним і мінімальним значенням досить мали 0,53 мкмоль/л.

Згідно оцінки біохімічного аналізу крові корів на такі показники як вміст кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину, визначено статистичний аналіз отриманих результатів у контрольній групі ваготоніків (Табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Показники вмісту кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубіну у корів ваготоніків контрольної групи

	Кальцій ммоль/л	Фосфор ммоль/л	Глюкоза Ммоль/л	Загальний білірубін мкмоль/л
Середнє	1,81	2,50	2,96	5,26
Стандартна помилка	0,08	0,10	0,14	0,16
Стандартне відхилення	0,16	0,20	0,28	0,31
Дисперсія вибірки	0,02	0,04	0,08	0,10
Асиметричність	-1,44	0,79	-0,13	-1,52
Мінімум	1,59	2,31	2,67	4,81
Максимум	1,94	2,76	3,21	5,51

Згідно статистичного аналізу встановлено, що у крові контрольної групи ваготоніків у загальному становить рівень кальцію 1,81 ммоль/л. Отримані показники свідчать про значну точність вибірки даних та малу варіативність чисел, що підтверджує низькі значення стандартної помилки та стандартного відхилення. Значення асиметричності відображає негативну малу симетричність. Різниця між мінімальним і максимальним значенням становить 0,35 ммоль/л, що описує малу розбіжність даних.

Показники вмісту фосфору у контрольної групи ваготоніків становлять у середньому 2,50 ммоль/л. Точність отриманих результатів підтверджується малими значеннями стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображає точність вибірки та низьку варіативність даних. Асиметричність вказує на незначну асиметрію показників, а різниця між максимальним і мінімальним значенням становить 0,45 ммоль/л, що свідчить про малу розбіжність даних.

Рівень глюкози у крові корів контрольної групи ваготоніків становить у середньому 2,96 ммоль/л. Значення стандартної помилки та стандартного відхилення свідчать про значну точність вибірки та малу варіативність показників, що підкреслює точність отриманих даних. Асиметричність у

даного біохімічного показнику практично ідеально симетричний, а різниця між мінімальним і максимальним значенням досить мала 0,54 ммоль/л.

Загальний білірубін у контрольної групи ваготоніків становить в межах 5,26 мкмоль/л. Відмічається мала розбіжність результатів на підставі малого значення стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображають високу точність і малу варіативність вибірки. Асиметричність негативна та має малу асиметричність, а показник різниці між максимальним і мінімальним значенням досить мали 0,70 мкмоль/л.

Згідно оцінки біохімічного аналізу крові корів на такі показники як вміст кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину, визначено статистичний аналіз отриманих результатів у дослідної групи ваготоніків (Табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Показники вмісту кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубину у корів ваготоніків дослідної групи

	Кальцій ммоль/л	Фосфор ммоль/л	Глюкоза Ммоль/л	Загальний білірубін мкмоль/л
Середнє	2,43	1,33	2,15	3,78
Стандартна помилка	0,11	0,06	0,06	0,15
Стандартне відхилення	0,22	0,12	0,11	0,29
Дисперсія вибірки	0,05	0,01	0,01	0,08
Асиметричність	0,48	1,05	1,36	1,41
Мінімум	2,20	1,22	2,05	3,52
Максимум	2,70	1,49	2,30	4,19

Згідно статистичного аналізу встановлено, що у крові дослідної групи ваготоніків у загальному становить рівень кальцію 2,34 ммоль/л. Отримані показники свідчать про значну точність вибірки даних та малу варіативність чисел, що підтверджує низькі значення стандартної помилки та стандартного відхилення. Значення асиметричності відображає незначну позитивну асиметричність. Різниця між мінімальним і максимальним значенням становить 0,50 ммоль/л, що описує малу розбіжність даних.

Показники вмісту фосфору у дослідної групи ваготоніків становлять у середньому 1,33 ммоль/л. Точність отриманих результатів підтверджується малими значеннями стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображає точність вибірки та низьку варіативність даних. Асиметричність вказує на незначну асиметрію показників, а різниця між максимальним і мінімальним значенням становить 0,27 ммоль/л, що свідчить про малу розбіжність даних.

Рівень глюкози у крові корів дослідної групи нормотоніків становить у середньому 2,15 ммоль/л. Значення стандартної помилки та стандартного відхилення свідчать про значну точність вибірки та малу варіативність показників, що підкреслює точність отриманих даних. Асиметричність у даного біохімічного показнику має невелику асиметричність, а різниця між мінімальним і максимальним значенням досить мала 0,25 ммоль/л.

Загальний білірубін у дослідної групи ваготоніків становить в межах 3,78 мкмоль/л. Відмічається мала розбіжність результатів на підставі малого значення стандартної помилки та стандартного відхилення, що відображають високу точність і малу варіативність вибірки. Асиметричність досить не мала, а показник різниці між максимальним і мінімальним значенням досить становлять 0,67 мкмоль/л.

Згідно результатів біохімічного аналізу крові корів встановлено, що показники вмісту кальцію у контрольних і дослідних груп тварин відрізняються. Так у дослідної групи нормотоніків корів вміст у крові кальцію був більший на 25,7% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P < 0,01$). У дослідної групи ваготоніків показники кальцію в крові були на 34,3% більші в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). В контрольній групі симпатотоніків вміст кальцію в крові становив на 35,8% менше ніж у дослідної групи симпатотоніків ($P < 0,01$) (Рис. 3.10).

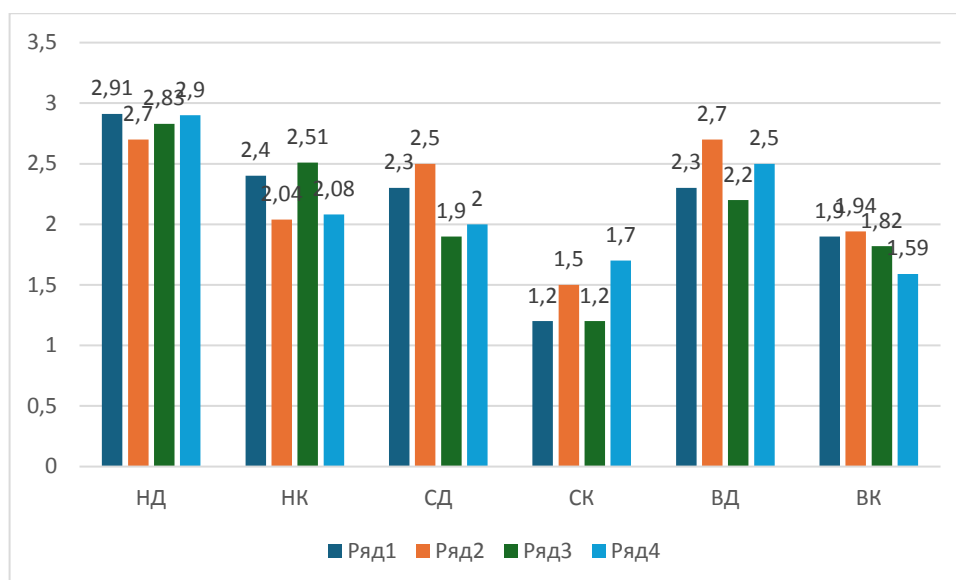


Рис. 3.11 Показники кальцію у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

При оцінці вмісту фосфору у крові корів з різним тонусом автономної нервової системи при застосуванні кормової добавки нанопрепаратів встановлено відмінності у показниках. У контрольної групи нормотоніків вміст фосфору був на 40,8% більший в порівнянні з дослідною групою нормотоніків ($P < 0,05$). Дослідна група ваготоніків мала у крові на 46,8% менший вміст при порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,001$). Показники фосфору у крові корів контрольної групи симпатотоніків були на 28,6% більшими на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,01$) (Рис. 3.11).

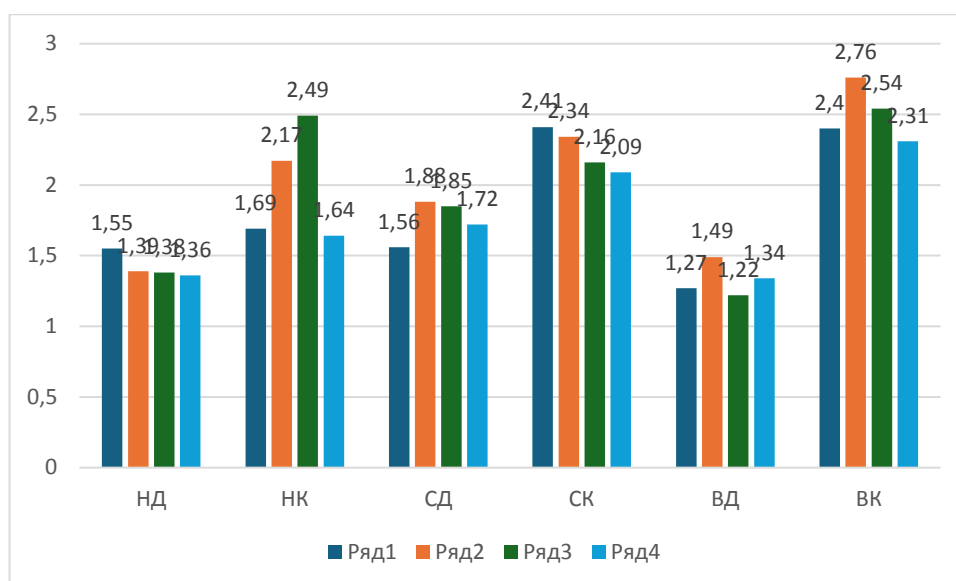


Рис. 3.12 Показники фосфору у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

Рівень глюкози у крові корів за результатами біохімічного аналізу крові у контрольних і дослідних груп мають значні відмінності за використання кормової добавки нанопрепарату. Контрольна група нормотоніків характеризувалася більшими показниками вмісту глюкози на 34,8% за порівняння із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Дослідна група ваготоніків мала менший рівень глюкози у крові на відміну від контрольної групи ваготоніків на 27,4% ($P < 0,01$). Контрольна група симпатотоніків за вмістом глюкози у крові корів мала більші показники на 11,8% в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P < 0,05$) (Рис. 3.12).

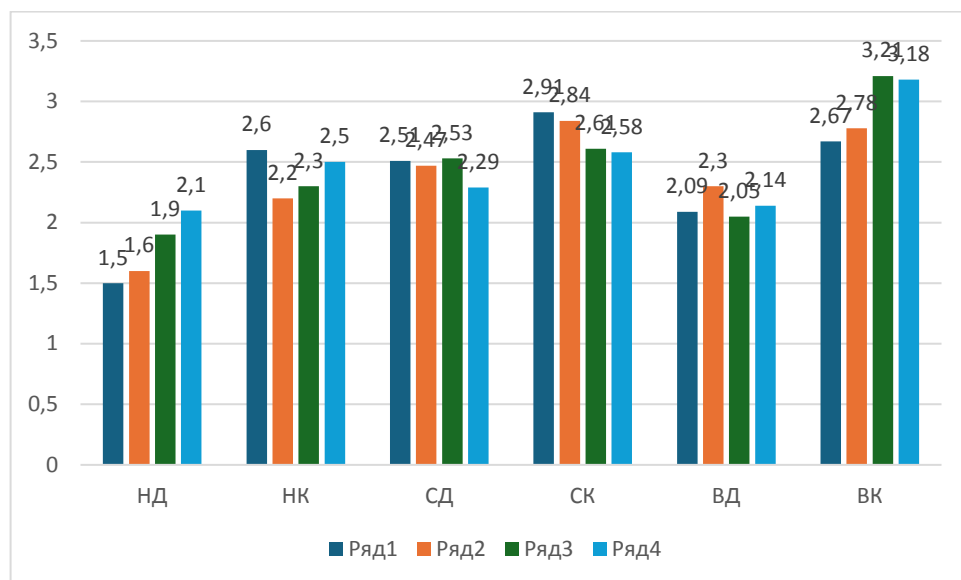


Рис. 3.13 Показники глюкози у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

За аналізу вмісту у крові загального білірубину згідно біохімічного аналізу крові встановлено, що серед контрольних і дослідних груп корів значні відмінності спостерігалися серед тварин з ваготонією. Так у дослідної групи ваготоніків вміст загального білірубину був на 28,1% менший в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,001$) (Рис. 3.13).

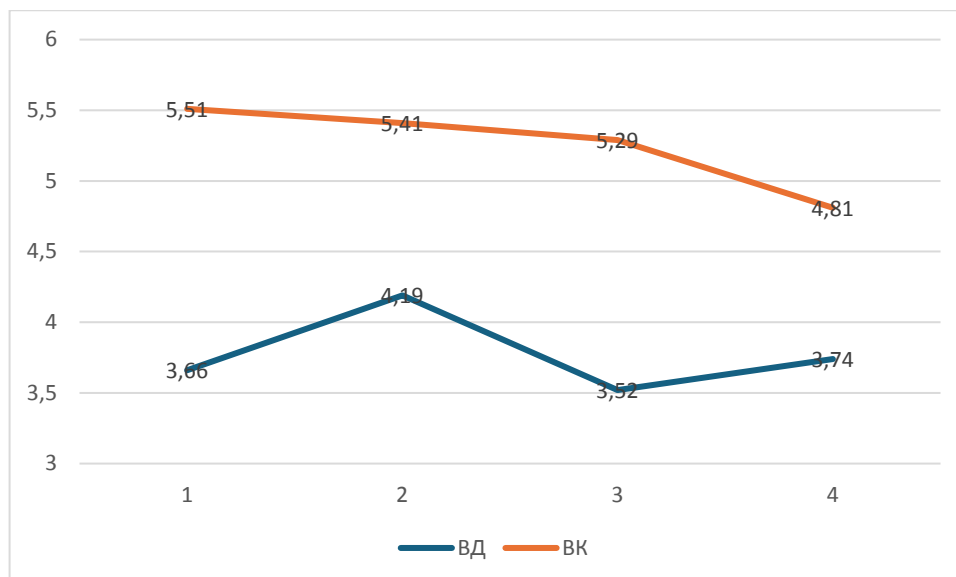


Рис. 3.14 Показники глюкози у корів дослідної і контрольної групи з різним тонусом автономної нервової системи

3.5 Кореляція Біохімічних показників крові із вегетативною регуляцією

За результатами дослідження було встановлено залежність показників біохімічного аналізу крові корів дослідної групи нормотоніків і показників тонуру автономної нервової системи, а саме індексом напруги та індексом автономної рівноваги, що відображають активність симпатичної а парасимпатичної нервової системи, також точність отриманої кореляції підтверджувалася однофакторним дисперсним аналізом. Загальний білок мав сильну негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,897)$ ($P<0,001$) та сильну позитивну кореляцією $r=0,727$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Вміст креатиніну в крові мав дуже сильну негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,906)$ ($P<0,001$) та середню позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,536$ ($P<0,001$).

Активність аспарататамінотрансерази корелювало з індексом напруги, що становило сильну негативну кореляцію $r=(-0,859)$ ($P<0,001$) та з індексом автономної рівноваги дуже сильну негативну кореляцію $r=(-0,997)$ ($P<0,001$).

Активність гамма-глутамінпептидази мала дуже сильну позитивну кореляцію із індексом напруги $r=0,939$ ($P<0,001$) та сильну позитивну

кореляцію із автономним показником ритму $r=0,771$ ($P<0,001$). Активність лужної фосфатази становила середню негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,637)$ ($P<0,001$) та слабку негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=(-0,033)$ ($P<0,001$).

Рівень кальцію у корові корів дослідної групи нормотоніків корелюється із індексом напруги, що становить сильну негативну кореляцію $r=(-0,823)$ ($P<0,001$) та помірну позитивну кореляцію $r=0,337$ із індексом автономної рівноваги ($P<0,001$).

Вміст глюкози у крові мав дуже сильну негативну кореляцію з індексом напруги $r=(-0,908)$ ($P<0,001$) та сильну негативну із індексом автономної регуляції $r=(-0,766)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.14).

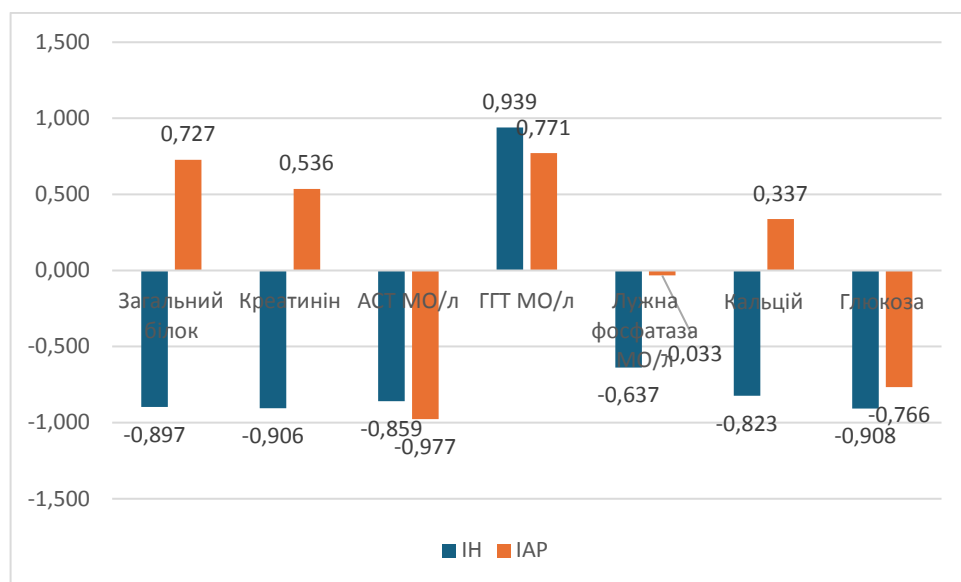


Рис. 3.15 Показники кореляції між показниками біохімічного аналізу та вегетативної регуляції у дослідної групи нормотоніків

За результатами дослідження було встановлено залежність показників біохімічного аналізу крові корів контрольної групи нормотоніків і показників тонузу автономної нервової системи, а саме індексом напруги та індексом автономної рівноваги, що відображають активність симпатичної а парасимпатичної нервової системи, також точність отриманої кореляції підтверджувалася однофакторним дисперсним аналізом. Загальний білок мав

середню негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,501)$ ($P<0,001$) та сильну негативну кореляцією $r=(-0,829)$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Вміст креатиніну в крові мав сильну позитивну кореляцію із індексом напруги $r=0,835$ ($P<0,001$) та дуже сильну позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,970$ ($P<0,001$).

Активність аспарататамінотрансерази корелювало з індексом напруги, що становило сильну позитивну кореляцію $r=0,875$ ($P<0,001$) та з індексом автономної рівноваги середню позитивну кореляцію $r=0,504$ ($P<0,001$).

Активність гамма-глутамінпептидази мала середню негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,554)$ ($P<0,001$) та сильну негативну кореляцію із автономним показником ритму $r=(-0,820)$ ($P<0,001$).

Активність лужної фосфатази становила помірну негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,424)$ ($P<0,001$) та дуже сильну позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,961$ ($P<0,001$).

Рівень кальцію у корові корів контрольної групи нормотоніків корелюється із індексом напруги, що становить середню негативну кореляцію $r=(-0,680)$ ($P<0,001$) та слабку позитивну кореляцію $r=0,218$ із індексом автономної рівноваги ($P<0,001$).

Вміст глюкози у крові мав слабку позитивну кореляцію з індексом напруги $r=0,222$ ($P<0,001$) та дуже сильну негативну із індексом автономної регуляції $r=(-0,901)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.15).

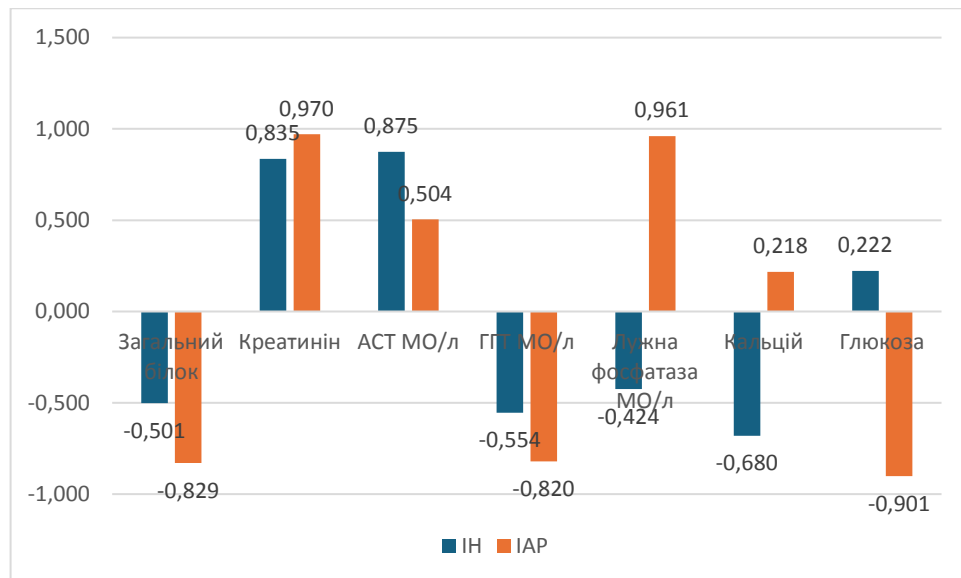


Рис. 3.16 Показники кореляції між показниками біохімічного аналізу та вегетативної регуляції у контрольній групі нормотоніків

Проаналізувавши залежність біохімічних показників крові у корів дослідної групи симпатотоніків, виявлено залежність із показниками тонуру автономної нервової системи такими як індекс напруги та індекс автономної рівноваги. Загальний білок мав помірну негативну кореляцію $r=(-0,406)$ ($P<0,001$) із індексом напруги та середню негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=(-0,626)$ ($P<0,001$).

Показники сечовини у крові корів мав сильну негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,708)$ ($P<0,001$) та помірну негативну кореляцію $r=(-0,470)$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Показники рівня креатиніну у крові мав середню негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,642)$ ($P<0,001$) та сильну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=(-0,835)$ ($P<0,001$).

Активність аспартатамінотрансферази мала дуже сильну позитивну кореляцію із індексом напруги $r=0,955$ ($P<0,001$) та сильну позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,837$ ($P<0,001$).

Активність аланінамінотрансферази мала кореляцію із індексом напруги, що становить середню позитивну кореляцію $r=0,512$ та індексом автономної рівноваги $r=0,622$ ($P<0,001$), що становить середню позитивну кореляцію.

Лактатдегідрогеназа не мала значимої кореляційної залежності із індексом напруги та індексом автономної рівноваги та коливалася в межах помірної негативної кореляції $r=(-0,396)$ та $r=(-0,321)$ ($P<0,001$).

Рівень кальцію в крові корів у дослідної групи симпатотоніків мав сильну позитивну кореляцію із індексом напруги $r=0,769$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги, що становив середню позитивну кореляцію $r=0,589$ ($P<0,001$).

Показники рівня фосфору у крові корів мали дуже сильну позитивну кореляцію із показниками індексу напруги $r=(-0,906)$ та індексу автономної рівноваги $r=(-0,943)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.16).

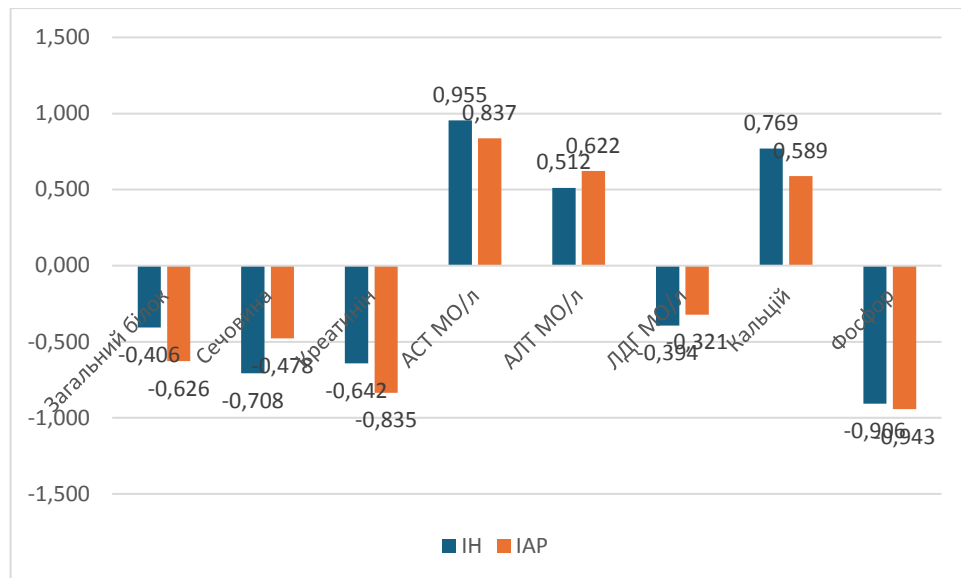


Рис. 3.17 Показники кореляції між показниками біохімічного аналізу та вегетативної регуляції у дослідної групи симпатотоніків

Проаналізувавши залежність біохімічних показників крові у корів контрольної групи симпатотоніків, виявлено залежність із показниками тону автономної нервової системи такими як індекс напруги та індекс автономної рівноваги. Загальний білок мав сильну негативну кореляцію $r=(-$

0,720) ($P < 0,001$) із індексом напруги та дуже сильну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r = (-0,957)$ ($P < 0,001$).

Показники сечовини у крові корів мав помірну позитивну кореляцію із індексом напруги $r = 0,422$ ($P < 0,001$) та середню негативну кореляцію $r = (-0,560)$ ($P < 0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Показники рівня креатиніну у крові мав середню позитивну кореляцію із індексом напруги $r = (-0,608)$ ($P < 0,001$) та сильну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r = (-0,717)$ ($P < 0,001$).

Активність аспартатамінотрансферази мала сильну негативну кореляцію із індексом напруги $r = (-0,777)$ ($P < 0,001$) та слабку позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r = 0,200$ ($P < 0,001$).

Активність аланінамінотрансферази мала кореляцію із індексом напруги, що становить помірну негативну кореляцію $r = (-0,398)$ ($P < 0,001$) та індексом автономної рівноваги $r = (-0,872)$ ($P < 0,001$), що становить сильну негативну кореляцію.

Лактатдегідрогеназа не мала середню позитивну кореляцію із індексом напруги $r = 0,587$ ($P < 0,001$) та середню негативну кореляцію $r = (-0,699)$ ($P < 0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Рівень кальцію в крові корів у контрольної групи симпатотоніків мав дуже сильну позитивну кореляцію із індексом напруги $r = 0,981$ ($P < 0,001$) та індексом автономної рівноваги, що становив середню позитивну кореляцію $r = 0,561$ ($P < 0,001$).

Показники рівня фосфору у крові корів мали середню негативну кореляцію із показниками індексу напруги $r = (-0,559)$ та дуже сильну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r = (-0,990)$ ($P < 0,001$) (Рис. 3.17).

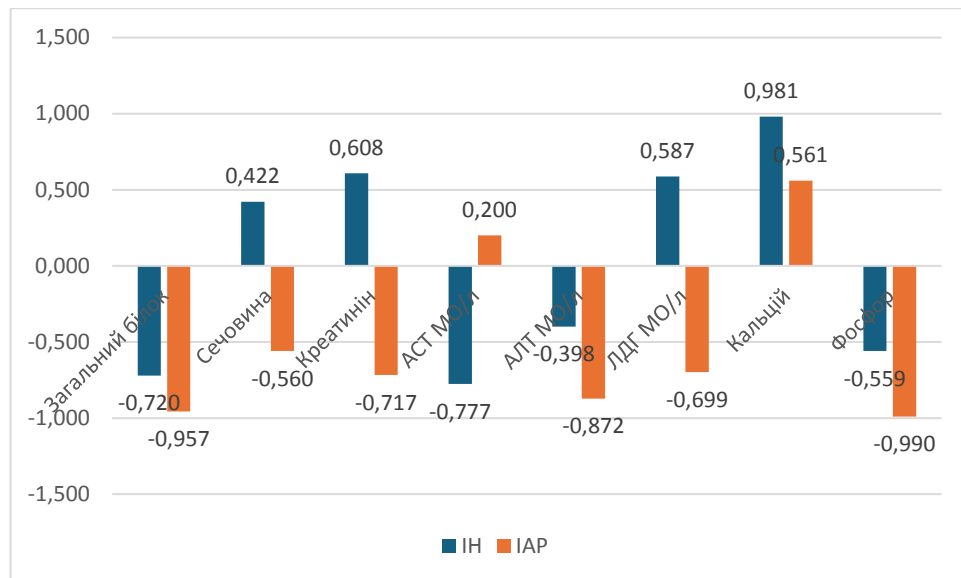


Рис. 3.18 Показники кореляції між показниками біохімічного аналізу та вегетативної регуляції у контрольній групі симпатотоніків

Згідно дослідження залежності тонузу автономної нервової системи і показників крові корів дослідної групи ваготоніків встановлено кореляційну залежність у загального білку із індексом автономної рівноваги, що становить середню позитивну кореляцію $r=0,561$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги $r=0,815$ ($P<0,001$), що відображає сильну позитивну кореляцію.

Показник вмісту альбумінів мав дуже сильну негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,944)$ ($P<0,001$) та сильну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=(-0,795)$ ($P<0,001$).

Активність аспаратамінотрансферази мав сильну позитивну кореляцію із індексом напруги $r=0,768$ ($P<0,001$) та помірну позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,358$ ($P<0,001$).

Активність лактатдегідрогенази мала залежність із індексом напруги у вигляді помірної негативної кореляції $r=(-0,425)$ ($P<0,001$) та сильну негативну кореляцію із $r=(-0,765)$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Рівень кальцію у крові корів дослідної групи ваготоніків становить сильну негативну кореляцію $r=(-0,718)$ ($P<0,001$) із індексом напруги та слабку негативну кореляцію $r=(-0,285)$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Рівень фосфору у крові корів мав середню негативну кореляцію $r=(-0,625)$ ($P<0,001$) із індексом напруги та середню негативну кореляцію $r=(-0,557)$ із індексом автономної рівноваги ($P<0,001$).

Показники рівня глюкози у крові корів мали середню негативну кореляцію $r=(-0,580)$ ($P<0,001$) із індексом напруги та помірну позитивну кореляцію $r=(-0,483)$ ($P<0,001$) індексом автономної рівноваги.

Рівень загального білірубіну корелюється з показниками індексу напруги як середня негативна кореляція $r=(-0,518)$ ($P<0,001$) та з індексом автономної рівноваги як помірна негативна кореляція $r=(-0,463)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.18).

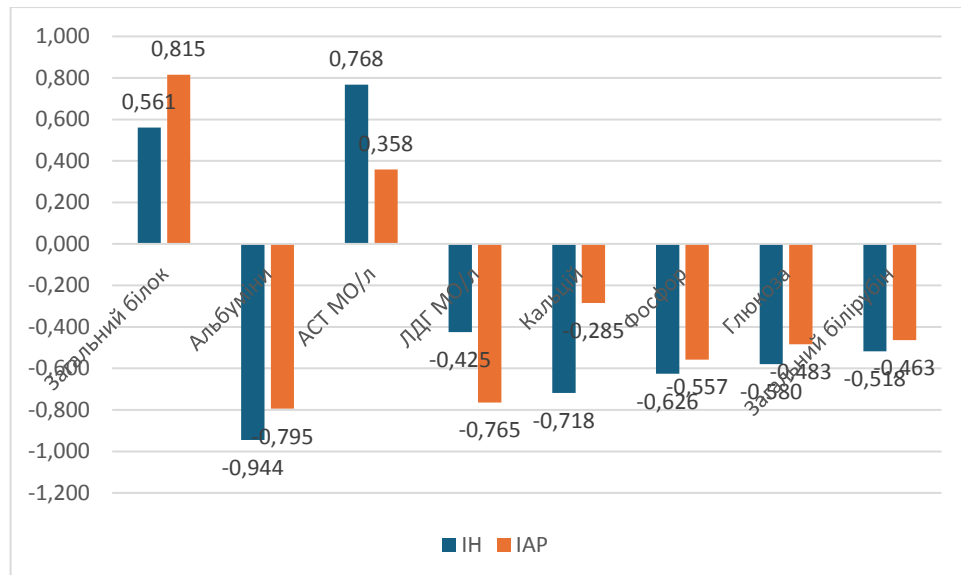


Рис. 3.19 Показники кореляції між показниками біохімічного аналізу та вегетативної регуляції у дослідній групі ваготоніків

Згідно дослідження залежності тонуру автономної нервової системи і показників крові корів контрольної групи ваготоніків встановлено кореляційну залежність у загального білка із індексом напруги, що становить сильну негативну кореляцію $r=(-0,703)$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги $r=0,789$ ($P<0,001$), що відображає сильну позитивну кореляцію.

Показник вмісту альбумінів мав середню негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,579)$ ($P<0,001$) та сильну позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,805$ ($P<0,001$).

Активність аспарататамінотрансферази мав сильну негативну кореляцію із індексом напруги $r=(-0,725)$ ($P<0,001$) та середню позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,686$ ($P<0,001$).

Активність лактатдегідрогенази мала залежність із індексом напруги у виглядів середню негативної кореляції $r=(-0,528)$ ($P<0,001$) та помірну позитивну кореляцію $r=0,444$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Рівень кальцію у крові корів контрольної групи ваготоніків становить помірну негативну кореляцію $r=(-0,489)$ ($P<0,001$) із індексом напруги та середню позитивну кореляцію $r=0,692$ ($P<0,001$) із індексом автономної рівноваги.

Рівень фосфору у крові корів мав дуже високу негативну кореляцію $r=(-0,915)$ ($P<0,001$) із індексом напруги та сильну позитивну кореляцію $r=0,719$ із індексом автономної рівноваги ($P<0,001$).

Показники рівня глюкози у крові корів мали сильну позитивну кореляцію $r=0,895$ ($P<0,001$) із індексом напруги та дуже сильну позитивну кореляцію $r=0,979$ ($P<0,001$) індексом автономної рівноваги.

Рівень загального білірубіну корелюється з показниками індексу напруги як дуже сильну негативна кореляція $r=(-0,963)$ ($P<0,001$) та з індексом автономної рівноваги як середня негативна кореляція $r=(-0,604)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.19).

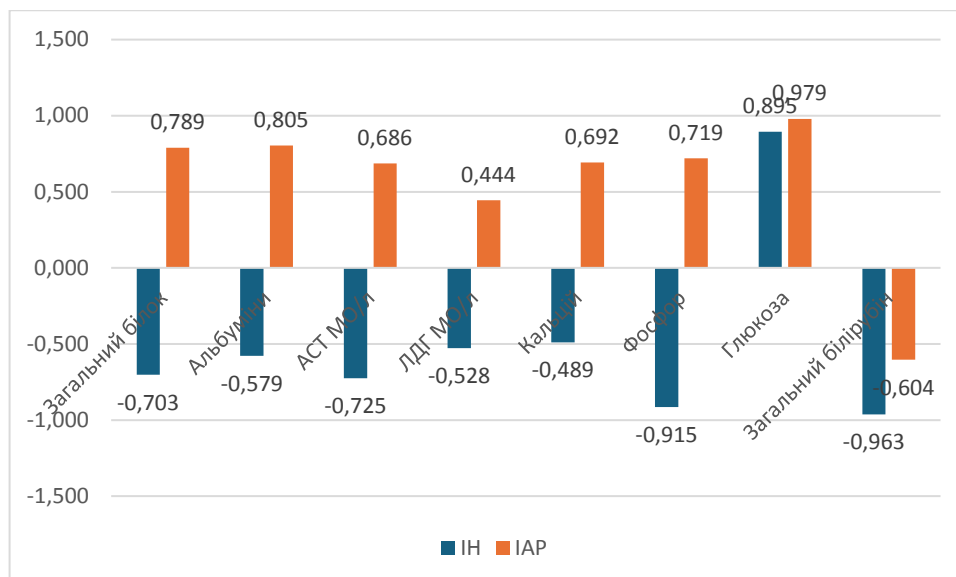


Рис. 3.20 Показники кореляції між показниками біохімічного аналізу та вегетативної регуляції у контрольній групі ваготоніків

3.5. Показники морфології крові корів

Згідно даних морфологічного аналізу крові корів було встановлено відмінності показників лейкоцитарної формули між тваринами нормотоніками дослідної і контрольної групи при використанні кормової добавки нанопрепарату (Табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Показники лейкоцитарної формули у корів нормотоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
К-сть лейкоцитів, WBC	7,30	0,07	6,73*	0,17
К-сть базофіли, Bas#	0,01	0,01	0	0
К-сть еозинофілів, Eos#	0,28	0,02	0,08***	0,02
К-сть нейтрофілів, Neu#	2,52	0,08	2,11**	0,09
К-сть лімфоцитів, Lym#	4,32	0,09	4,46	0,11
К-сть моноцитів, Mon#	0,17	0,02	0,07**	0,02
Відсоток базофілів, Bas%	0,17	0,08	0,06	0,04
Відсоток еозинофілів, Eos%	3,84	0,28	1,12***	0,26
Відсоток нейтрофілів, Neo%	34,54	1,14	27,71*	1,79
Відсоток лімфоцитів, Lym%	59,15	1,12	66,41***	0,88
Відсоток моноцитів, Mon%	2,29	0,28	0,90*	0,37

Примітка. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Згідно результатів дослідження лейкоцитарної формули крові корів з нормотонією встановлено, що загально кількість лейкоцитів у дослідної групи нормотоніків була меншою на 7,8% ($P < 0,05$). При цьому кількість еозинофілів у контрольної групи нормотоніків була більшою у 3,5 рази ($P < 0,001$). Показники вмісту нейтрофілів у дослідної групи нормотоніків були менші на 16,3% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P < 0,01$). Вміст моноцитів у крові корів становив у дослідної групи нормотоніків у 2,4 рази менший ніж у контрольної групи нормотоніків ($P < 0,01$). Згідно відсоткового відношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у контрольної групи нормотоніків був більший у 3,4 рази при порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Відсотковий вміст нейтрофілів у дослідної групи нормотоніків становить на 22,7% менше в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,05$). Лімфоцитів у відсотковому співвідношенні у дослідної групи нормотоніків, що споживали кормову добавку був більший на 12,3% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P < 0,001$). Відсотковий вміст моноцитів у контрольної групи корів нормотоніків був більший у 2,5 разів в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,05$).

Досліджуючи морфологічні показники крові корів з перевагою ваготонії було встановлено, що у дослідної і контрольної групи ваготоніків були відмінності у показниках лейкоцитарної формули (Табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Показники лейкоцитарної формули у корів ваготоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
К-сть лейкоцитів, WBC	7,30	0,04	8,02**	0,06
К-сть базофіли, Bas#	0,03	0,00	0,01	0,01
К-сть еозинофілів, Eos#	0,27	0,03	0,17*	0,03
К-сть нейтрофілів, Neu#	2,42	0,03	2,17*	0,08
К-сть лімфоцитів, Lym#	4,36	0,04	5,45**	0,06
К-сть моноцитів, Mon#	0,22	0,01	0,21	0,02
Відсоток базофілів, Bas%	0,44	0,06	0,18	0,08
Відсоток еозинофілів, Eos%	3,69	0,44	2,25*	0,39
Відсоток нейтрофілів, Neo%	33,14	0,55	27,05**	0,93
Відсоток лімфоцитів, Lym%	59,78	0,30	67,91***	0,44
Відсоток моноцитів, Mon%	2,96	0,14	2,62	0,22

Примітка. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

При співставленні показників лейкоцитарної формули у корів з перевагою ваготонії із застосуванням кормової добавки та тварин із стандартним раціоном виявлено, що загальна кількість лейкоцитів у дослідної групи ваготоніків була більшою на 9,7% на відміну від контрольної групи ваготоніків ($P < 0,01$). У дослідної групи ваготоніків зменшувався вміст еозинофілів на 37% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$). Кількість нейтрофілів була більшою у контрольної групи ваготоніків на 11,5% на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Варто відмітити більший кількість лімфоцитів у ваготоніків, які споживали кормову добавку нанопрепаратів, що на 25% збільшилося в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P < 0,01$). При оцінці відсоткового співвідношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у дослідної групи ваготоніків був менший на 39% відносно контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Стосовно відсоткового вмісту нейтрофілів згідно отриманих даних виявлено менший показники у дослідної групи ваготоніків на 18,4% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Також встановлено,

що показники відсоткового вмісту лімфоцитів був достатньо низьким у контрольної групи ваготоніків на 12% в результаті порівняння з групою ваготоніків які споживали кормову добавку нанопрепаратів ($P < 0,001$).

За оцінки морфологічних показників крові корів з перевагою симпатотонії виявлено зміни показників лейкограми у тварин дослідної по відношенню контрольної групи (Табл. 3.22).

Таблиця 3.22

Показники лейкоцитарної формули у корів симпатотоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
К-сть лейкоцитів, WBC	7,37	0,13	6,75*	0,19
К-сть базофілів, Bas#	0,06	0,02	0,03	0,00
К-сть еозинофілів, Eos#	0,15	0,03	0,30*	0,05
К-сть нейтрофілів, Neu#	2,23	0,10	2,29	0,10
К-сть лімфоцитів, Lym#	4,76	0,19	4,02*	0,18
К-сть моноцитів, Mon#	0,16	0,03	0,11	0,01
Відсоток базофілів, Bas%	0,87	0,25	0,48	0,08
Відсоток еозинофілів, Eos%	2,07	0,40	4,45*	0,84
Відсоток нейтрофілів, Neo%	30,32	1,30	33,97	1,13
Відсоток лімфоцитів, Lym%	64,56	1,75	59,48*	1,28
Відсоток моноцитів, Mon%	2,19	0,35	1,61	0,21

Примітка. * $P < 0,05$ різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Згідно показників отриманих під час аналізу лейкоцитарної формули крові корів із ваготонією визначено, що загальна кількість лейкоцитів у дослідної групи ваготоніків була меншою на 8,4% по відношенню до контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Загальна кількість еозинофілів у дослідної групи ваготоніків була більшою у 2 рази в порівнянні з тваринами, які споживали стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). Загальна кількість лімфоцитів у контрольної групи ваготоніків більше на 18,4% в порівнянні з коровами, яким застосовували кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Серед відсоткового співвідношення показників лейкоцитарної формули виявлено, що у дослідної групи корів відсотковий вміст еозинофілів був

більше у 2,15 разів в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P<0,05$). Також спостерігається більший відсотковий вміст лімфоцитів у ваготоніків, які споживали стандартний раціон годівлі на 8,5% в порівнянні із коровами дослідної групи ваготоніків ($P<0,05$).

Підчас дослідження гематологічних показників крові корів з тонусом автономної нервової регуляції нормотонія було виявлено відмінності у між тваринами, що споживали стандартний раціон годівлі і тими, які мали додаткову кормову добавку наноаквахелатів (Табл. 3.23).

Таблиця 3.23

Показники еритроцитарного індексу у корів нормотоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
Гемоглобін, HGB	95,40	1,30	107,80***	0,90
Гематокрит, HCT	28,96	0,50	31,96**	0,61
К-сть еритроцитів, RBC	5,68	0,13	6,14*	0,15
Середній об'єм еритроцита, MCV	49,60	0,93	54,54*	1,21
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, MCH	16,88	0,27	17,34	0,17
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, MCHC	329,60	2,56	339,20**	2,91
Коефіцієнт варіації ширини розподілення еритроцитів, RDW-CV	15,95	0,44	18,06**	0,27
Стандартне відхилення розподілення еритроцитів по об'єму, RDW-SD	35,66	0,36	37,36	2,06

Примітка. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Згідно гематологічного аналізу крові корів з нормотонією було визначено, що рівень гемоглобіну у дослідної групи тварин нормотоніків був більший на 13% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P<0,001$). Також відмічається більший показник гематокриту у корів, що споживали раціон годівлі із додатковою кормовою добавкою нанопрепарату на 8,1% на відміну від тварин, які споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$).

Виявлено, що у контрольної групи нормотоніків був менший показник середнього об'єму еритроцита на 9,1% в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P<0,05$). Визначено, що у тварин, які споживали кормову добавку нанопрепаратів був більший показник концентрації гемоглобіну в еритроцитах на 2,9% при порівнянні із тваринами, що споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,01$). Також було встановлено, що коефіцієнт варіації ширини розподілу еритроцитів у дослідної групи нормотоніків був більший на 13,2% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P<0,01$).

Підчас дослідження гематологічних показників крові корів з тонусом автономної нервової системи симпатотонією було виявлено відмінності у показниках між тваринами, що споживали кормову добавку нанопрепаратів і тими, які мали стандартний раціон годівлі на господарстві (Табл. 3.24).

Таблиця 3.24

Показники еритроцитарного індексу у корів симпатотоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	м	М	м
Гемоглобін, HGB	102,80	3,36	118,80**	1,60
Гематокрит, HCT	39,80	2,36	33,52*	0,54
К-сть еритроцитів, RBC	6,06	0,26	6,78*	0,13
Середній об'єм еритроцита, MCV	49,56	0,68	55,54**	0,61
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, MCH	16,06	0,20	17,40**	0,15
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, MCHC	314,40	4,31	343,20**	3,41
Коефіцієнт варіації ширини розподілення еритроцитів, RDW-CV	16,40	0,55	18,16*	0,21
Стандартне відхилення розподілення еритроцитів по об'єму, RDW-SD	50,28	1,39	44,62*	1,06

Примітка. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

За аналізу гематологічних показників визначено, що у корів дослідної групи симпатотоніків рівень гемоглобіну у крові більший на 15,6% в порівнянні з контрольною групою симпатотоніків ($P<0,01$). Значення гематокриту у тварин, які споживали харчову добавку нанопрепарату були

менші на 15,8% на відміну від корів, що споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$). Кількість еритроцитів у крові корів контрольної групи симпатотоніків менша на 10,6% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P<0,05$). Визначено, що середній об'єм еритроцита у тварин, що споживали кормову добавку нанопрепарату був більший на 12,1% в порівнянні із тваринами із стандартним раціоном годівлі ($P<0,01$). Показники середнього об'єму еритроциту збільшувався у корів дослідної групи симпатотоніків на 8,3% на відміну від контрольної групи симпатотоніків ($P<0,01$). Спостерігається зменшення середньої концентрації гемоглобіну в еритроцитів на 8,4% у тварин із стандартним раціоном на відміну від корів, що споживали харчову добавку нанопрепарату ($P<0,01$). Визначено, що коефіцієнт варіації ширини розподілення еритроцитів був більшим у дослідної групи симпатотоніків на 10,7% в порівнянні із контрольною групою симпатотоніків ($P<0,05$). Стандартне відхилення розподілу еритроцитів по об'єму було меншим на 11,3% у корів, які споживали кормову добавку нанопрепарату на відміну від тварин, що мали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$).

Під час оцінки гематологічних показників крові корів виявлено, що у тварин однакового тонуру автономної нервової системи, а саме ваготонії відрізняються отримані результати між групами, яким застосовували кормову добавку і яким не використовували (Табл. 3.25).

Таблиця 3.25

Показники еритроцитарного індексу у корів ваготоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
Гемоглобін, HGB	94,60	1,80	116,40***	1,05
Гематокрит, HCT	26,68	0,37	34,22***	0,59
К-сть еритроцитів, RBC	5,59	0,21	6,61**	0,18
Середній об'єм еритроцита, MCV	57,25	1,14	51,90*	1,63

Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, MCH	15,87	0,28	17,39*	0,17
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, MCHC	331,40	4,81	348,60*	3,31
Коефіцієнт варіації ширини розподілення еритроцитів, RDW-CV	17,08	0,34	18,28*	0,14
Стандартне відхилення розподілення еритроцитів по об'єму, RDW-SD	45,54	1,66	45,52	1,71

Оцінюючи гематологічні показники крові корів з тонусом автономної рівноваги, було визначено, що загальний рівень гемоглобіну у дослідної групи ваготоніків був більший на 23% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,001$). Показник гематокриту у тварин із стандартним раціоном менший на 22% на відміну від корів, які мали додаткову кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,001$). Встановлено, що загальна кількість еритроцитів була більшою у тварин дослідної групи ваготоніків на 18,3% при порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Виявлено, що середній об'єм еритроцита становив на 9,4% менше у тварин, які споживали кормову добавку наноаквахелатів, на відміну від корів, що мали стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). В загальному вміст гемоглобіну у еритроцитах корів дослідної групи ваготоніків більший на 9,6% по відношенню до контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Встановлено, що середня концентрація гемоглобіну в еритроциті становить на 4,9% менше у тварин, що споживали стандартний раціон годівлі, на відміну від корів, які мали додатково кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Підчас оцінки коефіцієнту варіації ширини розподілу еритроцитів у дослідної групи тварин ваготоніків визначено більший показник на 7% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$).

Підчас оцінки показників крові, що відповідають значенням пов'язаним із тромбоцитами визначено, що споживання і кормової добавки тваринами з

тонусом автономної нервової системи нормотонія відрізняються вихідні результати (Табл. 3.26).

Таблиця 3.26

Показники тромбоцитів у корів нормотоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
Кількість тромбоцитів, PLT	383,40	16,59	293,2*	15,69
Середній об'єм тромбоцита, MPV	6,32	0,12	5,79*	0,06
Ширина розподілення тромбоцитів, PDW	15,54	0,11	15,48	0,11
Тромбоцит, PCT	0,17	0,04	0,21	0,03

Примітка. * $P < 0,01$ різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Оцінюючи показники вмісту тромбоцитів у крові корів визначено, що загальна їх кількість була на 23,5% більше у контрольній групі нормотоніків при порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Також було встановлено, що середній об'єм тромбоцитів у тварин, які не споживали кормову добавку був більший на 9,2% на відміну від корів, що мали доповнений раціон ($P < 0,01$).

Згідно оцінки показників крові корів на вміст тромбоцитів визначено, що корови з тонусом автономної нервової системи симпатотонією, встановлено відмінності у показниках між контрольною і дослідною групою (Табл. 3.27).

Таблиця 3.27

Показники тромбоцитів у корів симпатотоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	m	М	m
Кількість тромбоцитів, PLT	447,80	15,94	235,00**	39,85
Середній об'єм тромбоцита, MPV	7,58	0,14	5,96***	0,17
Ширина розподілення тромбоцитів, PDW	17,18	0,24	15,46**	0,20
Тромбоцит, PCT	0,22	0,04	0,14	0,02

Примітка. * $P<0,01$, ** $P<0,001$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Досліджено, що згідно результатів гематологічного дослідження виявлено більший вміст тромбоцитів у контрольної групи симпатотоніків у 1,9 разів при порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P<0,01$). Виявлено, що корови із симпатотонією, які споживали кормову добавку нанопрепаратів мали менший середній об'єм тромбоцита на 21,4% по відношенню до тварин із стандартним раціоном годівлі ($P<0,001$). Варто відмітити, що у корів контрольної групи симпатотоніків ширина розподілення тромбоцитів була більшою на 11,1% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P<0,01$).

Під час аналізу результатів крові корів із тонусом автономної нервової системи ваготонії, виявлено різницю між результатами контрольної групи тварин та дослідної (Табл. 3.28).

Таблиця 3.28

Показники тромбоцитів у корів ваготоніків дослідної і контрольної групи

<i>Показники</i>	Контроль		Дослід	
	М	м	М	м
Кількість тромбоцитів, PLT	335,80	12,68	213,40**	19,10
Середній об'єм тромбоцита, MPV	7,35	0,18	6,24*	0,18
Ширина розподілення тромбоцитів, PDW	15,60	0,63	15,34	0,21
Тромбоцит, PCT	0,24	0,05	0,17	0,02

Примітка. * $P<0,01$, ** $P<0,001$, різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Згідно гематологічного аналізу крові корів, виявлено менший вміст тромбоцитів у дослідної групи ваготоніків на 36,5% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P<0,001$). Також варто відзначити про менший показник середнього об'єму тромбоциту у тварин, які споживали кормову добавку наноаквахелатів на 15,1% на відміну від корів із стандартним раціоном годівлі ($P<0,01$).

3.6 Показники молочної продуктивності контрольних і дослідних груп корів

Підчас дослідження молочної продуктивності корів з тонусом автономної нервової системи нормотонії встановлено відмінності у показниках групи тварин, які споживали кормову добавку наноаквахелатів і тих хто споживав стандартний раціон годівлі (Табл. 3.29).

Таблиця 3.29

Показники молочної продуктивності у корів контрольної і дослідної групи нормотоніків

Показники	Дослідна група	Контрольна група
Надій молока л/д	40,50±0,72**	35,50±0,73
Вміст жиру в молоці	3,84±0,04**	3,57±0,04
Вміст білку в молоці	3,23±0,02*	3,12±0,03

Примітка. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Встановлено, при порівнянні показників надоїв молока, що у дослідної групи нормотоніків збільшилися на 14,1% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Також варто відмітити, що тварин із стандартним раціоном годівлі вміст жиру у молоці становив в середньому на 7% менші значення ніж у корів, яким використовували кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Виявлено, що у дослідної групи нормотоніків показники вмісту білку у молоці були більшим на 3,5% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,05$).

Підчас дослідження молочної продуктивності корів з тонусом автономної нервової системи симпатотонією встановлено відмінності у показниках групи тварин, які споживали кормову добавку наноаквахелатів і тих хто споживав стандартний раціон годівлі (Табл. 3.30).

Таблиця 3.30

Показники молочної продуктивності у корів контрольної і дослідної групи симпатотоніків

Показники	Дослідна група	Контрольна група
Надій молока л/д	44,00±1,45**	36,75±0,90
Вміст жиру в молоці	3,77±0,03*	3,63±0,05
Вміст білку в молоці	3,24±0,02*	3,15±0,01

Примітка. *P<0,05, **P<0,01 різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

В результаті оцінки показників молочної продуктивності встановлено, що надій молока у дослідної групи симпатотоніків, більший на 19,7% в порівнянні із контрольною групою симпатотоніків (P<0,01). Корови із симпатотонією, які харчувалися стандартним раціоном годівлі мали менший показник вмісту жиру в молоці на 3,7% на відміну від тих хто мав додаткову кормову добавку наноаквахелатів (P<0,05). Контрольна група симпатотоніків мала менші показники вмісту білка на 2,8% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків (P<0,05).

Підчас дослідження молочної продуктивності корів з тонусом автономної нервової системи ваготонією встановлено відмінності у показниках групи тварин, які споживали кормову добавку наноаквахелатів і тих хто споживав стандартний раціон годівлі (Табл. 30).

Таблиця 3.31

Показники молочної продуктивності у корів контрольної і дослідної групи ваготоніків

Показники	Дослідна група	Контрольна група
Надій молока л/д	45,00±1,02**	37,00±0,94
Вміст жиру в молоці	3,78±0,02*	3,59±0,04
Вміст білку в молоці	3,25±0,02*	3,17±0,01

Примітка. *P<0,05, **P<0,01 різниця достовірна порівняно зі значеннями відповідних показників контрольної групи

Згідно даних отриманих після дослідження молочної продуктивності корів із ваготонією визначено, що у дослідної групи ваготоніків показники надою молока в середньому були більші на 21,6% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P<0,01$). Встановлено, що вміст жиру в молоці тварин, які споживали кормову добавку мали на 5,3% більший, на відміну від тих хто мав стандартний раціон годівлі ($P<0,05$). Також варто відзначити, що вміст білку у молоці корів контрольної групи ваготоніків був на 2,3% менший на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P<0,05$).

3.7 Показники ненасичених жирних кислот у молоці корів залежно від тонуру автономної нервової системи

За результатами хроматографічного дослідження молока корів з перевагою нормотонії встановлено показники ненасичених жирних кислот: мірістоолеїнової кислоти, пальмітолеїнової кислоти, олеїнової кислоти, лінолевої кислоти та α -ліноленової кислоти. Згідно даних статистичного аналізу результати, отримані від п'яти голів корів, були сформовані відповідно до ключових значень описової статистики та відтворені у Таблиці 3.32

Таблиця 3.32

Вміст ненасичених жирних кислот (%) у молоці корів дослідної групи нормотоніків у літній період

Показник	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
Мірістоолеїнова кислота (C14:1)	5	0.02	1.35	0.05	-0.11	1.29	1.42
Пальмітолеїнова кислота (C16:1)	5	0.05	1.89	0.11	-1.58	1.70	1.99
Олеїнова кислота (C18:1n9c)	5	0.19	23.44	0.43	-1.54	22.71	23.86
Лінолева кислота (C18:2n6c)	5	0.07	4.56	0.17	-0.08	4.39	4.73
α -Ліноленова кислота (C18:3n3)	5	0.04	0.61	0.08	-0.28	0.49	0.72

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень; СП – стандартна помилка; С – середнє значення; СВ – стандартне відхилення; А – асиметричність; Мін. – мінімальне значення; Мак. – максимальне значення

За статистичного аналізу (Таблиця 3.32) жирнокислотного складу ліпідів молока корів дослідної групи нормотоніків встановлено, що за вмістом мірістоолеїнової кислоти у молоці корів 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 цієї жирної кислоти становила 0.13%, що свідчило про незначну розбіжність отриманих даних.

Вміст пальмітолеїнової кислоти 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 цієї жирної кислоти становила 0.29%, що свідчило про незначну розбіжність отриманих даних.

За вмістом олеїнової кислоти у молоці п'яти корів 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 цієї жирної кислоти становила 1.15%, що відображало незначну розбіжність отриманих даних.

За вмістом лінолевої кислоти 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 цієї жирної кислоти становила 0.34%, що вказувало на незначну розбіжність отриманих даних.

За показником α -ліноленової кислоти серед п'яти тварин встановили стандартну похибку із малою перемінністю значень. Стандартне відхилення відображало незначну варіаційність даних показників цієї жирної кислоти. За показником асиметричності констатували малу негативну асиметричність, що описує рівномірний розподіл даних. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями становила 0.23%, що підтверджувало незначну розбіжність цифрових даних.

За даними хроматографічного дослідження ліпідів молока корів з перевагою симпатотонії встановлено показники ненасичених жирних кислот: мірістоолеїнової кислоти, пальмітолеїнової кислоти, олеїнової кислоти, лінолевої кислоти та α -ліноленової кислоти. Згідно проведеного статистичного аналізу, були опрацьовано результати, отримані від п'яти голів корів, які залучались в дослід відповідно до ключових значень описової статистики та відтворені у таблиці 3.33

Таблиця 3.33

Вміст ненасичених жирних кислот (%) у молоці корів дослідної групи симпатотоніків у літній період

Показник	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
Мірістоолеїнова кислота (C14:1)	5	0,02	1,44	0,05	-0,13	1,38	1,49
Пальмітолеїнова кислота (C16:1)	5	0,02	1,58	0,04	-0,40	1,52	1,62
Олеїнова кислота (C18:1n9c)	5	0,07	22,60	0,17	0,28	22,41	22,81
Лінолева кислота (C18:2n6c)	5	0,05	4,85	0,11	0,08	4,71	4,98
α -Ліноленова кислота (C18:3n3)	5	0,05	0,79	0,12	0,60	0,64	0,97

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

Згідно статистичної оцінки результатів хроматографічного дослідження молока корів визначено, щодо мірістоолеїнової кислоти 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 цієї жирної кислоти становила 0.11%, що означає незначну розбіжність її величин.

У пальмітолеїнової кислоти 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 цієї жирної кислоти становила 0.10%, що підтверджує незначну розбіжність її величин.

Показники олеїнової кислоти 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 цієї жирної кислоти становила 0.40%, що додатково підтверджує нормальний розподіл отриманих результатів.

Значення лінолевої кислоти характеризувалися низькими параметрами стандартної похибки та стандартного відхилення, що свідчило про незначну перемінність та варіаційність результатів. Асиметричність додатково підтверджувала нормальний розподіл показників цієї жирної кислоти, що означало фактичну відсутність асиметрії, яка поєднувалася із різницею між максимальним і мінімальним значень, що становило 0.27%.

Показники α -ліноленової кислоти за результатами статистичного аналізу мали незначну варіаційність даних та їх перемінність, що підтверджувало значення стандартної похибки та стандартного відхилення. Асиметричність відображала незначну позитивну асиметричність, що характеризувалося

достатнім наближенням до нормального розподілу. Різниця між найбільшим і найменшим значенням цієї жирної кислоти становила 0.33% та відповідала незначній розбіжності вихідних даних.

За даними хроматографічного дослідження ліпідів молока корів з перевагою ваготонії визначені показники ненасичених жирних кислот а саме: мірістоолеїнової кислоти, пальмітолеїнової кислоти, лінолевої кислоти, олеїнової кислоти та α -ліноленової кислоти. Згідно даних проведеного статистичного аналізу було опрацьовано результати, отримані від п'яти голів корів, які були сформовані відповідно до ключових значень описової статистики та відтворені у таблиці 3.34

Таблиця 3.34

Вміст ненасичених жирних кислот (%) у молоці корів дослідної групи ваготоніків у літній період

Показник	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
Мірістоолеїнова кислота (C14:1)	5	0,04	1,65	0,09	-0,50	1,53	1,75
Пальмітолеїнова кислота (C16:1)	5	0,04	1,49	0,09	0,41	1,37	1,62
Олеїнова кислота (C18:1n9c)	5	0,04	23,57	0,10	0,24	23,45	23,70
Лінолева кислота (C18:2n6c)	5	0,04	3,70	0,09	0,28	3,59	3,82
α -Ліноленова кислота (C18:3n3)	5	0,04	0,43	0,09	0,66	0,32	0,57

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

За статистичного аналізу результатів хроматографічного дослідження молока корів визначено, що у мірістоолеїнової кислоти стандартна похибка мала невисокі значення, які характеризували малу перемінність даних. Стандартне відхилення свідчило про незначну варіаційність отриманих значень. Асиметричність становила незначну негативну асиметричність, що характеризує достовірну симетричність даних. Різниця між максимальним і

мінімальним значеннями цієї жирної кислоти становила 0,22%, що означає несуттєву розбіжність величин.

У пальмітолеїнової кислоти значення стандартної похибки досить малі, що відображало несуттєву перемінність значень. Варіаційність результатів відповідала допустимим межах, на основі результатів стандартного відхилення. Показник асиметричності вказував на незначну позитивну асиметричність, що свідчило про наближеність результатів до нормального розподілу. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями цієї жирної кислоти становила 0.25%, що підтверджує незначну розбіжність її значень.

Показники олеїнової кислоти відображали малу варіаційність величин 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 результатів. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями цієї жирної кислоти становили 0.40%, що додатково підтверджувало нормальний розподіл отриманих результатів.

Значення лінолевої кислоти характеризувалися низькими показниками стандартної похибки та стандартного відхилення, що свідчило про незначну перемінність та варіаційність даних. Асиметричність додатково підтверджувала нормальний розподіл значень цієї жирної кислоти, що означало фактичну відсутність асиметрії, яка поєднувалася із різницею максимальним і мінімальним значень, що становило 0.23%.

Показники α -ліноленової кислоти за результатами статистичного аналізу мали незначну варіаційність даних та їх перемінність, що підтверджувало значення стандартної похибки та стандартного відхилення. Асиметричність відображала малу позитивну асиметричність, що достатньо наближене до нормального розподілу. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями цієї жирної кислоти становила 0.25% та відповідала незначній розбіжності вихідних даних.

Згідно з отриманими результатами щодо вмісту ненасичених жирних кислот у молоці корів встановлено, що вміст мірістоолеїнової кислоти у молоці корів дослідної групи ваготоніків збільшився на 22% ($P<0.001$), а у симпатотоніків – на 7% ($P<0.05$) порівняно з дослідною групою нормотоніків. Варто відмітити, що серед трьох дослідних груп тварин щодо вмісту мірістоолеїнової кислоти саме дослідна група ваготоніків виявляла найбільші значення показника. Найменший відносний вміст жирної кислоти C14:1 відмічався у молоці корів дослідної групи симпатотоніків (Рис. 3.21).

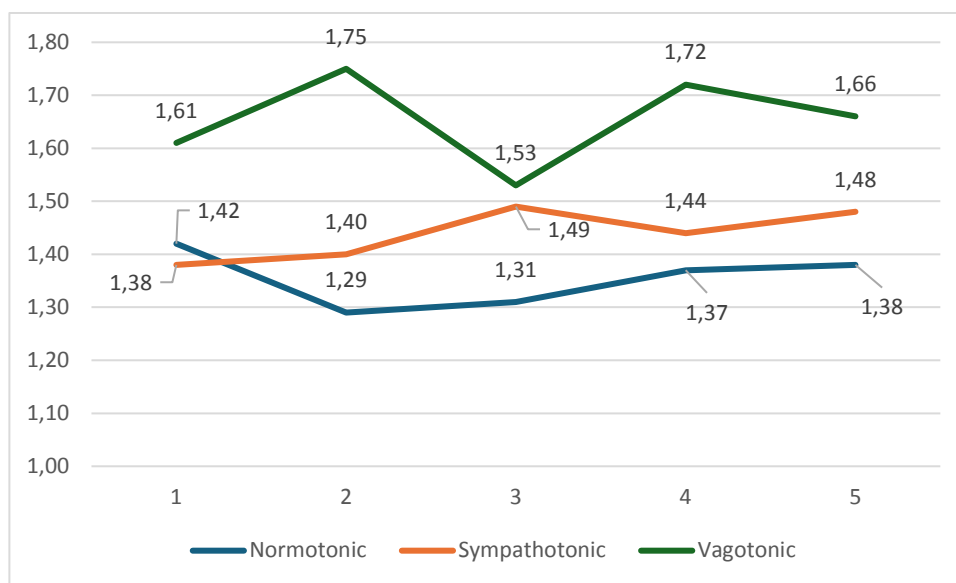


Рисунок 3.21 Вміст мірістоолеїнової кислоти у молоці корів дослідних груп

Уміст пальмітолеїнової кислоти у молоці корів дослідної групи ваготоніків зменшувався на 21% ($P<0.001$), а у симпатотоніків – на 16% ($P<0.001$) порівняно з групою нормотоніків. Серед тварин дослідних груп найбільший відносний вміст жирної кислоти (C16:1) виявляли у корів нормотоніків. А тварини дослідних груп із перевагою симпатотонії та за ваготонії виявляли між собою незначні розбіжності у значеннях пальмітолеїнової кислоти в ліпідах молока (Рис. 3.22).

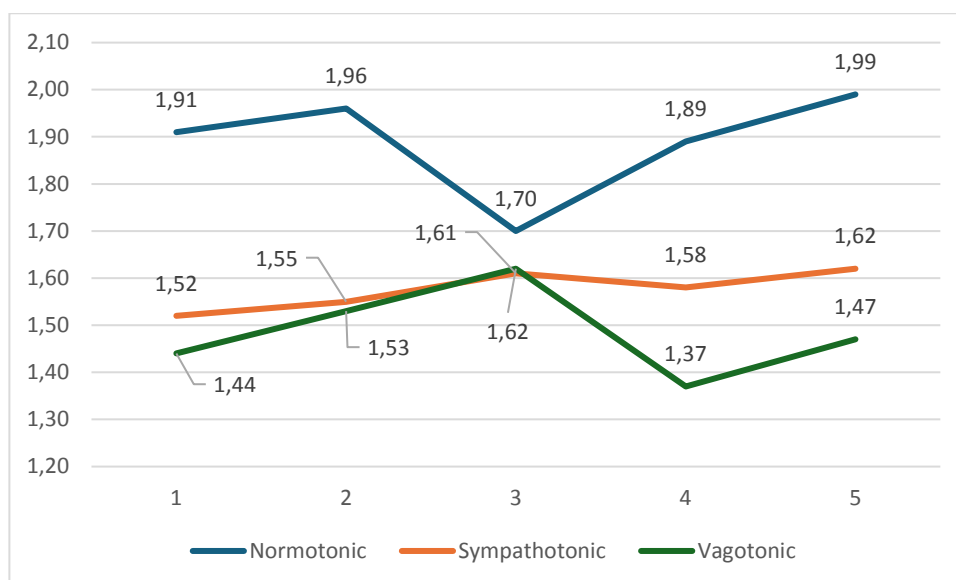


Рисунок 3.22 Вміст пальмітолеїнової кислоти у молоці корів дослідних груп

Уміст олеїнової кислоти у молоці корів дослідної групи симпатотоніків зменшувався на 3,6% ($P < 0.05$) порівняно з групою нормотоніків. Варто відмітити, що серед корів трьох дослідних груп за вмістом олеїнової кислоти дослідна група симпатотоніків мала найменші значення показника. А дослідні групи корів із перевагою ваготонії та за нормотонії виявляли незначні розбіжності у значеннях досліджуваного показника олеїнової кислоти в ліпідах молока (Рис. 3.23)

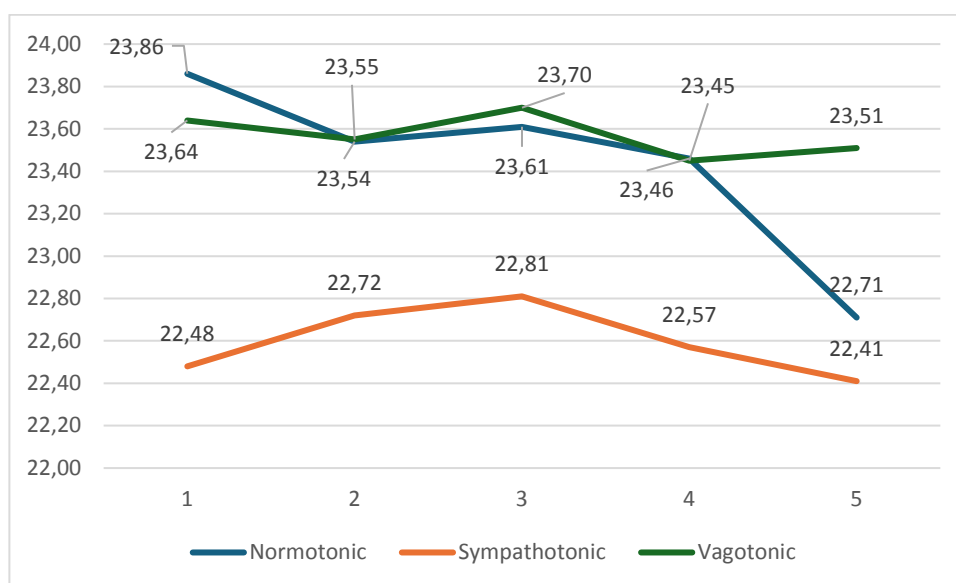


Рисунок 3.23 Вміст олеїнової кислоти у молоці корів дослідних груп

Уміст лінолевої кислоти у молоці корів дослідної групи ваготоніків зменшувався на 19% ($P<0.05$), а у симпатотоніків збільшувався на 6% ($P<0.05$) порівняно з групою нормотоніків. Серед корів дослідних груп найменший відносний вміст жирної кислоти C18:2n6c відзначався саме у тварин ваготоніків. А корови дослідних груп із перевагою симпатотонії та за нормотонії виявляли незначні розбіжності у значеннях показника лінолевої кислоти в ліпідах молока (Рис. 3.24).

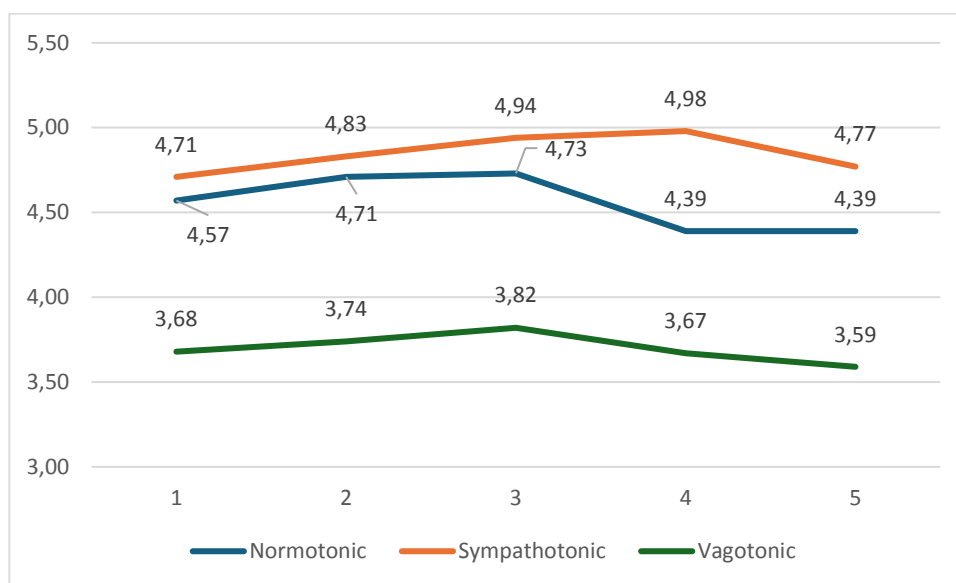


Рисунок 3.24 Вміст лінолевої кислоти у молоці корів дослідних груп

Уміст α -ліноленової кислоти у молоці корів дослідної групи ваготоніків зменшувався на 46% ($P<0.05$), а у симпатотоніків збільшувався на 30% ($P<0.05$) порівняно з групою нормотоніків. Варто відмітити, що серед корів трьох дослідних груп за вмістом α -ліноленової кислоти дослідна група симпатотоніків мала найбільші значення показника. Найменший відносний вміст жирної кислоти C18:3n3 у молоці корів відмічався у дослідної групи ваготоніків (Рис. 3.25).

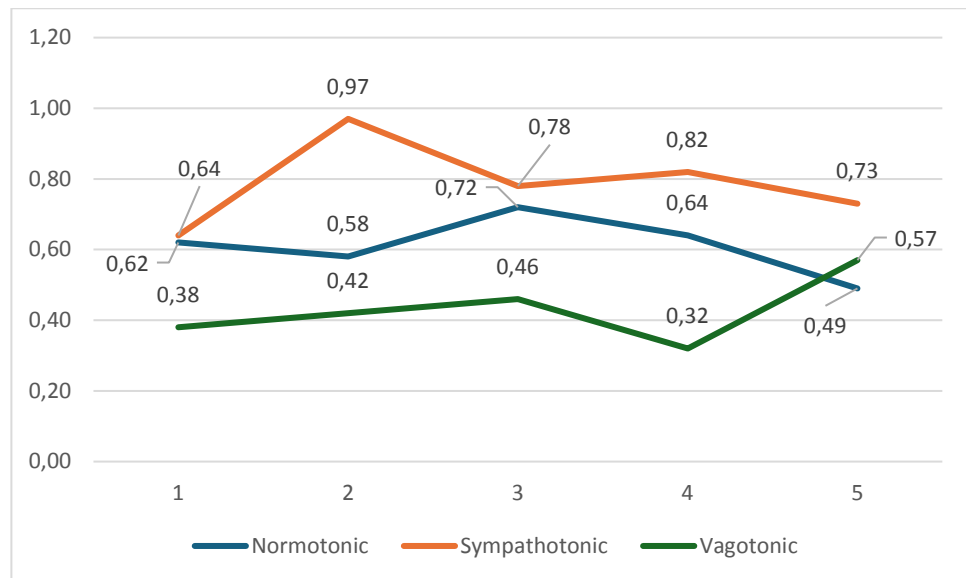


Рисунок 3.25 Вміст α -ліноленової кислоти у молоці корів дослідних груп

3.8 Кореляція показників продуктивності і тонуру автономної нервової системи

Згідно оцінки взаємозалежності молочної продуктивності і тонуру автономної нервової системи визначено кореляційну залежність добового надою молока у контрольної групи нормотоніків із індексом напруги середню негативну кореляцію $r=(-0,501)$ ($P<0,001$), а з індексом автономної рівноваги середню позитивну кореляцію $r=0,519$ ($P<0,001$).

Визначений рівень вмісту жиру у молоці корів контрольної групи нормотоніків корелює із індексом напруги сильну негативну кореляцію $r=(-0,865)$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги помірну позитивну кореляцію $r=(0,476)$ ($P<0,001$).

Вміст білку у молоці корів контрольної групи нормотоніків має сильну негативну кореляцію $r=(-0,771)$ ($P<0,001$) та помірну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=(-0,455)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.26).

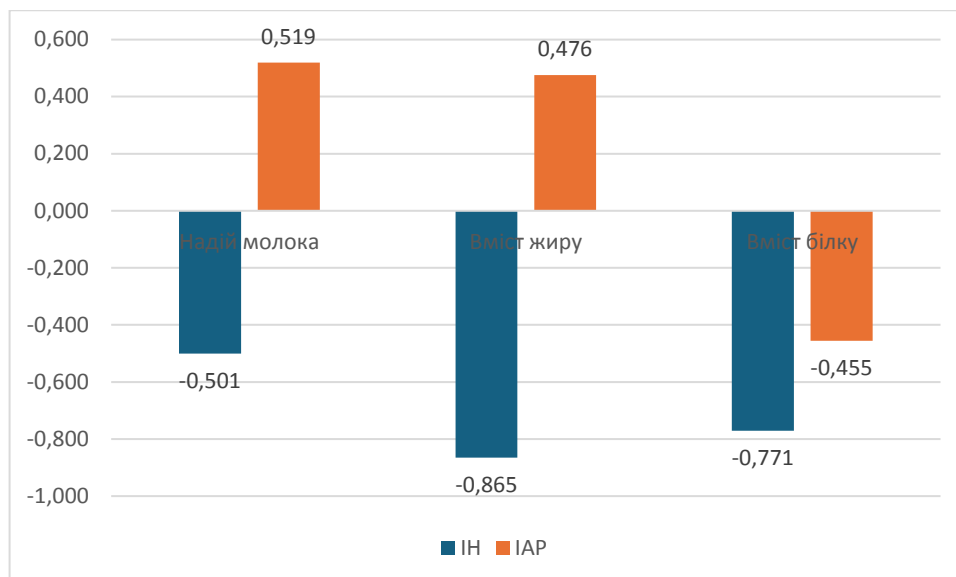


Рис. 3.26. Показники кореляції між показниками продуктивності та вегетативної регуляції у контрольній групі нормотоніків

Згідно оцінки взаємозалежності молочної продуктивності і тонуру автономної нервової системи визначено кореляційну залежність добового надою молока у дослідної групи нормотоніків із індексом напруги середню позитивну кореляцію $r=0,698$ ($P<0,001$), а з індексом автономної рівноваги дуже сильну позитивну кореляцію $r=0,937$ ($P<0,001$).

Визначений рівень вмісту жиру у молоці корів дослідної групи нормотоніків корелює із індексом напруги сильну негативну кореляцію $r=(-0,723)$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги дуже сильну негативну кореляцію $r=(-0,925)$ ($P<0,001$).

Вміст білку у молоці корів дослідної групи нормотоніків має помірну позитивну кореляцію $r=0,637$ ($P<0,001$) та дуже сильну позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,962$ ($P<0,001$) (Рис. 3.27).

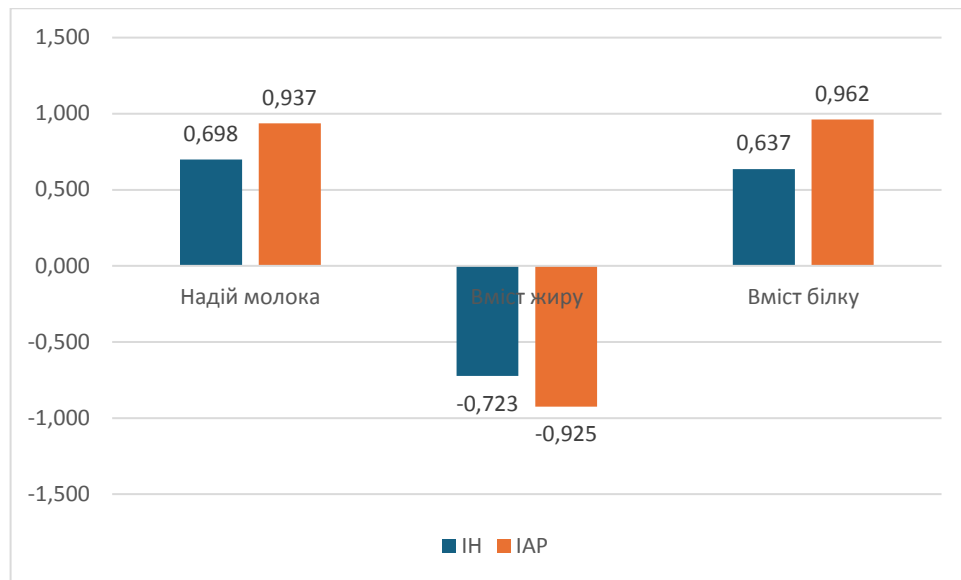


Рис. 3.27 Показники кореляції між показниками продуктивності та вегетативної регуляції у дослідної групи нормотоніків.

Згідно оцінки взаємозалежності молочної продуктивності і тону автономної нервової системи визначено кореляційну залежність добового надою молока у контрольній групі симпатотоніків із індексом напруги сильну позитивну кореляцію $r=0,747$ ($P<0,001$), а з індексом автономної рівноваги сильну позитивну кореляцію $r=0,787$ ($P<0,001$).

Визначений рівень вмісту жиру у молоці корів контрольної групи симпатотоніків корелює із індексом напруги сильну позитивну кореляцію $r=0,719$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги помірну позитивну кореляцію $r=0,478$ ($P<0,001$).

Вміст білку у молоці корів контрольної групи симпатотоніків, має дуже сильну негативну кореляцію $r=(-0,998)$ ($P<0,001$) та дуже сильну негативну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=(-0,970)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.28).

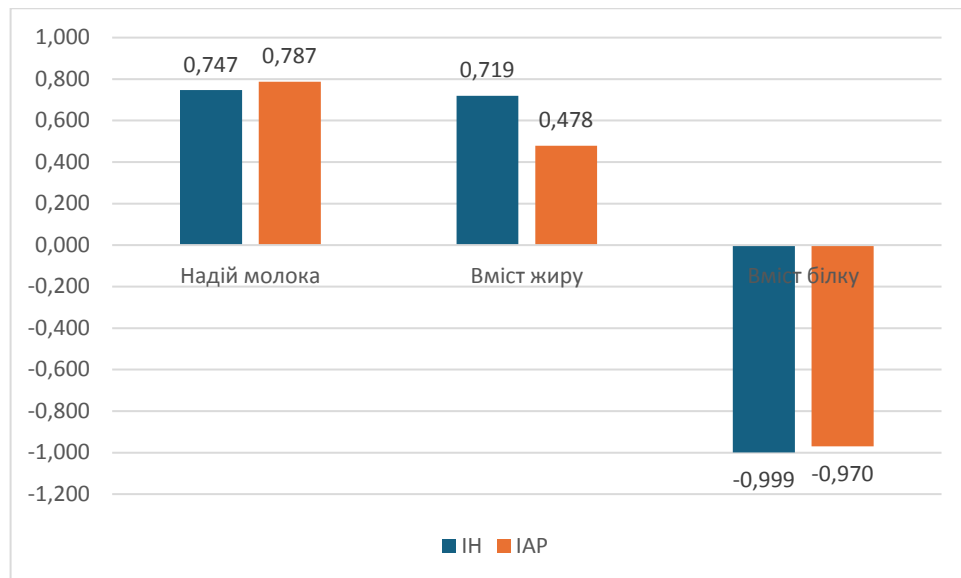


Рис. 3.28 Показники кореляції між показниками продуктивності та вегетативної регуляції у контрольній групі симпатотоніків.

Згідно оцінки взаємозалежності молочної продуктивності і тону аутономної нервової системи визначено кореляційну залежність добового надою молока у дослідної групи симпатотоніків із індексом напруги сильну позитивну кореляцію $r=0,888$ ($P<0,001$), а з індексом аутономної рівноваги сильну позитивну кореляцію $r=0,714$ ($P<0,001$).

Визначений рівень вмісту жиру у молоці корів дослідної групи симпатотоніків корелює із індексом напруги дуже сильну негативну кореляцію $r=(-0,956)$ ($P<0,001$) та індексом аутономної рівноваги сильну негативну кореляцію $r=(-0,866)$ ($P<0,001$).

Вміст білку у молоці корів дослідної групи симпатотоніків, має середню негативну кореляцію $r=(-0,678)$ ($P<0,001$) та середню негативну кореляцію із індексом аутономної рівноваги $r=(-0,546)$ ($P<0,001$) (Рис. 3.29).

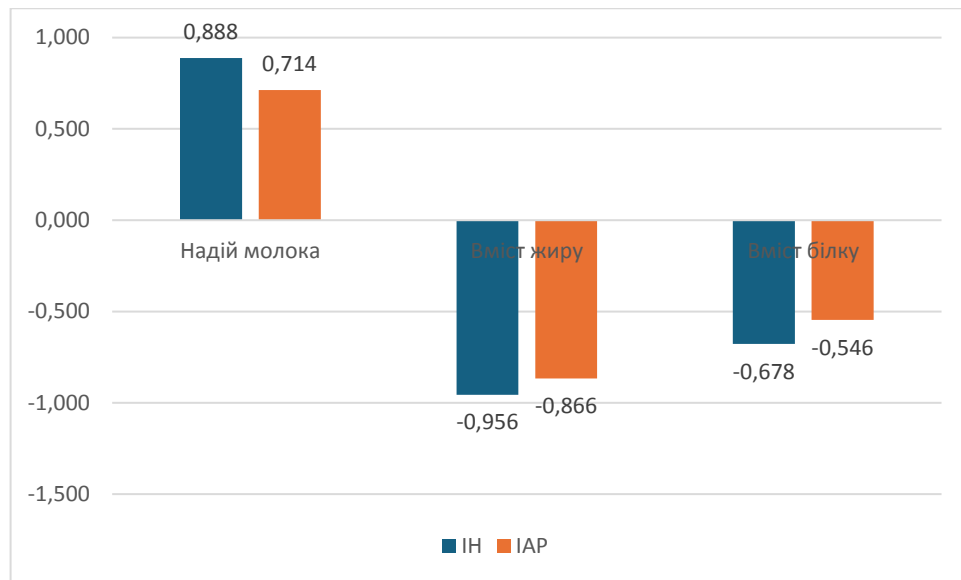


Рис. 3.29 Показники кореляції між показниками продуктивності та вегетативної регуляції у дослідної групи симпатотоніків.

Згідно оцінки взаємозалежності молочної продуктивності і тону аутономної нервової системи визначено кореляційну залежність добового надоя молока у контрольної групи ваготоніків із індексом напруги середню негативну кореляцію $r=(-0,524)$ ($P<0,001$), а з індексом аутономної рівноваги середню позитивну кореляцію $r=0,533$ ($P<0,001$).

Визначений рівень вмісту жиру у молоці корів контрольної групи ваготоніків корелює із індексом напруги середню негативну кореляцію $r=(-0,504)$ ($P<0,001$) та індексом аутономної рівноваги середню негативну кореляцію $r=(-0,567)$ ($P<0,001$).

Вміст білку у молоці корів контрольної групи ваготоніків, має середню негативну кореляцію $r=(-0,584)$ ($P<0,001$) та дуже сильну позитивну кореляцію із індексом аутономної рівноваги $r=0,910$ ($P<0,001$) (Рис. 3.30).

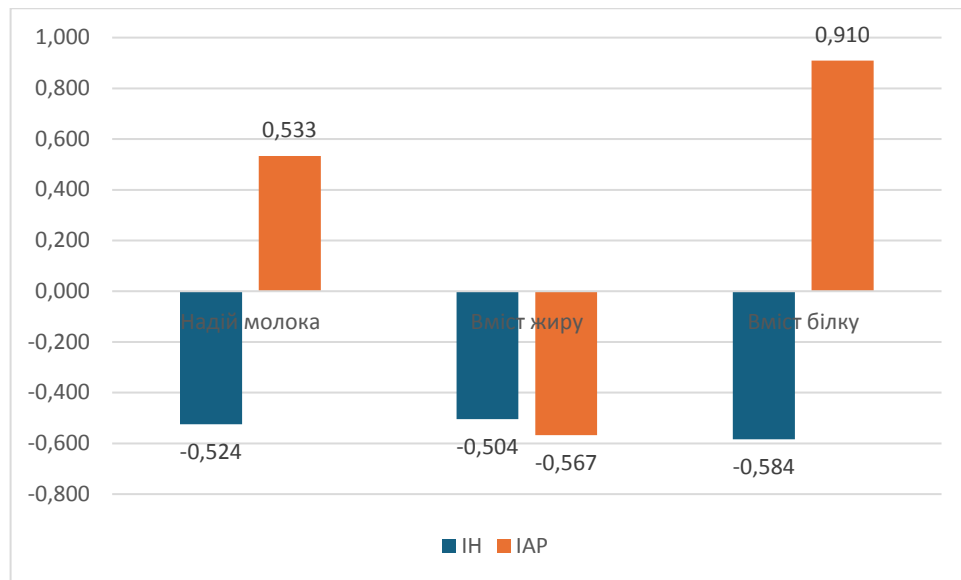


Рисунок 3.30 Показники кореляції між показниками продуктивності та вегетативної регуляції у контрольній групі ваготоніків.

Згідно оцінки взаємозалежності молочної продуктивності і тону автономної нервової системи визначено кореляційну залежність добового надою молока у дослідній групі ваготоніків із індексом напруги сильну негативну кореляцію $r=(-0,818)$ ($P<0,001$), а з індексом автономної рівноваги помірно негативну кореляцію $r=(-0,496)$ ($P<0,001$).

Визначений рівень вмісту жиру у молоці корів контрольної групи ваготоніків корелює із індексом напруги дуже сильну негативну кореляцію $r=(-0,955)$ ($P<0,001$) та індексом автономної рівноваги середню негативну кореляцію $r=(-0,612)$ ($P<0,001$).

Вміст білку у молоці корів контрольної групи ваготоніків, має дуже сильну позитивну кореляцію $r=0,970$ ($P<0,001$) та середню позитивну кореляцію із індексом автономної рівноваги $r=0,541$ ($P<0,001$) (Рис. 3.31).

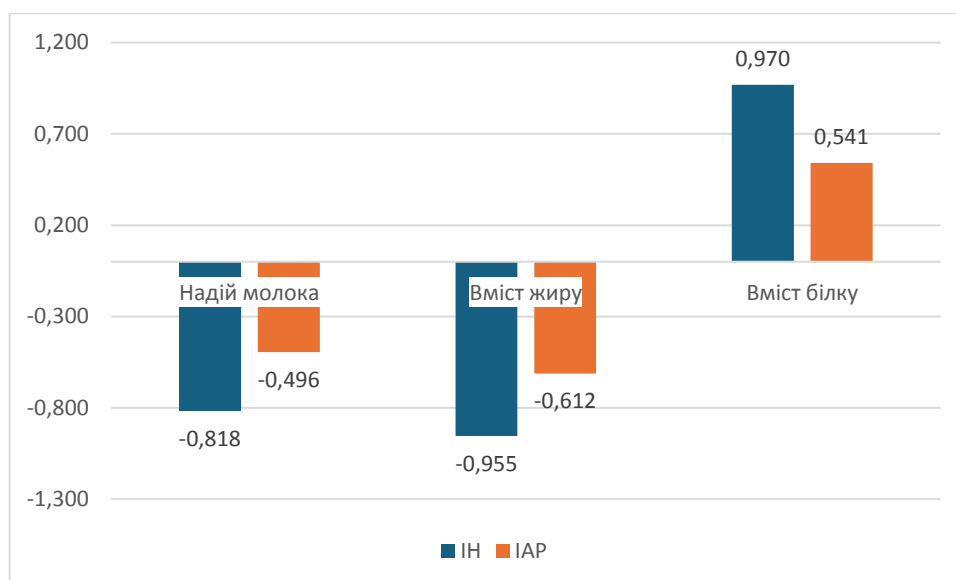


Рисунок 3.31 Показники кореляції між показниками продуктивності та вегетативної регуляції у дослідної групи ваготоніків.

Заклучення до розділу 3

Встановлено тонус автономної нервової системи у корів молочнотоварної ферми за допомогою варіаційної пульсометрії. Визначено вплив наноаквахелатів на показники білкового обміну у корів з різним тонусом автономної нервової системи. Встановлено зміни показників ферментативної ланки у крові корів, що мали змінений раціон годівлі. Визначено зміни вмісту у крові кальцію, фосфору, глюкози і загального білірубину за впливу наноаквахелатів. Встановлено відмінності у показниках лейкограми, гематокриту між тварин контрольної і дослідної групи. Матеріали даних досліджень викладені у наступній публікації: [130 –133]

Висновки до розділу 3

За результатами варіаційно-пульсометричного дослідження було дослідження та встановлено тонуру автономної нервової системи. За допомогою ключових показників таких як індекс автономної рівноваги, автономний показник ритму та індекс напруги сформовано три групи тварин нормотоніки із збалансованим впливом симпатичної і парасимпатичної нервової системи, симпатотоніки із перевагою симпатичної нервової системи та ваготоніки із перевагою парасимпатичної нервової системи.

Згідно результатів біохімічного аналізу крові корів із різним тонусом автономної нервової системи, що були розподілені на контрольну і дослідну групу було встановлено відмінності у результатах при використанні наноаквахелатів. Показники білкового обміну у дослідних груп корів мали більші значення, на відміну від контрольних груп, це стосувалося рівня загального білку, альбумнів, при цьому відмічалися менші числові данні саме кінцевих продуктів обміну таких як вміст сечовини та креатинін, щоб були більшими у корів із стандартним раціоном годівлі.

За оцінки ферментативної лаки у крові корів визначено, що згідно результатів біохімічного аналізу показники активності таких ферментів як аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази, лактатдегідрогенази, гамма-глутамінпептидази та лужна фосфатаза були значно меншими у тварин дослідних груп, яким застосовували у раціоні кормову добавку наноаквахелатів на відміну від тварин контрольних груп.

Аналізуючи вміст у крові кальцію, фосфору, глюкози та загального білірубіну визначено розбіжності у отриманих показниках. Так вміст кальцію переважно у всіх дослідних групах з різним тонусом автономної нервової системи був вищим за результати контрольних груп. Показники фосфору напроти зростали переважно у контрольних групах тварин із звичайним раціоном годівлі, а у дослідних група вони зменшувалися. Варто відзначити значно менші показники глюкози у крові корів дослідних груп в порівнянні із контрольними. Стосовно загального білірубіну визначено зменшення даного показнику у тварин, що споживали кормову добавку наноаквахелатів, а корови із звичайним раціоном годівлі мали значно більший вміст досліджуваного пігменту.

За результатами морфологічного дослідження крові корів контрольних і дослідних груп виявлено розбіжності у вихідних результатах. Згідно показників лейкограми встановлено, що загальна кількість лейкоцитів у тварин із стандартним раціоном годівлі була більшою. Кількість еозинофілів,

нейтрофілів і моноцитів у дослідної групи корів, що споживали кормову добавку були меншими на відміну від тварин із стандартним раціоном годівлі. Також варто відміти, більший показник лімфоцитів у дослідної групи тварин. Стосовно показників пов'язаних із еритроцитами в загальному зростає рівень гемоглобіну, гематокриту і кількість еритроцитів у тварин, що мали додаткову кормову добавку у раціоні, групи корів із стандартним раціоном мали менші значення. При оцінці тромбоцитів згідно результатів, у трьох дослідних групах порівняно із контролем відмічається менший значення, що стосуються як рівня так і середнього об'єму тромбоцитів.

Під час дослідження молочної продуктивності контрольних і дослідних груп виявлено, що переважно у всіх корів, які споживали кормову добавку зріс добовий надій при порівнянні із тваринами у яких був стандартний раціон. Також відмічається зростання вмісту жиру у молоці дослідних груп корів через сорок днів споживання наноаквахелатів. Контрольна група корів різного тонусу автономної нервової системи практично всі мали менші значення вмісту білка у молоці.

Досліджувані показники біохімічного аналізу і молочної продуктивності мали кореляційну залежність із показниками тонусу автономної нервової системи. Значення індексу напруги та індексом автономної рівноваги, що відображають вплив симпатичної і парасимпатичної нервової системи мали значну кореляцію із отриманими результатами білкового обміну, активності ферментів, вмісту кальцію, фосфору, глюкози і загального білірубіну також встановлена значні показники кореляції із надоем молока, вмістом білка і жиру в молоці корів як дослідних так і контрольних груп. Це свідчить про важливість враховування тонусу автономної нервової системи для оцінки результатів використання кормової добавки.

РОЗДІЛ 4

УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

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 [92]. Варто враховувати, що кожен період життя корови особливо у момент формування плоду та активної молоко віддачі викликає значний стрес організму, що витрачає значний енергетичний потенціал тварини, відновлення якого мало кого турбує, результатом цього стає вибракування низькопродуктивних корів [36]. 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 вишукувати на заміну [62, 82]

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 засвоюваності споживаних кормів для збалансування енергетичного обміну та збільшення стресової стійкості організму до окислювального стресу спричиненого різними факторами [18, 91]. 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 [29]. 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 [60, 78].

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 [69]. 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 [30, 65]. 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.

У ході виконаного дослідження було проаналізовано активність автономної нервової системи у корів. Згідно результатів пульсометричного дослідження визначено, такі тонуси вегетативної регуляції як нормотонія, ваготонія і симпатотонія. В результатів використання кормової добавки на базі нанопрепарату мінералів 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 було визначено зміни біохімічних і морфологічних показників крові, також спостерігалася зміна молочної продуктивності.

За впливу кормової добавки на організм корови з різним тонусом автономної нервової системи відмічалися зміна показників вмісту білка у крові. Так загальний показник білку зростав у дослідній групі ваготоніків та симпатотоніків, у нормотоніків був менший вміст на відміну від контролю. Показники альбумінів більші у дослідній групі нормотоніків на 5,4% ($P < 0,01$), ваготоніків на 17,16% ($P < 0,01$), а у симпатотоніків на 9,98% ($P < 0,05$) в

порівнянні з контрольною групою. Вмісту креатиніну у крові корів контрольної групи нормотоніків був більший на 18,92% ($P < 0,01$), ваготоніків у 1,61 разів ($P < 0,001$), симпатотоніків у 1,89 разів ($P < 0,001$) по відношенню до дослідних груп. Такі зміни показників вмісту білка та його продуктів обміну свідчать про вплив на метаболізм протеїну в наслідок чого ми бачимо такі показники. Варто відмітити, що у кожної групи тварин зміни відрізняються по відношенню до контролю, це свідчить про індивідуальні особливості тону автономної нервової системи.

Досліджуючи показники активності ферментів у крові корів, варто відзначити що отримані данні в обох групах були в межах фізіологічної норми. Однак у дослідних груп тварин спостерігаються менші значення на відміну від контрольних груп. Так аспартатамінотрансферази у дослідних груп були менші у нормотоніків на 8,3% ($P < 0,01$), ваготоніків на 4,9% ($P < 0,01$), симпатотоніків на 12,6% ($P < 0,01$). Аланінамінотрансферази у контрольних груп були більші в нормотоніків на 8,8% ($P < 0,05$), ваготоніків на 4,1% ($P < 0,05$) симпатотоніків на 38% ($P < 0,001$). Активність лактатдегідрогенази у контролю більше наприклад у нормотоніків на 6% ($P < 0,05$), а у симпатотоніків на 4,9% ($P < 0,01$), а у дослідних таких як ваготоніки менше на 6,1% ($P < 0,01$). Гамма-глутамінотранспептидаза мала менші значення у дослідних груп нормотоніків на 25,3% ($P < 0,001$), ваготоніків 6,4% ($P < 0,05$), а у контрольній симпатотоніків більші показники на 4,6% ($P < 0,05$). Лужна фосфатаза мала більшу активність у контрольних груп так наприклад у нормотоніків на 41,2% ($P < 0,001$), ваготоніків на 16,2% ($P < 0,05$), а у дослідних менші як у симпатотоніків на 13,3% ($P < 0,01$). Як підсумок за рахунок використання кормової добавки в раціоні корів покращувався обмін речовини, що в певній мірі позитивно відобразилося на стані ферментативної системи, яка є гарним маркером стану організму в період інтенсивного метаболізму. Чим менші показники активності ферментів тим у кращому стані органи в яких міститься їх найбільша концентрація і як ми бачимо резистентність корів дослідних груп стала більш кращою до високих процесів обміну.

За даними біохімічного аналізу було проведено оцінку вмісту у крові кальцію, фосфору та глюкози. Дані сполуки є гарним критерієм у вивченні стану здоров'я корів в період активної молоковіддачі, за рахунок активного використання даних елементів у процесах обміну і синтезу молока. Було встановлено, що дослідні групи корів мали більші показники вмісту кальцію у крові відмічалася зростання у нормотоніків на 25,7% ($P<0,01$) та ваготоніків на 34,3% ($P<0,01$), а у контролю зменшення на прикладі симпатотоніків на 35,8% ($P<0,01$). З показником фосфору був протилежний стан так у контрольних груп корів він зростав на 40,8% у нормотоніків ($P<0,05$), симпатотоніків на 28,6% ($P<0,01$), а у дослідних зменшувався на прикладі ваготоніків на 46,8% ($P<0,001$). За оцінки рівню глюкози виявлено більший показники у контрольних груп корів, що зростав у нормотоніків на 34,8% ($P<0,01$), симпатотоніків на 11,8% ($P<0,05$), та менший рівень у дослідних груп як приклад ваготоніки на 27,4% ($P<0,01$). Стосовно даних показників, спостерігається позитивна зміна даних значень, оскільки низький рівень кальцію негативно відображатиметься у подальшому на стані здоров'я тварини. Варто відмітити, що більший рівень глюкози у крові контрольних груп може бути причиною більшої мобілізації резервів вуглеводів, для збалансування обміну речовин.

Згідно результатів дослідження лейкоцитарної формули крові корів з нормотонією встановлено, що загально кількість лейкоцитів у дослідної групи нормотоніків була меншою на 7,8% ($P<0,05$). При цьому кількість еозинофілів у контрольної групи нормотоніків була більшою у 3,5 рази ($P<0,001$). Показники вмісту нейтрофілів у дослідної групи нормотоніків були менші на 16,3% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P<0,01$). Вміст моноцитів у крові корів становив у дослідної групи нормотоніків у 2,4 рази менший ніж у контрольної групи нормотоніків ($P<0,01$). Згідно відсоткового відношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у контрольної групи нормотоніків був більший у 3,4 рази при порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P<0,01$). Відсотковий вміст

нейтрофілів у дослідної групи нормотоніків становить на 22,7% менше в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,05$). Лімфоцитів у відсотковому співвідношенні у дослідної групи нормотоніків, що споживали кормову добавку був більший на 12,3% на відміну від контрольної групи нормотоніків ($P < 0,001$). Відсотковий вміст моноцитів у контрольної групи корів нормотоніків був більший у 2,5 разів в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P < 0,05$).

При співставленні показників лейкоцитарної формули у корів з перевагою ваготонії із застосуванням кормової добавки та тварин із стандартним раціоном виявлено, що загальна кількість лейкоцитів у дослідної групи ваготоніків була більшою на 9,7% на відміну від контрольної групи ваготоніків ($P < 0,01$). У дослідної групи ваготоніків зменшувався вміст еозинофілів на 37% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$). Кількість нейтрофілів була більшою у контрольної групи ваготоніків на 11,5% на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Варто відмітити більший кількість лімфоцитів у ваготоніків, які споживали кормову добавку нанопрепаратів, що на 25% збільшилося в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P < 0,01$). При оцінці відсоткового співвідношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у дослідної групи ваготоніків був менший на 39% відносно контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Стосовно відсоткового вмісту нейтрофілів згідно отриманих даних виявлено менший показники у дослідної групи ваготоніків на 18,4% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Також встановлено, що показники відсоткового вмісту лімфоцитів був достатньо низьким у контрольної групи ваготоніків на 12% в результаті порівняння з групою ваготоніків які споживали кормову добавку нанопрепаратів ($P < 0,001$).

При співставленні показників лейкоцитарної формули у корів з перевагою ваготонії із застосуванням кормової добавки та тварин із стандартним раціоном виявлено, що загальна кількість лейкоцитів у дослідної

групи ваготоніків була більшою на 9,7% на відміну від контрольної групи ваготоніків ($P<0,01$). У дослідної групи ваготоніків зменшувався вміст еозинофілів на 37% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P<0,05$). Кількість нейтрофілів була більшою у контрольної групи ваготоніків на 11,5% на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P<0,05$). Варто відмітити більший кількість лімфоцитів у ваготоніків, які споживали кормову добавку нанопрепаратів, що на 25% збільшилося в порівнянні з дослідною групою ваготоніків ($P<0,01$). При оцінці відсоткового співвідношення показників лейкограмми встановлено, що відсотковий вміст еозинофілів у дослідної групи ваготоніків був менший на 39% відносно контрольної групи ваготоніків ($P<0,05$). Стосовно відсоткового вмісту нейтрофілів згідно отриманих даних виявлено менший показники у дослідної групи ваготоніків на 18,4% в порівнянні з контрольною групою ваготоніків ($P<0,01$). Також встановлено, що показники відсоткового вмісту лімфоцитів був достатньо низьким у контрольної групи ваготоніків на 12% в результаті порівняння з групою ваготоніків які споживали кормову добавку нанопрепаратів ($P<0,001$).

Згідно гематологічного аналізу крові корів з нормотонією було визначено, що рівень гемоглобіну у дослідної групи тварин нормотоніків був більший на 13% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P<0,001$). Також відмічається більший показник гематокриту у корів, що споживали раціон годівлі із додатковою кормовою добавкою нанопрепарату на 8,1% на відміну від тварин, які споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,05$). Виявлено, що у контрольної групи нормотоніків був менший показник середнього об'єму еритроцита на 9,1% в порівнянні із дослідною групою нормотоніків ($P<0,05$). Визначено, що у тварин, які споживали кормову добавку нанопрепаратів був більший показник концентрації гемоглобіну в еритроцитах на 2,9% при порівнянні із тваринами, що споживали стандартний раціон годівлі ($P<0,01$). Також було встановлено, що коефіцієнт варіації ширини розподілу еритроцитів у дослідної групи нормотоніків був більший на 13,2% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P<0,01$).

За аналізу гематологічних показників визначено, що у корів дослідної групи симпатотоніків рівень гемоглобіну у крові більший на 15,6% в порівнянні з контрольною групою симпатотоніків ($P < 0,01$). Значення гематокриту у тварин, які споживали харчову добавку нанопрепарату були менші на 15,8% на відміну від корів, що споживали стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). Кількість еритроцитів у крові корів контрольної групи симпатотоніків менша на 10,6% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P < 0,05$). Визначено, що середній об'єм еритроцита у тварин, що споживали кормову добавку нанопрепарату був більший на 12,1% в порівнянні із тваринами із стандартним раціоном годівлі ($P < 0,01$). Показники середнього об'єму еритроциту збільшувався у корів дослідної групи симпатотоніків на 8,3% на відміну від контрольної групи симпатотоніків ($P < 0,01$). Спостерігається зменшення середньої концентрації гемоглобіну в еритроцитів на 8,4% у тварин із стандартним раціоном на відміну від корів, що споживали харчову добавку нанопрепарату ($P < 0,01$). Визначено, що коефіцієнт варіації ширини розподілення еритроцитів був більшим у дослідної групи симпатотоніків на 10,7% в порівнянні із контрольною групою симпатотоніків ($P < 0,05$). Стандартне відхилення розподілу еритроцитів по об'єму було меншим на 11,3% у корів, які споживали кормову добавку нанопрепарату на відміну від тварин, що мали стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$).

Оцінюючи гематологічні показники крові корів з тонусом автономної рівноваги, було визначено, що загальний рівень гемоглобіну у дослідної групи ваготоніків був більший на 23% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,001$). Показник гематокриту у тварин із стандартним раціоном менший на 22% на відміну від корів, які мали додаткову кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,001$). Встановлено, що загальна кількість еритроцитів була більшою у тварин дослідної групи ваготоніків на 18,3% при порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,01$). Виявлено, що середній об'єм еритроцита становив на 9,4% менше у тварин, які споживали

кормову добавку наноаквахелатів, на відміну від корів, що мали стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). В загальному вміст гемоглобіну у еритроцитах корів дослідної групи ваготоніків більший на 9,6% по відношенню до контрольної групи ваготоніків ($P < 0,05$). Встановлено, що середня концентрація гемоглобіну в еритроциті становить на 4,9% менше у тварин, що споживали стандартний раціон годівлі, на відміну від корів, які мали додатково кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Підчас оцінки коефіцієнту варіації ширини розподілу еритроцитів у дослідної групи тварин ваготоніків визначено більший показник на 7% в порівнянні із контрольною групою ваготоніків ($P < 0,05$).

Встановлено, при порівнянні показників надоїв молока, що у дослідної групи нормотоніків збільшилися на 14,1% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,01$). Також варто відмітити, що тварин із стандартним раціоном годівлі вміст жиру у молоці становив в середньому на 7% менші значення ніж у корів, яким використовували кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Виявлено, що у дослідної групи нормотоніків показники вмісту білку у молоці були більшим на 3,5% в порівнянні із контрольною групою нормотоніків ($P < 0,05$).

В результаті оцінки показників молочної продуктивності встановлено, що надій молока у дослідної групи симпатотоніків, більший на 19,7% в порівнянні із контрольною групою симпатотоніків ($P < 0,01$). Корови із симпатотонією, які харчувалися стандартним раціоном годівлі мали менший показник вмісту жиру в молоці на 3,7% на відміну від тих хто мав додаткову кормову добавку наноаквахелатів ($P < 0,05$). Контрольна група симпатотоніків мала менші показники вмісту білка на 2,8% в порівнянні із дослідною групою симпатотоніків ($P < 0,05$).

Згідно даних отриманих після дослідження молочної продуктивності корів із ваготонією визначено, що у дослідної групи ваготоніків показники надою молока в середньому були більші на 21,6% в порівнянні із контрольною

групою ваготоніків ($P < 0,01$). Встановлено, що вміст жиру в молоці тварин, які споживали кормову добавку мали на 5,3% більший, на відміну від тих хто мав стандартний раціон годівлі ($P < 0,05$). Також варто відзначити, що вміст білку у молоці корів контрольної групи ваготоніків був на 2,3% менший на відміну від дослідної групи ваготоніків ($P < 0,05$).

Також було проведено дослідження по взаємозалежності показників біохімічного аналізу і молочної продуктивності із тонусом автономної нервової системи. В переважній більшості данні, які мали відмінності між контролем і дослідом корелювали із показниками пульсометричного дослідження. Достовірність кореляційного аналізу підтверджувалося за допомогою однофакторного дисперсного аналізу.

В результатів виконаного дослідження виявлено позитивний вплив кормової добавки наноаквахелатів на показники біохімічного і морфологічного аналізу крові та значення молочної продуктивності у корів. Варто відзначити, що розподіл тварин на відповідні групи за тонусом автономної нервової системи стало додатковим фактором у кращій оцінці результативності модифікованого раціону. Підставою цього стало, те що отримані результати під час співставлення між дослідними і контрольними групами були досить точними, про що свідчить низькі коефіцієнти Стюдента та однофакторного дисперсного аналізу. Також варто відмітити, що саме завдяки розподілу тварин згідно тонусу автономної нервової системи краще виконувалася оцінка метаболічних змін у організмі, адже стан симпатовагусного балансу має значний вплив на обмін речовин, оскільки автономна нервова система першою реагує на будь які зміни з боку зовнішнього середовища.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання із підвищення молочної продуктивності корів за допомогою кормової добавки наноаквахелатів та врахування індивідуальних особливостей обміну речовин за допомогою визначення тонусу автономної нервової системи, а також встановлення стану організму тварин в умовах активної молоковіддачі.

1. Застосування кормової добавки на основі наноаквахелатів супроводжувалося змінами білкового обміну залежно від тонусу автономної нервової системи. Порівняно з контрольними групами вміст загального білка у крові корів із симпатикотонією зростав на 4,81% ($P < 0,05$), тоді як у нормотоніків та ваготоніків зменшувався відповідно на 3,96% ($P < 0,01$) і 5,33% ($P < 0,01$). Водночас концентрація альбуміну була вищою у дослідних групах нормотоніків на 5,36% ($P < 0,01$), симпатикотоніків – на 9,99% ($P < 0,05$) та ваготоніків – на 17,13% ($P < 0,01$). Встановлено також зниження рівня креатиніну у крові дослідних тварин: у симпатикотоніків – на 47,10% ($P < 0,001$), ваготоніків – на 37,81% ($P < 0,001$) та нормотоніків – на 15,91% ($P < 0,01$).

2. Встановлено зниження активності ферментів, що характеризують функціональний стан печінки. Активність аспартатамінотрансферази у дослідних групах була нижчою порівняно з контролем у нормотоніків на 8,25% ($P < 0,01$), симпатикотоніків – на 12,62% ($P < 0,01$) та ваготоніків – на 4,83% ($P < 0,01$). Активність аланінамінотрансферази зменшувалася у ваготоніків на 4,01% ($P < 0,05$), нормотоніків – на 8,10% ($P < 0,05$) та симпатикотоніків – на 27,53% ($P < 0,001$). Активність гамма-глутамілтранспептидази була нижчою у нормотоніків на 25,33% ($P < 0,001$), симпатикотоніків – на 4,44% ($P < 0,05$) та ваготоніків – на 6,36% ($P < 0,05$). Активність лужної фосфатази знижувалася у нормотоніків на 29,40%

($P < 0,001$), симпатикотоніків – на 13,33% ($P < 0,01$) та ваготоніків – на 13,91% ($P < 0,05$).

3. Застосування наноаквахелатів сприяло покращенню показників мінерального обміну. Вміст кальцію у крові дослідних корів був вищим порівняно з контролем у нормотоніків на 25,58% ($P < 0,01$), симпатикотоніків – на 35,80% ($P < 0,01$) та ваготоніків – на 33,79% ($P < 0,01$). Концентрація неорганічного фосфору зростала у нормотоніків на 28,91% ($P < 0,05$), ваготоніків – на 46,85% ($P < 0,001$) та симпатикотоніків – на 22,11% ($P < 0,01$). Водночас рівень глюкози у крові дослідних тварин був нижчим у ваготоніків на 27,53% ($P < 0,01$), нормотоніків – на 26,04% ($P < 0,01$) та симпатикотоніків – на 10,42% ($P < 0,05$).

4. Виявлено зміни клітинного складу крові залежно від типу вегетативної регуляції. Кількість лейкоцитів у дослідних групах ваготоніків зростала на 9,89% ($P < 0,01$), тоді як у нормотоніків та симпатикотоніків зменшувалася відповідно на 7,84% ($P < 0,05$) і 8,44% ($P < 0,05$). Вміст нейтрофілів був нижчим у нормотоніків на 16,11% ($P < 0,01$) та ваготоніків – на 10,26% ($P < 0,05$). Кількість лімфоцитів у симпатикотоніків зменшувалася на 15,57% ($P < 0,05$), тоді як у ваготоніків збільшувалася на 24,84% ($P < 0,01$) порівняно з контрольними тваринами.

5. Кормова добавка на основі наноаквахелатів позитивно впливала на показники еритроцитарної ланки крові. Рівень гемоглобіну у дослідних групах був вищим у нормотоніків на 13,00% ($P < 0,001$), симпатикотоніків – на 15,56% ($P < 0,01$) та ваготоніків – на 23,04% ($P < 0,001$). Показник гематокриту перевищував контрольні значення у нормотоніків на 10,35% ($P < 0,01$) та ваготоніків – на 28,26% ($P < 0,001$), тоді як у симпатикотоніків був нижчим на 15,78% ($P < 0,05$). Кількість еритроцитів зростала у нормотоніків на 8,17% ($P < 0,05$), симпатикотоніків – на 11,81% ($P < 0,05$) та ваготоніків – на 18,13% ($P < 0,01$).

6. Встановлено позитивний вплив наноаквахелатів на молочну продуктивність корів. Надій молока у дослідних групах збільшувався у

нормотоніків на 19,70% ($P<0,01$), симпатикотоніків – на 21,60% ($P<0,001$) та ваготоніків – на 14,10% ($P<0,01$). Вміст жиру в молоці зростав у симпатикотоніків на 5,30% ($P<0,05$), нормотоніків – на 3,90% ($P<0,01$) та ваготоніків – на 7,60% ($P<0,05$). Вміст білка в молоці підвищувався у корів із нормотонією на 2,90% ($P<0,05$), симпатикотонією – на 2,50% ($P<0,05$) та ваготонією – на 3,50% ($P<0,05$).

7. Встановлено наявність статистично значущих кореляційних зв'язків між показниками біохімічного статусу крові та параметрами тонуру автономної нервової системи, визначеними методом варіаційної пульсометрії. Коефіцієнти кореляції у контрольних і дослідних групах становили: у нормотоніків $r=0,536-0,970$ ($P<0,001$), у симпатикотоніків $r=0,512-0,981$ ($P<0,001$), у ваготоніків $r=0,557-0,979$ ($P<0,001$). Водночас виявлено тісний кореляційний зв'язок між показниками молочної продуктивності та активністю автономної нервової системи: у нормотоніків $r=0,519-0,963$ ($P<0,001$), у симпатикотоніків $r=0,678-0,990$ ($P<0,001$) та у ваготоніків $r=0,541-0,955$ ($P<0,001$).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Рекомендується у господарствах молочного напрямку, використання нанопрепарату мінеральних елементів 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, для покращення молочної продуктивності корів та підвищення сталості гомеостазу.

2. Для більш ефективного використання кормових добавок спрямованих на підвищення продуктивності великої рогатої худоби, варто використовувати варіаційно-пульсометричних метод, по визначенню тонуру автономної нервової системи, для врахування метаболічних особливостей обміну речовин у організмі тварин, щоб отримати максимальний результат застосованого модернізованого раціону годівлі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdalla A. L., Louvandini H., Bueno I. C. S., Vitti D. M. S. S., Meirelles C. F., & Gennari S. M. Constraints to milk production in grazing dairy cows in Brazil and management strategies for improving their productivity. *Preventive Veterinary Medicine*. – 1999. – Vol. 38, No 2. – P. 217-230.
2. Adedibu I. I., Opoola E., Jinadu L. A. Associations between milk yield, parity, physiological status and certain serum biochemical properties of Friesian× Bunaji cows. – 2013. – Vol. 2, No. 3. – P. 127-131.
3. Aksu T., Gopinathannair R., Gupta D., Pauza D. H. Intrinsic cardiac autonomic nervous system: what do clinical electrophysiologists need to know about the “heart brain”. *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 2021 – Vol. 32, No 6. – P. 1737-1747.
4. Ali M. K., Chen J. D. Roles of heart rate variability in assessing autonomic nervous system in functional gastrointestinal disorders: a systematic review. *Diagnostics*. 2023 – Vol.13, No 2. – P. 293.
5. Andjelić B., Djoković R., Cincović M., Bogosavljević-Bošković S., Petrović M., Mladenović J., Čukić A. Relationships between milk and blood biochemical parameters and metabolic status in dairy cows during lactation. *Metabolites*. 2022. – Vol.12, No 8. – P. 733.
6. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Chasovshchikova M.A., Aleksandrova S.S., Sukhanova S.F., Koshchaev A.G. Milk yield and milk productivity of meat cow breeds of the Northern Trans-Urals. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. – Vol. 1.
7. Battaglia S., Thayer J. F. Functional interplay between central and autonomic nervous systems in human fear conditioning. *Trends in Neurosciences*. 2022. – Vol.45, No 7. – P. 504-506.
8. Billet B., Goudman L., Rigoard P., Billot M., Roulaud M., Verstraete S. et al. Effect of neuromodulation for chronic pain on the autonomic nervous system: a systematic review. *BJA Open*. 2024. Vol. 11. P. 100305.

9. Blase K., Vermetten E., Lehrer P., Gevirtz R. Neurophysiological approach by self-control of your stress-related autonomic nervous system with depression, stress and anxiety patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18, № 7. P. 3329.
10. Bórawski P., Pawlewicz A., Parzonko A., Harper J. K., Holden L. Factors shaping cow's milk production in the EU. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, № 1. P. 420.
11. Bovo M., Agrusti M., Benni S., Torreggiani D., Tassinari P. Random forest modelling of milk yield of dairy cows under heat stress conditions. *Animals*. 2021. Vol. 11, № 5. P. 1305.
12. Burch A. M., Pineda A., Lock A. L. Effect of palmitic acid-enriched supplements containing stearic or oleic acid on nutrient digestibility and milk production of low- and high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104, № 8. P. 8673–8684.
13. Cai Z., Dusza M., Guldbrandtsen B., Lund M. S., Sahana G. Distinguishing pleiotropy from linked QTL between milk production traits and mastitis resistance in Nordic Holstein cattle. *Genetics Selection Evolution*. 2020. Vol. 52, № 1. P. 19.
14. Cao Y., Wang D., Wang L., Wei X., Li X., Cai C. et al. Physically effective neutral detergent fiber improves chewing activity, rumen fermentation, plasma metabolites, and milk production in lactating dairy cows fed a high-concentrate diet. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104, № 5. P. 5631–5642.
15. Carvalho L. S., Willers C. D., Soares B. B., Nogueira A. R., de Almeida Neto J. A., Rodrigues L. B. Environmental life cycle assessment of cow milk in a conventional semi-intensive Brazilian production system. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29, № 15. P. 21259–21274.
16. Cerritelli F., Frasci M. G., Antonelli M. C., Viglione C., Vecchi S., Chiera M., Manzotti A. A review on the vagus nerve and autonomic nervous system during fetal development: searching for critical windows. *Frontiers in Neuroscience*. 2021. Vol. 15. P. 721605.

17. Cesarani A., Biffani S., Garcia A., Lourenco D., Bertolini G., Neglia G. et al. Genomic investigation of milk production in Italian buffalo. *Italian Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 20, № 1. P. 539–547.
18. Chacha F., Gherissi D. E., Lamraoui R., Afri F., Bouzebda Z. 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*. 2022. Vol. 53, № 6.
19. Cheruiyot E. K., Nguyen T. T. T., Haile-Mariam M., Cocks B. G., Abdelsayed M., Pryce J. E. Genotype-by-environment (temperature-humidity) interaction of milk production traits in Australian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 3. P. 2460–2476.
20. Cheshire W. P., Freeman R., Gibbons C. H., Cortelli P., Wenning G. K., Hilz M. J. et al. Electrodiagnostic assessment of the autonomic nervous system: a consensus statement endorsed by the American Autonomic Society, American Academy of Neurology, and the International Federation of Clinical Neurophysiology. *Clinical Neurophysiology*. 2021. Vol. 132, № 2. P. 666–682.
21. Christensen J. S., Wild H., Kenzie E. S., Wakeland W., Budding D., Lillas C. Diverse autonomic nervous system stress response patterns in childhood sensory modulation. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 2020. Vol. 14. P. 6.
22. Claffey A., Delaby L., Boland T. M., Egan M. Implications of adapting autumn grazing management on spring herbage production—The effect on late lactation milk production and the subsequent response in early lactation animal performance. *Livestock Science*. 2020. Vol. 231.
23. da Rosa Righi R., Goldschmidt G., Kunst R., Deon C., da Costa C. A. Towards combining data prediction and internet of things to manage milk production on dairy cows. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 169.
24. Dallago G. M., Wade K. M., Cue R. I., McClure J. T., Lacroix R., Pellerin D., Vasseur E. Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals*. 2021. Vol. 11, № 3. P. 808.

25. Daniela M., Catalina L., Ilie O., Paula M., Daniel-Andrei I., Ioana B. Effects of exercise training on the autonomic nervous system with a focus on anti-inflammatory and antioxidants effects. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11, № 2. P. 350.
26. De Vries A., Marcondes M. I. Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*. 2020. Vol. 14. P. 155–164.
27. Djoković R., Kurćubić V., Ilić Z., Cincović M., Lalović M., Jašović B., Bojkovski J. Correlation between blood biochemical metabolites, milk yield, dry matter intake and energy balance in dairy cows during early and mid lactation. *Advances in Diabetes and Metabolism*. 2017. Vol. 5, № 2. P. 26–30.
28. Duan H., Cai X., Luan Y., Yang S., Yang J., Dong H. et al. Regulation of the autonomic nervous system on intestine. *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12.
29. Egamberdieva Z., Kurbanova S., Sadikova C., Akhtamova M., Davron I. The use of hydroponic green forages in increasing milk productivity and improving reproductive ability of Holstein cows. *BIO Web of Conferences*. 2024. Vol. 149. P. 01016.
30. Egger C. The autonomic nervous system. In: *Manual of Equine Anesthesia and Analgesia*. 2022. P. 110–118.
31. Ekine-Dzivenu C. C., Mrode R., Oyieng E., Komwihangilo D., Lyatuu E., Msuta G. et al. Evaluating the impact of heat stress as measured by temperature-humidity index (THI) on test-day milk yield of small holder dairy cattle in a sub-Saharan African climate. *Livestock Science*. 2020. Vol. 242.
32. Eldawy M. H., Lashen M. E. S., Badr H. M., Farouk M. H. Milk production potential and reproductive performance of Egyptian buffalo cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53, № 2. P. 282.
33. Engle B. N., Thallman R. M., Snelling W. M., Wheeler T. L., Shackelford S. D., King D. A., Kuehn L. A. Breed-specific heterosis for growth and carcass traits in 18 US cattle breeds. *Journal of Animal Science*. 2025. Vol. 103.
34. Erickson P. S., Kalscheur K. F. Nutrition and feeding of dairy cattle. In: *Animal Agriculture*. 2020. P. 157–180.

35. Faverdin P., Guyomard H., Puillet L., Forslund A. Animal board invited review: Specialising and intensifying cattle production for better efficiency and less global warming: contrasting results for milk and meat co-production at different scales. *Animal*. 2022. Vol. 16, № 1. P. 100431.
36. Giannuzzi D., Piccioli-Cappelli F., Pegolo S., Bisutti V., Schiavon S., Gallo L. et al. Observational study on the associations between milk yield, composition, and coagulation properties with blood biomarkers of health in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2024. Vol. 107, № 3. P. 1397–1412.
37. Gibbons C. H. Chapter 27—Basics of autonomic nervous system function. *Handbook of Clinical Neurology*. 2020. P. 407–418.
38. Gislon G., Ferrero F., Bava L., Borreani G., Dal Prà A., Pacchioli M. T. et al. Forage systems and sustainability of milk production: Feed efficiency, environmental impacts and soil carbon stocks. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 260. P. 121012.
39. Glatte P., Buchmann S. J., Hijazi M. M., Illigens B. M. W., Siepmann T. Architecture of the cutaneous autonomic nervous system. *Frontiers in Neurology*. 2019. Vol. 10. P. 970.
40. Glatz-Hoppe J., Boldt A., Spiekers H., Mohr E., Losand B. Relationship between milk constituents from milk testing and health, feeding, and metabolic data of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 11. P. 10175–10194.
41. Golovan V., Galicheva M., Osepchuk D., Nepshekueva T., Suvorov A. Cows' milk productivity determining method. *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 175. P. 03001.
42. Grazziotin R. C. B., Halfen J., Rosa F., Schmitt E., Anderson J. L., Ballard V., Osorio J. S. Altered rumen fermentation patterns in lactating dairy cows supplemented with phytochemicals improve milk production and efficiency. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 1. P. 301–312.
43. Grégoire J. M., Gilon C., Carlier S., Bersini H. Autonomic nervous system assessment using heart rate variability. *Acta Cardiologica*. 2023. Vol. 78, № 6. P. 648–662.

44. Grodkowski G., Szwaczkowski T., Koszela K., Mueller W., Tomaszuk K., Baars T., Sakowski T. Early detection of mastitis in cows using the system based on 3D motions detectors. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12, № 1. P. 21215.
45. Gross J. J. Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition. *Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 100, № 3.
46. Gross J. J. Dairy cow physiology and production limits. *Animal Frontiers*. 2023. Vol. 13, № 3. P. 44.
47. Gullett N., Zajkowska Z., Walsh A., Harper R., Mondelli V. Heart rate variability (HRV) as a way to understand associations between the autonomic nervous system (ANS) and affective states: A critical review of the literature. *International Journal of Psychophysiology*. 2023. Vol. 192. P. 35–42.
48. Guo F., Wang J., Deng Q., Feng H., Xie M., Zhou Z. et al. Effects of pulsed field ablation on autonomic nervous system in paroxysmal atrial fibrillation: a pilot study. *Heart Rhythm*. 2023. Vol. 20, № 3. P. 329–338.
49. Hao Y., Huang S., Si J., Zhang J., Gaowa N., Sun X. et al. Effects of paper mulberry silage on the milk production, apparent digestibility, antioxidant capacity, and fecal bacteria composition in Holstein dairy cows. *Animals*. 2020. Vol. 10, № 7. P. 1152.
50. Hennessy D., Delaby L., Van den Pol-Van Dasselaar A., Shalloo L. Increasing grazing in dairy cow milk production systems in Europe. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, № 6. P. 2443.
51. Hirten R. P., Danieleto M., Scheel R., Shervey M., Ji J., Hu L. et al. Longitudinal autonomic nervous system measures correlate with stress and ulcerative colitis disease activity and predict flare. *Inflammatory Bowel Diseases*. 2021. Vol. 27, № 10. P. 1576–1584.
52. Idrees I., Bellato A., Cortese S., Groom M. J. The effects of stimulant and non-stimulant medications on the autonomic nervous system (ANS) functioning in people with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2023. Vol. 144. P. 104968. Imai, J., & Katagiri, H.

Regulation of systemic metabolism by the autonomic nervous system consisting of afferent and efferent innervation. *International immunology*. 2022 №34(2), P. 67-79.

53. Johnson J. O. Autonomic nervous system: physiology. In: *Pharmacology and Physiology for Anesthesia*. 2019. P. 270–281.

54. Schefers J. M., Weigel K. A. Genomic selection in dairy cattle: Integration of DNA testing into breeding programs. *Animal Frontiers*. 2012. Vol. 2, № 1. P. 4–9.

55. Jukna V., Meškinytė E., Antanaitis R., Juozaitienė V. Association of dry period length with automatic milking system, mastitis, and reproductive indicators in cows. *Animals*. 2024. Vol. 14, № 14. P. 2065.

56. Kabera F., Dufour S., Keefe G., Cameron M., Roy J. P. Evaluation of quarter-based selective dry cow therapy using Petrifilm on-farm milk culture: a randomized controlled trial. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 8. P. 7276–7287.

57. Katongole C. B., Yan T. Effect of varying dietary crude protein level on feed intake, nutrient digestibility, milk production, and nitrogen use efficiency by lactating Holstein-Friesian cows. *Animals*. 2020. Vol. 10, № 12. P. 2439.

58. Kaunkid S., Aurasopon A., Chantiratiku A. Automatic milk quantity recording system for small-scale dairy farms based on internet of things. *Agriculture*. 2022. Vol. 12, № 11. P. 1877.

59. Kholif A. E., Hassan A. A., El Ashry G. M., Bakr M. H., El-Zaiat H. M., Olafadehan O. A. et al. Phytogenic feed additives mixture enhances the lactational performance, feed utilization and ruminal fermentation of Friesian cows. *Animal Biotechnology*. 2021. Vol. 32, № 6. P. 708–718.

60. Kim J. E., Lee H. G. Amino acids supplementation for the milk and milk protein production of dairy cows. *Animals*. 2021. Vol. 11, № 7. P. 2118.

61. Kim S. H., Ramos S. C., Valencia R. A., Cho Y. I., Lee S. S. Heat stress: effects on rumen microbes and host physiology, and strategies to alleviate the negative impacts on lactating dairy cows. *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol. 13.

62. Kupczyński R., Szumny A., Wujcikowska K., Pachura N. Metabolism, ketosis treatment and milk production after using glycerol in dairy cows: a review. *Animals*. 2020. Vol. 10, № 8. P. 1379.

63. La Rovere M. T., Gorini A., Schwartz P. J. Stress, the autonomic nervous system, and sudden death. *Autonomic Neuroscience*. 2022. Vol. 237. P. 102921.

64. LeBouef T., Yaker Z., Whited L. Physiology, autonomic nervous system. StatPearls Publishing. 2023.

65. Leduc A., Souchet S., Gelé M., Le Provost F., Boutinaud M. Effect of feed restriction on dairy cow milk production: a review. *Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 99, № 7.
66. Liu J., Li L., Chen X., Lu Y., Wang D. Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: a novel idea for monitoring and evaluation of heat stress — a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2019. Vol. 32, № 9. P. 1332–1339.
67. Loza C., Reinsch T., Loges R., Taube F., Gere J. I., Kluß C. et al. Methane emission and milk production from Jersey cows grazing perennial ryegrass–white clover and multispecies forage mixtures. *Agriculture*. 2021. Vol. 11, № 2. P. 175.
68. Lunsin R., Sokantat D., Silvestre T., Neto H. R. L., Koh T. J., Sun F. et al. 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*. 2024. Vol. 11, № 3. P. 754.
69. Lymperopoulos A., Cora N., Maning J., Brill A. R., Sizova A. Signaling and function of cardiac autonomic nervous system receptors: insights from the GPCR signalling universe. *The FEBS Journal*. 2021. Vol. 288, № 8. P. 2645–2659.
70. Ma Y., Khan M. Z., Xiao J., Alugongo G. M., Chen X., Chen T. et al. Genetic markers associated with milk production traits in dairy cattle. *Agriculture*. 2021. Vol. 11, № 10. P. 1018.
71. Magan J. B., O'Callaghan T. F., Kelly A. L., McCarthy N. A. Compositional and functional properties of milk and dairy products derived from cows fed pasture or concentrate-based diets. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021. Vol. 20, № 3. P. 2769–2800.
72. Mazzetto A. M., Bishop G., Styles D., Arndt C., Brook R., Chadwick D. Comparing the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected cattle systems. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 277.
73. Mazzetto A. M., Falconer S., Ledgard S. Mapping the carbon footprint of milk production from cattle: a systematic review. *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105, № 12. P. 9713–9725.
74. Mbuthia J. M., Mayer M., Reinsch N. Modeling heat stress effects on dairy cattle milk production in a tropical environment using test-day records and random regression models. *Animal*. 2021. Vol. 15, № 8. P. 100222.
75. McAllen R. M., McKinley M. J., Martelli D. Reflex regulation of systemic inflammation by the autonomic nervous system. *Autonomic Neuroscience*. 2022. Vol. 237.

76. McCarthy C. S., Dooley B. C., Branstad E. H., Kramer A. J., Horst E. A., Mayorga E. J. et al. Energetic metabolism, milk production, and inflammatory response of transition dairy cows fed rumen-protected glucose. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 8. P. 7451–7461.
77. Mekuriaw Y. Negative energy balance and its implication on productive and reproductive performance of early lactating dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*. 2023. Vol. 51, № 1. P. 220–228.
78. Melgar A. C. F. A., Lage C. F. A., Nedelkov K., Räisänen S. E., Stefenoni H., Fetter M. E. et al. Enteric methane emission, milk production, and composition of dairy cows fed 3-nitrooxypropanol. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104, № 1. P. 357–366.
79. Mendoza G. D., Oviedo M. F., Pinos J. M., Lee-Rangel H. A., Vázquez A., Flores R. et al. Milk production in dairy cows supplemented with herbal choline and methionine. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*. 2020. Vol. 52, № 1. P. 332–343.
80. Mertens M. G., Struyf F., Girbes E. L., Dueñas L., Verborgt O., Meeus M. Autonomic nervous system function and central pain processing in people with frozen shoulder: a case-control study. *The Clinical Journal of Pain*. 2022. Vol. 38, № 11. P. 659–669.
81. Mishra S. R. Behavioural, physiological, neuro-endocrine and molecular responses of cattle against heat stress: an updated review. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53, № 3. P. 400.
82. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M., Fedoseeva N., Derkho M., Safronov S. et al. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020.
83. Morris D. L., Kononoff P. J. Effects of rumen-protected lysine and histidine on milk production and energy and nitrogen utilization in diets containing hydrolyzed feather meal fed to lactating Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 8. P. 7110–7123.
84. Mouffok C. E., Madani T., Semara L., Ayache N., Rahal A. Correlation between body condition score, blood biochemical metabolites, milk yield and quality in Algerian Montbéliarde cattle. *Pakistan Veterinary Journal*. 2013. Vol. 33, № 2. P. 191–194.
85. Moustafa I. M., Youssef A., Ahbouch A., Tamim M., Harrison D. E. Is forward head posture relevant to autonomic nervous system function and cervical sensorimotor control? Cross-sectional study. *Gait & Posture*. 2020. Vol. 77. P. 29–35.

86. Mueller B., Figueroa A., Robinson-Papp J. Structural and functional connections between the autonomic nervous system, hypothalamic–pituitary–adrenal axis, and the immune system: a context and time dependent stress response network. *Neurological Sciences*. 2022. Vol. 43, № 2. P. 951–960.
87. Mulkey S. B., du Plessis A. J. Autonomic nervous system development and its impact on neuropsychiatric outcome. *Pediatric Research*. 2019. Vol. 85, № 2. P. 120–126.
88. Mulliniks J. T., Beard J. K., King T. M. Invited review: effects of selection for milk production on cow-calf productivity and profitability in beef production systems. *Applied Animal Science*. 2020. Vol. 36, № 1. P. 70–77.
89. Mylostyvyi R., Izhboldina O., Midyk S., Gutyj B., Marenkov O., Kozyr V. The relationship between warm weather and milk yield in Holstein cows. *World's Veterinary Journal*. 2023. Vol. 13, № 1. P. 134–143.
90. Mylostyvyi R., Sejian V., Izhboldina O., Kalinichenko O., Karlova L., Lesnovskay O. et al. Changes in the spectrum of free fatty acids in blood serum of dairy cows during a prolonged summer heat wave. *Animals*. 2021. Vol. 11, № 12. P. 3391.
91. Nascimento K. B., Galvão M. C., Meneses J. A., Ramírez-Zamudio G. D., Pereira D. G., Paulino P. V. et al. Maternal protein supplementation during mid-gestation improves offspring performance and metabolism in beef cows. *Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 102.
92. Nesterov V. P., Burdygin A. I., Ivanov K. B., Korotkov S. M., Sobol K. V., Soroko S. I., Shemarova I. V. On the possibility to noninvasively study the peripheral mechanisms of autonomic regulation of the human cardiovascular system. *Biophysics*. 2023. Vol. 68, № 1. P. 121–128.
93. Nguyen Q. T., Fouchereau R., Frenod E., Gerard C., Sincholle V. Comparison of forecast models of production of dairy cows combining animal and diet parameters. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 170. P. 105258.
94. Nousiainen J., Shingfield K. J., Huhtanen P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science*. 2004. Vol. 87, № 2. P. 386–398.
95. Nye J., Zingaretti L. M., Pérez-Enciso M. Estimating conformational traits in dairy cattle with DeepAPS: a two-step deep learning automated phenotyping and segmentation approach. *Frontiers in Genetics*. 2020. Vol. 11. P. 513.
96. Olivieri F., Biscetti L., Pimpini L., Pelliccioni G., Sabbatinelli J., Giunta S. Heart rate variability and autonomic nervous system imbalance: Potential biomarkers and detectable hallmarks of aging and inflammaging. *Ageing Research Reviews*. 2024. Vol. 101. P. 102521.

97. Osanlouy M., Bandrowski A., de Bono B., Brooks D., Cassarà A. M., Christie R. et al. The SPARC DRC: building a resource for the autonomic nervous system community. *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12.
98. Pedrosa V. B., Schenkel F. S., Chen S. Y., Oliveira H. R., Casey T. M., Melka M. G., Brito L. F. Genomewide association analyses of lactation persistency and milk production traits in Holstein cattle based on imputed whole-genome sequence data. *Genes*. 2021. Vol. 12, № 11. P. 1830.
99. Qian C., Choi Y., Choi Y. J., Kim S., Choi Y. Y., Roe D. G. et al. Oxygen-detecting synaptic device for realization of artificial autonomic nervous system for maintaining oxygen homeostasis. *Advanced Materials*. 2020. Vol. 32, № 34.
100. Raglio A., Maestri R., Robbi E., Pierobon A., La Rovere M. T., Pinna G. D. Effect of algorithmic music listening on cardiac autonomic nervous system activity: an exploratory, randomized crossover study. *Journal of Clinical Medicine*. 2022. Vol. 11, № 19. P. 5738.
101. Rosenberg A. A., Weiser-Bitoun I., Billman G. E., Yaniv Y. Signatures of the autonomic nervous system and the heart's pacemaker cells in canine electrocardiograms and their applications to humans. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10, № 1. P. 9971.
102. Safonov V. Assessment of heavy metals in milk produced by black-and-white Holstein cows from Moscow. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2020. Vol. 8, № 2. P. 410–415.
103. Schettini G. P., Lambert S. M., da Silva Souza B. M. P., Costa R. B., de Camargo G. M. F. Genetic potential of Sindhi cattle for A2 milk production. *Animal Production Science*. 2020. Vol. 60, № 7. P. 893–895.
104. Sharifi M., Taghizadeh A., Hosseinkhani A., Mohammadzadeh H., Palangi V., Macit M. et al. Nitrate supplementation at two forage levels in dairy cows feeding: milk production and composition, fatty acid profiles, blood metabolites, ruminal fermentation, and hydrogen sink. *Annals of Animal Science*. 2022. Vol. 22, № 2.
105. Silvestre A. M., Martins A. M., Santos V. A., Ginja M. M., Colaço J. A. Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach. *Livestock Science*. 2009. Vol. 122, № 2–3. P. 308–313.
106. Singh A. K., Bhakat C., Mandal D. K., Mandal A., Rai S., Chatterjee A., Ghosh M. K. Effect of reducing energy intake during the dry period on milk production, udder health, and body condition score of Jersey crossbred cows in the tropical lower Gangetic region. *Tropical Animal Health and Production*. 2020. Vol. 52, № 4. P. 1759–1767.

107. Singh G. I. T. A. M., Sharma K. H. U. S. H. B. O. O., Sharma L. K., Kumar A. L. O. K., Parihar K. A. I. L. A. S. H. FLD (Front Line Demonstration) on the Area Specific Mineral Mixture on the Milk Production of Murrah Buffaloes under Climatic Conditions of Tonk District. *The Journal of Rural and Agricultural Research*. 2024. Vol. 24, № 2. P. 51–57.
108. Singh P., Hundal J. S., Patra A. K., Wadhwa M., Sharma A. Sustainable utilization of Aloe vera waste in the diet of lactating cows for improvement of milk production performance and reduction of carbon footprint. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 288.
109. Sinha R., Sinha B., Kumari R., V. M. R., Verma A., Gupta I. D. Effect of season, stage of lactation, parity and level of milk production on incidence of clinical mastitis in Karan Fries and Sahiwal cows. *Biological Rhythm Research*. 2021. Vol. 52, № 4. P. 593–602.
110. Stanković I., Adamec I., Kostić V., Habek M. Autonomic nervous system—Anatomy, physiology, biochemistry. In: *International Review of Movement Disorders*. 2021. Vol. 1. P. 1–17.
111. Stogios N., Gdanski A., Gerretsen P., Chintoh A. F., Graff-Guerrero A., Rajji T. K. et al. Autonomic nervous system dysfunction in schizophrenia: impact on cognitive and metabolic health. *npj Schizophrenia*. 2021. Vol. 7, № 1. P. 22.
112. Strickland J. M., Wisnieski L., Herdt T. H., Sordillo L. M. Serum retinol, β -carotene, and α -tocopherol as biomarkers for disease risk and milk production in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104, № 1. P. 915–927.
113. ten Donkelaar H. J., Němcová V., Lammens M., Overeem S. The autonomic nervous system. In: *Clinical Neuroanatomy*. Cham : Springer, 2020.
114. Thomas B. L., Claassen N., Becker P., Viljoen M. Validity of commonly used heart rate variability markers of autonomic nervous system function. *Neuropsychobiology*. 2019. Vol. 78, № 1. P. 14–26.
115. Toghdory A., Ghoorchi T., Asadi M., Bokharaeian M., Najafi M., Ghassemi Nejad J. Effects of environmental temperature and humidity on milk composition, microbial load, and somatic cells in milk of Holstein dairy cows in the northeast regions of Iran. *Animals*. 2022. Vol. 12, № 18. P. 2484.
116. Tricarico J. M., Kebreab E., Wattiaux M. A. MILK Symposium review: Sustainability of dairy production and consumption in low-income countries with emphasis on productivity and environmental impact. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 11. P. 9791–9802.
117. Valensi P. Autonomic nervous system activity changes in patients with hypertension and overweight: role and therapeutic implications. *Cardiovascular Diabetology*. 2021. Vol. 20, № 1. P. 170.

118. Vilar M. J., Rajala-Schultz P. J. Dry-off and dairy cow udder health and welfare: Effects of different milk cessation methods. *The Veterinary Journal*. 2020. Vol. 262.
119. Waxenbaum J. A., Reddy V., Varacallo M. *Anatomy, autonomic nervous system*. StatPearls Publishing. 2023.
120. Weber B., Fischer T., Riedl R. Brain and autonomic nervous system activity measurement in software engineering: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*. 2021. Vol. 178.
121. Western M. M., de Souza J., Lock A. L. Milk production responses to altering the dietary ratio of palmitic and oleic acids varies with production level in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, № 12. P. 11472–11482.
122. Wilkes A., Wassie S., Fraval S., van Dijk S. Variation in the carbon footprint of milk production on smallholder dairy farms in central Kenya. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 265.
123. Wilkinson J. M., Lee M. R., Rivero M. J., Chamberlain A. T. Some challenges and opportunities for grazing dairy cows on temperate pastures. *Grass and Forage Science*. 2020. Vol. 75, № 1. P. 1–17.
124. Wilson R. L., Bionaz M., MacAdam J. W., Beauchemin K. A., Naumann H. D., Ates S. Milk production, nitrogen utilization, and methane emissions of dairy cows grazing grass, forb, and legume-based pastures. *Journal of Animal Science*. 2020. Vol. 98, № 7.
125. Wu F., Zhao Y., Zhang H. Ocular autonomic nervous system: an update from anatomy to physiological functions. *Vision*. 2022. Vol. 6, № 1. P. 6.
126. Wu P., Vaseghi M. The autonomic nervous system and ventricular arrhythmias in myocardial infarction and heart failure. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2020. Vol. 43, № 2. P. 172–180.
127. Wu X. L., Wiggans G. R., Norman H. D., Caputo M. J., Miles A. M., Van Tassell C. P. et al. Updating test-day milk yield factors for use in genetic evaluations and dairy production systems: a comprehensive review. *Frontiers in Genetics*. 2023. Vol. 14.
128. Xu W., Van Kneegsel A., Saccenti E., Van Hoeij R., Kemp B., Vervoort J. Metabolomics of milk reflects a negative energy balance in cows. *Journal of Proteome Research*. 2020. Vol. 19, № 8. P. 2942–2949.
129. Zhang F., Nan X., Wang H., Zhao Y., Guo Y., Xiong B. Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. *Animals*. 2020. Vol. 10, № 9. P. 1526.
130. Ільчишин М. М., Грищук І. А., Гутий Б. В., Калінін І. В., Грищук А. В., Журенко О. В., Карповський В. І. Корекція білкового обміну у корів за допомогою наноаквахелатів із врахування вегетативної регуляції. *Науковий*

вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2025. Т. 27. № 117. С. 179–184.

131. Ільчишин М. М., Карповський В. І. Вегетативна регуляція показників лейкограми у корів за використання кормової добавки наноаквахелатів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2026. Т. 28. № 121. С. 96–100.

132. Ільчишин М. М., Карповський В. І., Журенко О. В., Грищук І. А., Карповський П. В., Криворучко Д. І., Грищук А. В., Карповський В. В., Тодорюк В. Б., Мельничук В. В. Вплив сполук наноаквахелатів на активність ферментів крові у корів за різного тонуру автономної нервової системи. Scientific Progress & Innovations. 2025. Т. 28. № 2. С. 158–165.

133. Кролічевська Б., Ільчишина М., Карповський В., Грищук І., Тодорюк В. Автономна регуляція вмісту ненасичених жирних кислот у коров'ячому молоці. Український журнал ветеринарних наук. 2025. Т. 16. № 1. С. 70–87.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у періодичних наукових виданнях,

Включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Ільчишин М. М., Грищук І. А., Гутий Б. В., Калінін І. В., Грищук А. В., Журенко О. В., Карповський В. І. Корекція білкового обміну у корів за допомогою наноаквахелатів із врахування вегетативної регуляції. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 2025. Т. 27. № 117. С. 179–184. *(Ільчишин М. М. організовано та проведено дослідження впливу наноаквахелатів на протеїновий метаболізм. Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Гутим Б. В. узгоджено вимоги редколегії журналу. Калініним І. В. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Грищук А. В. здійснено аналіз отриманих результатів. Журенко О. В. виконано редагування англомовної редакції статті. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).*

2. Ільчишин М. М., Карповський В. І., Журенко О. В., Грищук І. А., Карповський П. В., Криворучко Д. І., Грищук А. В., Карповський В. В., Тодорюк В. Б., Мельничук В. В. Вплив сполук наноаквахелатів на активність ферментів крові у корів за різного тонуусу автономної нервової системи. Scientific Progress & Innovations. 2025. Т. 28. № 2. С. 158–165. *(Ільчишин М. М. організовано та проведено дослідження впливу наноаквахелатів на ензими крові корів. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів. Журенко О. В. проведено аналіз літературних джерел. Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Карповським П. В. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Криворучко Д. І. виконано редагування англомовної редакції).*

статті. Грищук А. В. виконано редакційні правки. Карповський В. В., проведено аналіз отриманих результатів. Тодорюк В. Б. виконано аналіз впливу наноаквахелатів на ферменти крові. Мельничук В. В. узгоджено вимоги редколегії журналу).

3. **Ільчишин М. М.**, Карповський В. І. Вегетативна регуляція показників лейкограми у корів за використання кормової добавки наноаквахелатів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2026. Т. 28. № 121. С. 96–100. (Ільчишин М. М. проведено дослідження по впливу наноаквахелатів на показники лейкограми у корів, підготовлено статтю. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).

Статті у наукових виданнях,

включених до міжнародних наукометричних баз даних

Scopus та/або Web of Science Core Collection

4. Króliczewska B., **Ilchyshina M.**, Karpovskyi V., Hryshchuk I., Todoryuk V. Autonomic Regulation of Unsaturated Fatty Acid Content in Cow's Milk. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences. 2025. Vol. 16. No. 1. P. 70–87. (Króliczewska B. виконано редагування англomовної редакції статті. Ilchyshyn M. організовано та проведено дослідження впливу наноаквахелатів на ненасичені жирні кислоти крові корів. Karpovskyi V. сформовано програму і організовано проведення експериментів. Hryshchuk I. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Todoryuk V. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження).

Тези наукових доповідей

5. Тодорюк В. Б., Химинець П. С., Кравчук С. В., Грищук І. А., **Ільчишин М. М.**, Журенко О. В., Карповський В. І. Визначення варіабельності серцевого ритму як показника впливу тонуру автономної нервової системи у свиней. Актуальні проблеми фізіології тварин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 25–26 травня 2023

року: тези доповіді. Львів, 2023. С. 81. *(Тодорюком В. Б. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Химинцем П. С. організовано та проведено дослідження по визначенню тону автономної нервової системи. Кравчук С. В. здійснено підбір літератури. Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Ільчишин М. М. проведено підготовку матеріалів тез. Журенко О. В. узгоджено тезу з вимогами редколегії. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).*

6. Грищук І. А., Грищук А. В., Тодорюк В. Б., **Ільчишин М. М.**, Журенко О. В., Карповський В. І. Вміст загального холестеролу залежно від тону автономної нервової системи у корів. Актуальні проблеми фізіології тварин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 25–26 травня 2023 року: тези доповіді. Львів, 2023. С. 16. *(Грищук І. А. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Грищук А. В. здійснено підбір літератури та нормативних документів за темою дослідження. Тодорюком В. Б. здійснено підбір літератури. Ільчишин М. М. організовано та проведено дослідження по визначенню загального холестеролу у корів. Журенко О. В. узгоджено тезу з вимогами редколегії. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів).*

7. Журенко О. В., Грищук І. А., Карповський В. І., Криворучко Д. І., Журенко В. В., **Ільчишин М. М.**, Тодорюк В.Б., Карповський В.В. Карповський П.В. Грищук А. В. Показники ненасичених жирних кислот у молоці корів за різної вегетативної регуляції. Біологічні, біотехнологічні та генетичні аспекти інтенсифікації аграрного виробництва: Міжнародна науково-практична конференція, Ломжа – Миколаїв, 24–25 жовтня 2024 року: тези доповіді. Ломжа – Миколаїв, 2024. С.31-41 *(Журенко О. В. узгоджено тезу з вимогами редколегії. Грищук І. А. організовано та проведено дослідження по визначенню ненасичених жирних кислот. Карповським В. І. сформовано програму і організовано проведення експериментів. Криворучко*

Д. І. здійснено підбір літератури. Журенком В. В. виконано статистичну обробку отриманих результатів. Ільчишин М. М. виконано відбір зразків молока для виконання дослідження. Тодорюк В.Б. виконано оцінку впливу вегетативної регуляції на ненасичені жирні кислоти. Карповський В.В. проведено підбір матеріалу і методів дослідження. Карповський П.В. проведено дослідження вмісту ненасичених жирних кислот. Грищук А. В. виконано аналіз отриманих результатів).