

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**Олійник Віталій Ігорович**

УДК 636.2:591.524

ДИСЕРТАЦІЯ

**Адаптаційна здатність високопродуктивних корів за холодового стресу**

212 – «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»

Подається на здобуття наукового ступеня доктор філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело \_\_\_\_\_ В.І. Олійник

Науковий керівник:

**Захаренко Микола Олександрович,**  
доктор біологічних наук, професор

Київ – 2026

## АНОТАЦІЯ

**Олійник В.І. Адаптаційна здатність високопродуктивних корів за холодового стресу – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 212 – «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2026.

Відновлення чисельності поголів'я великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності пов'язане не тільки з використанням вітчизняних генетичних ресурсів, але й з імпортом тварин з країн західної Європи, де кліматичні умови мають певні відмінності порівняно з кліматом України. Поряд з цим скотарські підприємства України все ширше застосовують нові технології виробництва молока. Це передбачає як реконструкцію старих типових, так і будівництво нових корівників каркасного типу, розрахованих на утримання великої кількості корів.

Утримання корів зарубіжної селекції передбачає їх акліматизацію та адаптацію до безприв'язно-боксового утримання у великогабаритних корівниках каркасного типу, мікроклімат яких суттєво залежить від факторів зовнішнього середовища. Такі корівники розраховані на одночасне утримання 1000 корів, по 250 голів у технологічній групі, які обладнані боксами для відпочинку корів, кормовим столом, груповими напувалками і гнойовим каналом. Гноєвидалення з такого корівника відбувається механічним способом з використанням трактора з бульдозерною навіскою з подальшим гідрозмивом. Повітрообмін в корівнику здійснюється за рахунок притоку повітря через бічні штори, вмонтовані в поздовжні стіни корівника, та стельово-щілинної вентиляції.

Дослідження проводились у термонеутральний період, коли середньодобова температура навколишнього середовища не опускалась нижче 5,0 °C (15 діб) і у період низькотемпературного навантаження, коли значення середньодобової температури навколишнього середовища становило -15 °C і

нижче (10 діб). Встановлено, що тривале низькотемпературне навантаження суттєво впливає на показники комфорту корів за утримання у каркасних приміщеннях.

З метою оцінки температурно-вологісного режиму великогабаритного корівника каркасного типу на 1000 корів та їх впливу на клінічний стан, поведінку, морфологічний склад і кислотно-лужну рівновагу крові та метаболічний статус організму було проведено дослід на високопродуктивних коровах породи чорно-рябий голштин залежно від лактації та добового надою за оптимальних і мінімальних температур атмосферного повітря.

Як показали результати досліджень, в період оптимальних температур атмосферного повітря температура повітря в корівнику каркасного типу знаходилась у зоні теплового комфорту корів. Відносна вологість повітря в корівнику також перебувала в межах допустимих нормативів і не перевищувала 80%. Швидкість руху повітря в корівнику каркасного типу за оптимальних температур атмосферного повітря протягом доби коливалась в допустимих межах, що забезпечувало належне видалення аміаку і водяної пари.

Добова динаміка температурно-вологісного індексу повітря корівника у період оптимальних температур атмосферного повітря свідчить, що високопродуктивні корови перебували в зоні комфорту. Температурно-вологісний індекс корівника у цей період не перевищував 68 одиниць – верхню межу теплового комфорту і не знижувався нижче 38 одиниць – нижню межу теплового комфорту.

Концентрація аміаку у повітрі корівника в період оптимальних температур атмосферного повітря переважну частину доби не перевищувала ГДК для корів, а в нічний період – з 21.00 до 24.00 години досягала верхньої межі ГДК, що пов'язано зі зниженням інтенсивності технологічних процесів у корівнику. Найнижчий вміст аміаку у повітрі великогабаритного корівника відмічали в період з 6.00 до 18.00 години, коли відбувається більшість технологічних процесів, зокрема видалення гною з приміщення, а також

надходження значної кількості неорганізованого притоку повітря через рух автотранспорту, переміщення корів у доїльний зал, відкривання воріт та бічних штор.

У період оптимальних температур повітря найнижчу температуру мала шкіра грудної кінцівки корів, дещо вищу – шкіра тазової кінцівки і голови, а шкіра тулуба і шиї за температурою практично не відрізнялись. Найвищу температуру мала шкіра вимені корів, що пов'язано з його високим функціональним навантаженням і інтенсивним кровопостачанням.

Показники клінічного стану лактуючих та сухостійних корів у період оптимальних температур атмосферного повітря знаходились в межах фізіологічного діапазону. Вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів та їх субпопуляцій у крові лактуючих і сухостійних корів за оптимальних значень параметрів мікроклімату знаходилися в межах нормативних значень.

За показниками кислотно-лужної рівноваги крові у корів встановлено деякі відмінності, пов'язані не тільки з їх фізіологічним станом, але й типом годівлі. У лактуючих корів виявлено вищий  $PO_2$  і  $PCO_2$  за зсуву буферних основ у від'ємні значення порівняно з аналогічними показниками у сухостійних корів. Одержані дані узгоджуються з величиною рН крові, що пов'язано більшою мірою з типом годівлі, ніж з впливом параметрів мікроклімату. У сухостійних корів зареєстровано нормалізацію показника зсуву буферних основ крові, що пояснюється значним зниженням у кормовій суміші концентрованих кормів і збільшенням частки грубих кормів.

Інтенсивність обміну речовин у тканинах корів залежить від фізіологічного стану більшою мірою, ніж від параметрів мікроклімату корівника. Про це свідчить вищий в 1,7 раза вміст глюкози і нижчий у 2,4 раза вміст загальний ліпідів та на 18% активність АсАТ сироватки крові у сухостійних корів порівняно з лактуючими за оптимальних температур навколишнього середовища.

Показники білкового обміну, зокрема вміст загального білку та сечовини у сироватці крові корів знаходились у межах фізіологічних параметрів для даного виду і фізіологічного стану тварин. Ферментативна активність сироватки крові, зокрема АлАТ, ЛФ та амілази не відрізнялась між групами корів і знаходилась в межах фізіологічних значень. Аналогічна закономірність була характерна і для показників мінерального обміну у тканинах корів, зокрема вміст кальцію та фосфору неорганічного у сироватці крові як лактуючих, так і сухостійних корів не відрізнявся між групами.

Аналіз отриманих результатів досліджень свідчить про відсутність у високопродуктивних корів породи чорно-рябий голштин німецької селекції стресу, пов'язаного з температурно-вологісними факторами навколишнього середовища в період оптимальних температур атмосферного повітря.

Встановлено, що температура повітря у великогабаритному корівнику каркасного типу в зимовий період залежить від температури атмосферного повітря і в нічний період доби опускається нижче  $0^{\circ}\text{C}$ , що спричиняє замерзання гною в гнойових каналах. В денний період доби температура повітря в корівнику знаходиться в плюсовому діапазоні. Відносна вологість повітря у корівнику каркасного типу в період мінімальних температур атмосферного повітря суттєво не залежить від вологості атмосферного повітря і знаходиться в оптимальному діапазоні для корів.

Найбільш критичним для корів є період доби з 0.00 до 6.00 години, коли температура атмосферного повітря досягає  $-20^{\circ}\text{C}$  і нижче, в корівнику знижується температурно-вологісний індекс до 35 одиниць тривалістю протягом 6 годин, що відповідає зоні короткочасного легкого холодового стресу. Температура корму, води, а також внутрішнього обладнання, гнойового каналу і підлоги боксів залежать від коливань температури повітря в корівнику.

Вміст аміаку в повітрі корівника у період мінімальних температур атмосферного повітря переважну частину доби перевищував ГДК, яке становить  $20\text{ мг/м}^3$ . Це пов'язано в першу чергу з недостатньо ефективним

гноєвидаленням та недоліком роботи системи вентиляції за низьких температур атмосферного повітря.

Холодовий стрес легкого ступеня не впливав на поведінку, але по-різному впливав на температуру шкіри різних ділянок тіла лактуючих корів. Найнижчу температуру у піддослідних корів зареєстровано в ділянках грудних та тазових кінцівок, дещо вищу – в ділянці шиї, тулуба та вимені.

Аналіз результатів досліджень показав, що температура різних ділянок тіла високопродуктивних лактуючих корів прямо залежала від температури повітря в корівнику. При цьому сильна кореляційна залежність між цими показниками встановлена для ділянки шкіри тулуба ( $r=0,94$ ) і шиї ( $r=0,76$ ) і середній рівень залежності – для ділянок шкіри грудної кінцівки ( $r=0,61$ ), голови ( $r=0,54$ ), тазової кінцівки ( $r=0,51$ ) і вимені ( $r=0,50$ ).

Дія короткочасного холодового стресу на організм характеризується зниженням кількості лейкоцитів у крові корів першої лактації з добовим надоєм 35-40 кг молока, а також у корів другої та третьої лактацій з надоями 20-25 та 35-40 кг порівняно з коровами першої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока. Виявлено зміни лейкограми крові корів під час холодового стресу, які стосуються зниження частки сегментоядерних нейтрофілів у крові корів третьої лактації.

Показники кислотно-лужної рівноваги крові лактуючих корів незалежно від надою і лактації в найбільш холодний період зими суттєво не відрізнялись за винятком парціального тиску  $CO_2$ , який у корів першої лактації був нижчим, ніж у корів другої та третьої лактацій. У корів незалежно від рівня молочної продуктивності і лактації зареєстровано від'ємне значення зсуву буферних основ, що корелює із величиною рН крові і свідчить про розвиток в організмі метаболічного ацидозу.

Холодовий стрес не впливає на рівень загального білку, сечовини, вміст холестеролу, глюкози та кальцію, але збільшує загальний вміст ліпідів у плазмі крові корів другої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока на 32,3%, з надоєм 35-40 кг молока – в 1,6 раза, у корів третьої лактації з надоєм 20-25

кг молока – в 1,5 раза порівняно з даними у корів першої лактації з надоем 20-25 кг молока.

Холодовий стрес суттєво не впливав на активність АЛАТ та амілази, але знижував активність АсАТ у плазмі крові корів другої та третьої лактації з продуктивністю 20-25 кг молока на добу на 14,3% та 17,8% порівняно з коровами першої лактації з надоем 35-40 кг молока. Активність ЛФ плазми крові за холодового стресу знижувалась у корів другої лактації з добовим надоем 35-40 кг молока на 36%, у корів третьої лактації з надоем 20-25 кг молока – на 44 % та з надоем 35-40 кг молока – на 38% порівняно з даними корів першої лактації з надоем 20-25 кг молока.

Отримані результати можуть бути основою для оцінки впливу холодового стресу на клінічний стан, поведінку, метаболічний статус організму імпортованого поголів'я корів породи чорно-рябий голштин в умовах кліматичної зони України під час акліматизації та розробки заходів, направлених на його профілактику.

**Ключові слова:** акліматизація, мікроклімат великогабаритного каркасного корівника, корови, гематологічні показники, обмін речовин, молочна продуктивність

## ANNOTATION

### **Oliynyk V.I. Adaptation capacity of high-productive cows to cold stress**

Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Veterinary Medicine, specialty 212 "Veterinary Hygiene, Sanitation, and Expertise". National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2026.

The restoration of the livestock population of dairy cattle is associated not only with the use of domestic genetic resources but also with the import of animals from Western European countries, where climatic conditions differ significantly from those in Ukraine. Alongside this, Ukrainian livestock enterprises are increasingly employing new milk production technologies. This includes both the reconstruction of old conventional and the construction of new frame-type cowsheds designed to accommodate a large number of cows.

Maintaining cows of foreign selection involves their acclimatization and adaptation to free-stall box housing in large-scale frame-type cowsheds, the microclimate of which significantly depends on external environmental factors. These cowsheds are designed for simultaneous housing of 1000 cows, with 250 heads in each technological group, equipped with resting boxes, feeding tables, group waterers, and manure channels. Manure removal from such a cowshed is carried out mechanically using a tractor with a bulldozer attachment followed by hydro flushing. Air exchange in the cowshed is facilitated through the influx of air via side curtains built into the longitudinal walls and ceiling-slot ventilation.

The studies were performed in the thermoneutral period, when the average daily ambient temperature did not fall below 5.0 °C (15 days) and the period of low-temperature load, when the value of the average daily ambient temperature was -15 °C and below (10 days). It was found that prolonged low-temperature load significantly affects the comfort of cows in the keeping in easily assembled rooms.

To evaluate the temperature-humidity regime of the large-scale frame-type cowshed for 1000 cows and its impact on the clinical condition, behavior, morphological composition, acid-base balance of blood, and metabolic status of the

organism, a study was conducted on high-productive Black-and-White Holstein cows depending on lactation and daily milk yield under optimal and minimal atmospheric air temperatures.

The research results showed that during periods of optimal atmospheric air temperatures, the air temperature in the frame-type cowshed was within the thermal comfort zone for cows. The relative humidity of the air in the cowshed also remained within permissible norms and did not exceed 80%. The airflow rate in the frame-type cowshed during optimal atmospheric air temperatures throughout the day fluctuated within permissible limits, ensuring proper removal of ammonia and water vapor.

The daily dynamics of the temperature-humidity index in the cowshed during optimal atmospheric air temperatures indicate that high-productive cows were within the comfort zone. The temperature-humidity index of the cowshed during this period did not exceed 68 units (upper limit of thermal comfort) and did not decrease below 38 units (lower limit of thermal comfort).

The concentration of ammonia in the air of the cowshed during optimal atmospheric air temperatures did not exceed the MPC for cows for most of the day, but during the night period from 9:00 p.m. to 12:00 p.m., it reached the upper MPC limit, which was associated with a decrease in the intensity of technological processes in the cowshed. The lowest ammonia content in the air of the large-scale cowshed was observed during the period from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. when most of the technological processes occurred, including manure removal from the premises and the influx of a significant amount of unorganized air flow due to vehicular traffic, movement of cows to the milking parlor, gate opening, and side curtain movement.

During periods of optimal air temperatures, the skin of the cows' chest extremities had the lowest temperature, slightly higher temperatures were observed on the skin of the pelvic extremities and head, while the skin of the torso and neck practically did not differ in temperature. Highest temperature was recorded on the cows' udder skin, attributed to its high functional load and intensive blood supply.

The clinical indicators of lactating and dry cows during periods of optimal atmospheric air temperatures remained within the physiological range. Hemoglobin content, the number of erythrocytes, leukocytes, and their subpopulations in the blood of lactating and dry cows under optimal microclimate conditions were within normal values.

Regarding the blood acid-base balance in cows, some differences were observed, not only related to their physiological condition but also to the feeding type. Lactating cows showed higher  $PO_2$  and  $PCO_2$  shifts of buffer bases towards negative values compared to similar indicators in dry cows. These findings corresponded with blood pH values more influenced by feeding type than by microclimate parameters.

Dry cows exhibited normalization in the shift of blood buffer bases, attributed to a significant decrease in concentrated feed content in the diet and an increase in roughage proportion. Metabolic intensity in cow tissues depended more on the physiological state than on cowshed microclimate parameters. This was evidenced by 1.7 times higher glucose content, 2.4 times lower total lipid content, and an 18% decrease in blood serum AST activity in dry cows compared to lactating cows under optimal ambient temperatures.

Protein metabolism indicators, including total protein and urea content in blood serum, were within the physiological parameters for this type and physiological state of animals. Serum blood enzyme activity, specifically ALT, alkaline phosphatase, and amylase, did not differ between cow groups and remained within physiological values. Similar regularities were observed in the mineral metabolism indicators in cow tissues, such as calcium and inorganic phosphorus content in blood serum, showing no differences between lactating and dry cows.

The analysis of the research results indicates the absence of stress related to temperature-humidity factors of the surrounding environment during periods of optimal atmospheric air temperatures in high-productive Black-and-White Holstein cows of German selection.

It was established that the air temperature in the large-scale frame-type cowshed in winter depended on the atmospheric air temperature and dropped below 0°C during the nighttime, leading to manure freezing in the gutters. During the daytime, the air temperature in the cowshed remained in the positive range. The relative humidity in the frame-type cowshed during periods of minimal atmospheric air temperatures was not significantly dependent on atmospheric humidity and stayed within the optimal range for cows.

The most critical period for cows was observed from 12:00 p.m. to 6:00 a.m. when the atmospheric air temperature reached -20°C or lower, resulting in a decrease in the temperature-humidity index to 35 units for 6 hours, corresponding to a zone of short-term mild cold stress. The temperature of feed, water, as well as internal equipment, manure channels, and floor of the boxes fluctuate based on air temperature variations in the cowshed.

The ammonia content in the cowshed air during minimal atmospheric temperatures exceeded the Maximum Permissible Concentration (MPC), which is 20 mg/m<sup>3</sup>, for most of the day. This was primarily due to ineffective manure removal and insufficient ventilation system operation at low atmospheric temperatures.

Mild cold stress did not affect behavior but had varying effects on the skin temperature of different areas of lactating cows' bodies. The lowest temperatures in the researched cows were recorded in the chest and pelvic limb areas, slightly higher in the neck, body, and udder areas. Research results showed that the temperature of different body areas in high-productive lactating cows was directly related to the air temperature in the cowshed. Strong correlation was found between the skin temperature of the body's trunk ( $r=0.94$ ) and neck ( $r=0.76$ ), with moderate dependence for the chest limb areas ( $r=0.61$ ), head ( $r=0.54$ ), pelvic limb areas ( $r=0.51$ ), and udder ( $r=0.50$ ).

Short-term cold stress affected the organism by reducing the number of leukocytes in the blood of first-lactation cows producing 35-40 kg of milk per day and in cows of second and third lactations producing 20-25 kg and 35-40 kg, respectively, compared to first-lactation cows producing 20-25 kg of milk per day.

Changes in the leukogram of cow blood during cold stress involved a decrease in the percentage of segmented neutrophils in the blood of third-lactation cows.

Blood acid-base balance indicators in lactating cows, regardless of milk yield and lactation, did not significantly differ during the coldest period of winter, except for the partial pressure of CO<sub>2</sub>, which was lower in first-lactation cows compared to cows in the second and third lactations. Negative buffer base shift values were recorded in cows regardless of milk productivity and lactation during the coldest winter period, correlating with blood pH and indicating the development of metabolic acidosis.

Cold stress did not affect the levels of total protein, urea, cholesterol, glucose, and calcium but increased the total lipid content in the blood plasma of second-lactation cows producing 20-25 kg of milk by 32.3%, by 1.6 times in those producing 35-40 kg of milk, and by 1.5 times in third-lactation cows producing 20-25 kg of milk, compared to first-lactation cows producing 20-25 kg of milk. Cold stress significantly affected the activity of AST and decreased the activity of ALT in the blood plasma of second and third lactation cows compared to first-lactation cows.

These findings could serve as a basis for assessing the impact of cold stress on the clinical condition, behavior, metabolic status of imported herds of Black-and-White Holstein cows, during acclimatization in Ukraine's climatic zone, and developing preventive measures.

**Keywords:** acclimatization, microclimate of large-scale frame-type cowsheds, cows, hematological indicators, metabolism, milk production

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у наукових фахових виданнях України, які цитуються в міжнародних наукометричних базах:

1. Захаренко, М., Олійник, В., Поляковський, В., (2019). Морфологічний склад, кислотно-лужна рівновага та білковий спектр крові великої рогатої худоби різного віку зарубіжної селекції. *Український часопис ветеринарних наук*, 10(3). 78-87. <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.03.012> (Захаренко М. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Олійник В. організовано та проведено дослідження показників кислотно-лужної рівноваги крові корів, підготовлено статтю до друку. Поляковський В.М. зробив аналіз параметрів макро- та мікроклімату корівника).
2. Захаренко, М., Олійник, В., Поляковський, В., & Соломон, В. (2019). Температурно-вологісний режим сучасного корівника за низьких температур повітря. *Український часопис ветеринарних наук*, 10(4). 56-69. <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.04.008> (Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Олійник В. організовано та проведено дослідження температурно-вологісних показників корівника, підготовлено статтю до друку. Поляковський В.М. зробив статистичну обробку результатів дослідження. Соломон В.В. оформив статтю і узгодив вимоги з редакцією журналу).
3. Захаренко, М., Олійник, В., Поляковський, В., & Соломон, В. (2020). Добова поведінка та температура тіла лактуючих корів за низької температури повітря в корівнику каркасного типу. *Український часопис ветеринарних наук*, 11(1). 121-133. <https://doi.org/10.31548/ujvs2020.01.013> (Захаренко М. розробив програму досліджень, здійснив загальне керівництво експериментом. Олійник В. організував та провів дослідження температури тіла корів, підготував статтю до друку. Поляковський В.М. зробив аналіз добової динаміки поведінки корів. Соломон В.В. оформив статтю і узгодив вимоги з редакцією журналу).

### Статті у наукових виданнях, включених до міжнародних

### наукометричних баз даних Scopus та Web of Science Core Collection

4. Oliyuk, V. I., Zacharenko, M. O., Shevchenko, L. V., Mykhalska, V. M., Poliakovskiy, V. M., Slobodyanyuk, N. M., Ivaniuta, A. O., Rozbytska, T. V., &

Pylypchuk, O. S. (2024). Acid-base balance and morphological composition of blood in high-producing dairy cows under cold stress. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(4), 723–737. <https://doi.org/10.15421/0224104> (Oliynyk V. I. Організував проведення експерименту з визначення показників кислотно-лужної рівноваги крові корів за холодного стресу. Zacharenko M. O. зробив аналіз та інтерпретацію даних. Shevchenko L. V. підготувала статтю до друку. Mykhalska V. M. виконала гематологічні дослідження корів. Poliakovskiy V. M. дослідив температурно-вологісний режим корівника. Slobodyanyuk N. M. погодила вимоги до оформлення статті з редакцією журналу. Ivaniuta A. O. виконала англomовну редакцію статті. Rozbyska T. V. зробила статистичний аналіз результатів дослідження. Pylypchuk O. S. узгодила зміст і висновки зі співавторами статті).

5. **Oliynyk, V., Zacharenko, M., Shevchenko, L., Mykhalska, V., Poliakovskiy, V., Slobodyanyuk, N., Ivaniuta, A., Pylypchuk, O., Omelian, A., & Gruntkovskiy, M.** (2025). Evaluation of metabolic status in Holstein cow under short-term cold stress. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 15(2), 60-68. <https://dx.doi.org/10.51227/ojaf.2025.8> (Oliynyk V. I. Організував проведення експерименту з визначення показників метаболічного профілю крові корів за холодного стресу. Zacharenko M. O. розробив програму досліджень, виконав аналіз та інтерпретацію даних. Shevchenko L. V. підготувала статтю до друку. Mykhalska V. M. виконала дослідження показників обміну речовин у крові корів. Poliakovskiy V. M. дослідив температурно-вологісний режим корівника. Slobodyanyuk N. M. погодила вимоги до оформлення статті з редакцією журналу. Ivaniuta A. O. виконала англomовну редакцію статті. Pylypchuk O. S. узгодила зміст і висновки зі співавторами статті Omelian A. зробила статистичний аналіз результатів дослідження. Gruntkovskiy M. підготував чорновий макет статті).

#### **Тези наукових доповідей:**

6. **Oliynyk, V. I., & Zacharenko, M. O.** (2019). Fractional composition of blood proteins and metabolism in ruminants. In 3RD International Conference „Smart Bio“ (2019, May). 283. (Oliynyk V. організовано та проведено дослідження білкових фракцій крові корів за холодного стресу, підготовлено тези до друку. Zacharenko M. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних).

7. **Олійник, В. І., Захаренко, М. О., & Шевченко, Л. В. (2023).** Адаптаційна здатність корів зарубіжної селекції в умовах України. Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток ветеринарної медицини», 26 жовтня 2023 року Білоцерківський НАУ. 9-11. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження адаптаційної здатності корів до холодowego стресу, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Шевченко Л.В. оформила тези і узгодила вимоги з редакцією).*
8. **Олійник, В. І., Захаренко, М. О., & Шевченко, Л. В. (2024).** Температура шкіри високопродуктивних корів за короткочасного холодowego стресу. VI International scientific and practical conference «The aspects of contemporary scientific research that encompass both theoretical and practical components» (January 10-12, 2024) Venice, Italy, International Scientific Unity. 379-381. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження температури шкіри корів під час холодowego стресу, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Шевченко Л.В. оформила тези і узгодила вимоги з редакцією).*
9. **Олійник, В. І., Захаренко, М. О., & Шевченко, Л. В. (2024).** Динаміка накопичення аміаку у повітрі великогабаритного корівника каркасного типу. Scientific Collection «InterConf», (186): with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Innovative Development in the Global Science» (January 26-28, 2024; Boston, USA) / comp. by LLC SPC «InterConf». Boston: Independently Published, 2024. 358-360. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження вмісту аміаку у повітрі корівника, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Шевченко Л.В. оформила тези і узгодила вимоги з редакцією).*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ.....	18
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	24
1.1. Особливості мікроклімату різних типів корівників.....	24
1.2. Акліматизація великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності.....	31
1.3. Вплив мікроклімату на клініко-гематологічні показники, метаболічний статус та поведінку великої рогатої худоби.....	37
1.4. Вплив температурного стресу на організм великої рогатої худоби.	43
1.5. Заключення з огляду літератури.....	51
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	53
2.1. Схеми та умови проведення досліджень.....	53
2.2. Методи досліджень.....	58
2.2.1. Визначення параметрів мікроклімату корівника.....	58
2.2.2. Дослідження клінічних та гематологічних показників корів.....	58
2.2.3. Дослідження показників кислотно-лужного стану крові корів.....	59
2.2.4. Визначення метаболічного статусу тварин.....	59
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	62
3.1. Параметри мікроклімату та клініко-гематологічні показники і обмін речовин у високопродуктивних корів за оптимальних температур повітря.....	62
3.1.1. Параметри мікроклімату корівника для утримання корів у період оптимальних температур навколишнього середовища.....	62
3.1.2. Клініко-гематологічні показники і обмін речовин у корів за оптимальних температур повітря.....	67

3.2. Мікроклімат приміщень, поведінка, гематологічні показники та метаболічний статус лактуючих корів за холодного стресу.....	72
3.2.1. Мікроклімат корівника для утримання лактуючих корів зарубіжної селекції за мінімальних температур повітря....	72
3.2.2. Гематологічні та метаболічні показники лактуючих корів за короткочасного холодного стресу.....	90
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	98
ВИСНОВКИ.....	114
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	118
ДОДАТКИ.....	140

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ**

АлАТ – аланінамінотрансфераза

АсАТ – аспартатамінотрансфераза

ГГТ – гамаглутамілтрансфераза

ГДК – гранично допустима концентрація

ЛФ – лужна фосфатаза

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Відновлення чисельності поголів'я великої рогатої худоби в Україні – важливе завдання, вирішення якого дозволить забезпечити населення молоком та молочними продуктами, а харчову промисловість сировиною. Одним з ефективним способів досягнення цієї мети є імпорт високопродуктивного поголів'я нетелів породи чорно-рябий голштин з країн Західної Європи з подальшим розведенням в умовах України [19-25, 44].

За таких умов організм тварин повинен адаптуватися до нового клімату, особливо в літній і зимовий сезони року, коли відмічається пік високих чи низьких температур повітря. Більшість досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених присвячені впливу глобального потепління на організм великої рогатої худоби, зокрема лактуючих корів [60, 104], тоді як вплив низьких температур вивчений недостатньо, особливо щодо високопродуктивних корів молочного напрямку продуктивності.

Найбільш вразливою ланкою в технологічному процесі виробництва молока є оптимізація умов утримання лактуючих корів в період перепаду температур повітря в найбільш холодний період року [82]. Зміна фізичних параметрів атмосферного повітря впливає на мікроклімат приміщень, клінічні, гематологічні та біохімічні показники тварин, їх продуктивність, тривалість господарського використання, відтворювальну здатність поголів'я та якість одержуваної продукції [24].

Тому вивчення адаптаційної здатності корів зарубіжної селекції до кліматичних умов України дасть можливість скорегувати ефективні заходи з попередження негативного впливу цих факторів на продуктивність тварин, продовжити термін їх використання, поліпшити якість продукції, а також удосконалити систему забезпечення мікроклімату у великогабаритних корівниках каркасного типу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідної теми, яка виконувалась на кафедрі

гігієни тварин і харчових продуктів імені професора А.К. Скороходька: «Санітарно-гігієнічні заходи забезпечення здоров'я тварин у господарствах України різних форм власності», № держреєстрації 0116U001299 (2016–2024 рр.).

**Мета та завдання дослідження.** Мета дисертаційного дослідження – визначити адаптаційну здатність корів породи чорно-рябий голштин німецької селекції до кліматичних умов України в найбільш холодний період року на основі оцінки умов утримання, клінічних, гематологічних і метаболічних параметрів організму корів залежно від віку і молочної продуктивності.

Для досягнення поставленої мети було передбачено вирішення таких завдань:

- визначити параметри мікроклімату великогабаритного корівника каркасного типу за оптимальних температур атмосферного повітря;
- дослідити клініко-гематологічні та біохімічні показники корів за оптимального температурно-вологісного режиму корівника;
- оцінити параметри мікроклімату великогабаритного корівника каркасного типу в період мінімальних температур атмосферного повітря;
- з'ясувати вплив мінімальних температур зовнішнього середовища на температуру внутрішнього обладнання, кормів, води та огорожуючих конструкцій великогабаритного корівника каркасного типу;
- визначити температурну реакцію шкіри та поведінкову реакцію лактуючих корів за впливу короточасного холодового стресу;
- дослідити клініко-гематологічні та біохімічні показники крові корів залежно від віку та молочної продуктивності за короточасного холодового стресу.

*Об'єкт дослідження* – корови породи чорно-рябий голштин німецької селекції, великогабаритний корівник каркасного типу, внутрішнє обладнання, огорожуючі конструкції.

*Предмет дослідження* – параметри мікроклімату, поведінка, клінічний стан, гематологічні і біохімічні показники корів за холодowego стресу.

**Методи досліджень** – гігієнічні (параметри клімату і мікроклімату), клінічні (клінічний стан корів), біохімічні (біохімічні показники сироватки крові корів), гематологічні (еритроцити, лейкоцити, концентрація гемоглобіну, лейкограма крові), фізіологічні (поведінка) та статистичні (статистична обробка результатів досліджень).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше зроблено оцінку мікроклімату великогабаритного корівника каркасного типу, розрахованого на одночасне утримання 1000 голів великої рогатої худоби в період мінімальних температур навколишнього середовища.

Встановлено, що температура повітря в корівнику каркасного типу в період мінімальних температур залежить від температури атмосферного повітря і в нічний період доби опускається до мінусових позначок, що спричиняє замерзання корму і гною в гнойових каналах. У період мінімальних температур навколишнього середовища відбувається зниження температурно-вологісного індексу корівника нижче 38 одиниць, яке триває протягом 6 годин нічного періоду доби, і оцінюється як легкий короткочасний холодний стрес корів.

Виявлено пряму лінійну залежність концентрації аміаку у повітрі корівника каркасного типу від швидкості руху повітря та ефективності вентиляційної системи. Встановлено, що поведінка лактуючих корів суттєво не залежить від впливу короткочасного холодowego стресу. Температура шкіри грудної та тазової кінцівок, тулуба і шиї більшою мірою залежать від змін температури повітря на відміну від вим'я.

Доповнено і розширено дані щодо клінічного стану, гематологічних показників, кислотно-лужного балансу і метаболічного статусу високопродуктивних корів породи чорно-рябий голштин залежно від віку і молочної продуктивності за легкого холодowego стресу.

Отримані результати досліджень свідчать про відсутність суттєвого впливу короткочасного легкого холодового стресу на організм високопродуктивних корів і вказують на необхідність утеплення корівників каркасного типу для попередження замерзання кормів і екскрементів та накопичення аміаку у повітрі за рахунок удосконалення системи вентиляції.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати досліджень можуть бути основою для обґрунтування утеплення великогабаритних корівників каркасного типу з метою оптимізації параметрів мікроклімату в період мінімальних температур зовнішнього середовища.

Встановлено, що в період мінімальних температур навколишнього середовища найбільш критичним для корів є період доби з 0.00 до 6.00 години, коли у корівнику знижується температурно-вологісний індекс нижче 38 одиниць, що спричиняє охолодження температури корму, води, а також внутрішнього обладнання, підлоги боксів і гнойового каналу та замерзання кормів і гною на фоні підвищення вмісту аміаку в повітрі корівника понад 20 мг/м<sup>3</sup>.

Дія короткочасного холодового стресу на організм корів спричиняє зміни гематологічних показників, стану кислотно-лужної рівноваги крові і обміну речовин у тварин залежно від віку і молочної продуктивності, які не виходять за межі фізіологічних параметрів.

Отримані результати досліджень можуть бути основою для розробки заходів, направлених на адаптацію імпортованого поголів'я корів породи чорно-рябий голштин в умовах кліматичної зони України в найбільш холодний період року.

Результати досліджень свідчать про необхідність утеплення великогабаритних корівників каркасного типу, оптимізації температури корму і води для високопродуктивних лактуючих корів та удосконалення системи вентиляції в період мінімальних температур навколишнього середовища.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувач приймав участь в організації та виконанні експериментальних досліджень з визначення впливу параметрів

мікроклімату на клінічний стан, поведінку, гематологічні, біохімічні показники корів, температурні параметри внутрішнього обладнання, огороджуваних конструкцій великогабаритного корівника каркасного типу, кормів і води та статистичній обробці отриманих даних. Аналіз і обговорення результатів досліджень, формулювання висновків і пропозицій виробництву, а також підготовка матеріалів до публікації у наукових виданнях зроблені разом з науковим керівником.

**Апробація результатів дослідження дисертації.** Результати досліджень дисертаційної роботи були представлені на: 3RD International Conference „Smart Bio“, 2019, May; Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток ветеринарної медицини», 26 жовтня 2023 року, Білоцерківський НАУ, м. Біла Церква; VI International scientific and practical conference «The aspects of contemporary scientific research that encompass both theoretical and practical components» (January 10-12, 2024) Venice, Italy, International Scientific Unity; with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Innovative Development in the Global Science» (January 26-28, 2024; Boston, USA).

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 9 наукових праць з яких 4 статті у фахових виданнях України включених до міжнародних наукометричних баз даних і 1 стаття опублікована у міжнародному науковому виданні включеному до міжнародних наукометричних баз та 4 тези доповідей.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотацій, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, результатів досліджень, аналізу та узагальнення результатів досліджень, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації викладено на 144 сторінках, робота ілюстрована 27 таблицями і 8 рисунками. Список використаної літератури нараховує 164 джерела, з них 141 латиницею.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Особливості мікроклімату різних типів корівників

Відновлення чисельності поголів'я у молочному тваринництві України передбачає запровадження нових підходів до вирішення проблем у цій галузі. Виникла очевидна необхідність створення нових і реконструкції діючих молочних ферм, що передбачає забезпечення молокопереробних підприємств сировиною, а споживачів молочними продуктами. Це може бути досягнуто шляхом будівництва нових корівників каркасного типу, які досить швидко монтуються і вводяться в експлуатацію і здатні забезпечувати належні умови утримання для корів і відповідати вимогам щодо дотримання їх благополуччя [21, 22, 128]

Створювати сучасні молочні ферми можна двома способами: з використанням наявних тваринницьких приміщень, що нині через суттєве зменшення чисельності поголів'я великої рогатої худоби, не достатньо використовуються, а також будувати нові корівники [152]. Реалізація обох варіантів передбачає в своїй основі запровадження нової високоефективної ресурсоощадної технології, здатної забезпечувати виробництво молока належної якості та рентабельність виробництва.

Корівники каркасного типу обладнуються світловим гребенем і боковими шторами, які регулюють надходження повітря у приміщення. Об'ємно-планувальні рішення легкозбірних корівників дають можливість впроваджувати ресурсоощадну технологію виробництва, забезпечують комфортні умови утримання тварин, оптимальний мікроклімат. Встановлено, що у такі корівниках знижується вміст шкідливих газів, зокрема аміаку до 1,75 мг/м<sup>3</sup> проти 22 мг/м<sup>3</sup> у традиційних приміщеннях, сірководню – до 5,2 мг/м<sup>3</sup> проти 10 мг/м<sup>3</sup> [156, 159].

Такі типи корівників досить поширені у європейських країнах, де досить м'які кліматичні умови. В Україні вже теж збудовано кілька нових ферм, в основу приміщень яких покладено легкозбірні металеві конструкції. Що стосується кліматичних умов України, то вони дещо жорсткіші ніж у Європі. В зимовий період бувають зниження температури повітря до  $-20$ – $(-25^{\circ}\text{C})$  і навіть нижче. Хоч такі температури повітря спостерігаються не тривалий час, але вплив їх на тварин та внутрішнє обладнання приміщень суттєвий [19, 24].

Тому основним завданням, яке стоїть перед господарниками, є яким чином впроваджувати нові легкозбірні корівники і як забезпечити їх ефективне функціонування в умовах України [156].

З цією метою дослідниками проаналізовано динаміку температури повітря протягом трьох років поспіль у різні періоди року. Незважаючи на те, що для України не характерні тривалі періоди зниження температури повітря до  $-25^{\circ}\text{C}$ , зниження її нижче критичної для легкозбірних корівників може створювати низку проблем порівняно з типовими капітальними. Це відображається в зміні умов утримання тварин, впливу на них різних фізичних факторів, зокрема на фізіологічний стан, продуктивність корів та якість молока.

Встановлено, що параметри температурного режиму у легкозбірних корівниках під час мінусових температур зовнішнього середовища значно відрізняються порівняно з параметрами мікроклімату типових капітальних корівників [90]. Температура повітря легкозбірних корівників як правило може бути вищою лише на  $2$ – $3^{\circ}\text{C}$  ніж температура атмосферного повітря. Встановлено, що в нічний період температура атмосферного повітря може знижуватись до  $-23,3^{\circ}\text{C}$ , що сприяє зниженню її в корівнику до  $-20,5^{\circ}\text{C}$ . Це фактично свідчить про високі тепловтрати легкозбірних корівників.

У типових капітальних корівниках різниця між температурою з атмосферним повітрям може досягати значення від  $+4^{\circ}\text{C}$  вдень, до  $+10^{\circ}\text{C}$  в нічний період. Температура повітря в типовому корівнику становила  $+9^{\circ}\text{C}$ , тоді як температура атмосферного повітря досягала позначки термометра –

20°C [24]. Таким чином капітальні корівники для зони помірного клімату в холодний період року показують кращі теплозахисні характеристики.

Вважають, що для оптимізації параметрів мікроклімату необхідно здійснювати реконструкцію старих капітальних корівників, побудованих за типовими проектами [152].

Разом з тим необхідно відмітити і наявність суттєвої різниці в мікроклімату легкозбірних і типових корівників у теплий період року. Температура повітря в теплий період року в легкозбірному корівнику, особливо за максимальних температур атмосферного повітря, може бути була нижчою на 1–2°C протягом доби ніж температура повітря в типовому капітальному корівнику. Це обумовлено вищою швидкістю руху повітря в легкозбірному корівнику (0,038–0,60 м/с), що практично наближено до швидкості вітру (0,04–0,68 м/с) назовні [142].

Вентиляція у легкозбірних корівниках працює за рахунок природної тяги повітря, яка забезпечується рівнем регуляції бокових штор. Це може у легкозбірному корівнику забезпечити швидкість руху повітря на рівні 0,55 м/с, що відповідає нормативним параметрам. На відміну від цього в типових капітальних корівниках цей показник значно нижчий і він становить 0,16–0,27 м/с. Це часто є причиною накопичення шкідливих газів, вологи і мікроорганізмів у повітрі корівника. Вміст аміаку у повітрі легкозбірних корівників як у зимовий і літній періоди як правило у 2,5–4 рази нижчий, ніж у повітрі типового корівника, де його концентрація часто досягає і перевищує нормативні значення [21, 22, 157].

Дослідження поведінки корів свідчать про те, що умови їх утримання в легкозбірних корівниках у зимовий і в літній періоди більше задовольняють фізіологічні потреби тварин, ніж у типових капітальних корівниках [153]. Загальний час відпочинку корів протягом доби становить 14,1 год. (58,6% добового часу), що довше на 2,63 год., ніж у випадку, коли вони відпочивають у типовому капітальному корівнику. Відповідно до цього, тварини менше стоять на 1,3 год., що позитивно відображається на їх продуктивності [142].

При безприв'язному способі утримання у тварин з'являється новий елемент поведінки – рухова активність. Якщо корови за прив'язного утримання, майже не рухаються по корівнику, вони стоять чи лежать, то за безприв'язного способу утримання вони мають можливість переміщуватися протягом 1,2–1,3 год. протягом доби. Це є важливим фактором не лише з точки зору благополуччя тварин, але й з погляду поліпшення якості молока та збільшення терміну продуктивного використання корів [21, 22, 24].

Результати досліджень свідчать, що нові легкозбірні корівники забезпечують більш комфортні умови утримання тварин як у зимовий, так і в літній періоди [153]. Тому нині їх почали широко використовувати в молочному скотарстві України. Експлуатація таких приміщень є необхідною умовою впровадження ресурсоощадних технологій виробництва молока, які ґрунтуються на використанні сучасних спеціалізованих молочних порід тварин.

Значну роль при утриманні високопродуктивного поголів'я відводять системі вентиляції приміщень [71, 107, 130]. При проектуванні нових корівників, або реконструкції старих обов'язково враховують не тільки вентиляцію з природною тягою повітря, але й механічною, насамперед припливно-витяжну, розрахунок якої проводять з урахуванням ширини корівника, його висоти по коньку, куту нахилу даху, кількості корів у приміщенні та їх продуктивності. Ширину конька визначають залежно від співвідношення вищевказаних показників та інших розрахунків [48].

Відомо, що корови краще переносять холод, ніж високі температури, оскільки самі виробляють багато тепла [14]. Чим більша молочна продуктивність корови, тим більше тепла вона виробляє. Відомо, що найнебезпечнішими для корів є протяги у приміщенні. Відомо, що у країнах з сухим теплим кліматом дуже поширений холодний спосіб вирощування тварин. На таких фермах замість стін використовуються двошарові або одношарові штори, виготовлені із спеціальних високоміцних поліуретанових тканин [20].

Літній варіант штор, як правило є сітка, яка розсікає потоки повітря. Другий шар – це щільна штора в різних варіантах виконання і з різними коефіцієнтами проникнення світла і вітру. Часто встановлюється автоматичне управління шторами з температурним датчиком: у разі посилення вітру з будь-якого боку, штора піднімається автоматично без участі людини [157].

Для комфортного утримання тварин температура усередині будівель має бути близько  $+8^{\circ}\text{C}$ . Деякі дослідники вважають, що для досягнення оптимальних параметрів мікроклімату корівники каркасного типу необхідно утеплювати, особливого утеплення потребують штори, для яких використовують матеріали з низьким коефіцієнтом теплопровідності [21].

В деяких господарствах використовують два варіанти зимового утримання тварин. Дорослі тварини знаходяться в корівниках з бетонними або цегляними стінами, здатними утримувати тепло, телята – у приміщеннях із стінами практично без теплоізоляції, виконаних за західними технологіями. Взимку температура в телятнику всього на  $4,5^{\circ}\text{C}$  вище, ніж на вулиці, але від цього молодняк стає тільки здоровішим.

Взимку повітряне середовище в корівнику повинне оновлюватися до чотирьох разів на годину при подачі зовнішнього припливного повітря не менше  $15 \text{ м}^3/\text{г}$  на  $100 \text{ кг}$  маси корів. Влітку ефективним може бути навіть 40-60-кратний повітрообмін. Питання полягає в тому, як цього досягти. Механічна вентиляція дозволяє легко регулювати повітрообмін, але у неї висока енергоємність. Вентиляція з природною тягою традиційного типу з витяжними шахтами на даху не потребує електроенергії, проте влітку в корівниках із захисними конструкціями, без теплоізоляції або з мінімальною ізоляцією вона не діє [17].

Як показала практика, найкращих результатів досягають, коли конструкція холодної будівлі передбачає природне видалення повітря з приміщення через відкриту на всю довжину покрівлі будівлі щілину, а приплив свіжого повітря здійснюється через отвори в карнизі і широкі отвори в повздовжніх стінах. Показники повітряного середовища і здоров'я тварин не

погіршуються за таких умов, як це відбувається в корівниках з інженерними системами забезпечення мікроклімату заснованих на використанні електроенергії. Ефективність такої вентиляції залежить в першу чергу від тиску вітрового потоку на дах приміщення, і у меншій мірі - від різниці між температурою внутрішнього і зовнішнього повітря [17]. Ефект "димаря", на якому засновані традиційні системи вентиляції, діє тільки у безвітряні зимові дні: тепле вологе повітря піднімається вгору і зрештою знаходить вихід у відкритому коньку. Зазвичай на це припадає близько 10% вентиляції, оскільки у будівлях без теплоізоляції немає великої різниці між внутрішньою і зовнішньою температурою за винятком дуже холодних днів взимку у вітряну погоду тяга повітря у витяжному каналі дещо збільшується. Коли ж вітер обдуває відкриту щілину конька даху, в ній створюється розрідження, яке заповнюється теплим вологим повітрям з приміщення і видаляється назовні.

В приміщення ж надходить чисте повітря через припливні канали (отвори) під карнизом навітряної стіни. Якщо сила вітру велика, повітрообмін у приміщенні зростає завдяки тому, що на підвітряній стороні будівлі також утворюється зона негативного тиску (розрідження) і припливні отвори під карнизом з цього боку починають діяти як витяжні. Влітку вентиляція забезпечується за рахунок інтенсивного наскрізного провітрювання завдяки повністю відкритих отворів повздовжніх стін. Ці отвори закриті взимку регульованими по висоті повітронепроникними шторами, займають, як правило, від 1/3 до 1/2 поверхні повздовжньої стіни з кожного боку будівлі. Відкрита щілина конька даху влітку істотно не впливає на повітрообмін в приміщенні. При проектуванні і оцінці системи вентиляції важливо враховувати гігієнічні вимоги до утримання тварин. Корови відчувають себе комфортно в широкому діапазоні температур від +15 до -15<sup>0</sup>С, якщо місця для відпочинку захищені від вітру і опадів, зручні і сухі [116, 162].

Господарствам, які бажають заощадити на інвестиціях, корисний досвід роботи молочних ферм Канади і США. За даних кліматичних умов у приміщенні вентиляційно-світлову щілину не влаштовують, а

використовують щілину на коньку даху, як правило, залишають відкритою. Дощ або сніг потрапляють через щілину на кормовий прохід, та зате спрощується конструкція будівлі, здешевлюється її будівництво і експлуатація. Для регулювання просвіту отвору в морозні дні при необхідності використовують прості і недорогі пристрої на кшталт пластикової труби з полівінілхлориду, що легко піднімається за допомогою перекинутих через блоки тросів. Величина припливних отворів для зимової вентиляції залежить від розмірів відкритого конька: з кожного боку будівлі площа регульованих припливних отворів в стінах під карнизом має дорівнювати половині площі вентиляційної щілини в коньку даху. Належний нахил даху покращує перемішування повітря усередині будівлі і збільшує кратність повітрообміну. Типові корівники з прив'язним утриманням тварин мають висоту стін 3 м і нахил даху 1:4 (1 м підйому ската на 4 м ширини будівлі). Ці параметри можна вважати мінімально допустимими при реконструкції корівників під "холодне" утримання. Чим крутіше скат і вище коньок даху, тим ефективніше вентиляція у безвітряні зимові дні. Найкраще видалення повітря спостерігається при нахилі даху 1:3. Слід уникати дуже крутих дахів (з нахилом більше 1:2), оскільки припливне свіже повітря віддалятиметься, не досягнувши зони розташування тварин.

Ймовірно, найбільш серйозний недолік вентиляції з природною тягою – відсутність точного контролю повітряного потоку [19]. З практики відомо, що швидкість руху повітря в приміщеннях для утримання тварин зимою має бути від 0,2 до 0,5 м/с. Підвищення швидкості руху повітря сприяє утворенню протягів, які викликають переохолодження тварин. Перевищення швидкості руху повітря на 1 м/с викликає зниження температури повітря в приміщенні на 3–4°C для тварин з коротким волоссяним покривом. Для попередження протягів в холодну пору року влаштовують вітрозахисні заслони, які встановлюють у відкритій частині повздовжніх стін. Це може бути дерев'яна огорожа з щілинами між рейками в 2 см або спеціальні нейлонові сітки, які

розбивають вітер і знижують швидкість повітряного потоку, а також перешкоджають проникненню птахів у приміщення.

Влітку рух повітря в приміщенні знижує висока температура. Чим інтенсивніший рух повітря, тим більше тепла відводиться від тіла тварини. Отвори в стінах можуть бути повністю відкриті. Рух повітря в приміщенні до 3,8 м/с відчувається великою рогатою худобою як легкий вітерець, і тільки швидкість понад 5 м/с сприймається як протяг. Найкраща вентиляція відмічається при вітрі, спрямованому перпендикулярно поздовжній стіні корівника. Тому новий "холодний" корівник розміщують поздовжньою віссю перпендикулярно напрямку пануючих літом вітрів [163].

Усі перераховані компоненти системи природної вентиляції потрібні для забезпечення оптимального мікроклімату як в нових, так і в реконструйованих будівлях. виправити вентиляцію будівлі з природною тягою, якщо вона не функціонує належним чином, складно і дорого. Іноді єдине правильне рішення – замінити її вентиляцією з механічною тягою повітря.

## **1.2. Акліматизація великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності**

Зміна клімату на планеті особливо відчувається останніми десятиліттями, коли температурно-вологісний режим значної частини континентів змінився, що суттєво відображається на стані здоров'я продуктивних тварин, зокрема великої рогатої худоби [42].

Імпорт поголів'я нетелів і корів з одного боку дозволяє вирішити проблему виробництва молока належної якості і задовольнити ринок молочних продуктів, а з іншого – потребує детальної уваги до розробки заходів пом'якшення процесів акліматизації високопродуктивного поголів'я. Акліматизація описує зміну фенотипу, за допомогою якої тварини пристосовуються до впливу кількох факторів зовнішнього середовища і відноситься до одного стресора. Адаптація описує постійну зміну генотипу

популяції у відповідь на умови середовища [103]. Акліматизація включає ендокринні, клітинні та метаболічні реакції організму. Прикладами сезонної акліматизації є товщина волосяного покриву, відкладення жиру або підвищене споживання корму. При кліматичному стресі акліматизація займає кілька днів або тижнів і повністю досягається, коли температура тіла повертається до рівня попереднього напруження.

З переходом молочного скотарства на промислову основу виник ряд нових проблем, зв'язаних із відновленням чисельності високопродуктивних корів за рахунок імпортного поголів'я. Нові технології, змінюючи умови утримання різних вікових груп, потребують адаптаційної здатності тварин, яка не завжди встигає за функціональною перебудовою організму. Результатом чого являється систематичне виникнення стресових станів, які супроводжуються зниженням продуктивності, відтворної здатності і народженням слабкого приплоду [1, 144, 160].

Аналіз економічної ефективності і застосування різних способів утримання тварин при веденні молочного скотарства показав, що практично всі резерви покращення технологічних процесів прив'язного утримання на сьогодні вичерпано. У той же час при використанні на фермах безприв'язного способу дозволяє значно підвищувати продуктивність праці, що, в свою чергу, дає змогу знизити собівартість продукції і одночасно, покращити якість виробленого молока і молочних продуктів [154, 158].

Результати досліджень показують, що процес впровадження безприв'язного способу утримання в молочному скотарстві – це складний організаційно-зоотехнічний процес, так як він проходить на дуже високому фоні продуктивності. Проте разом із збільшенням продуктивності праці виникають ряд проблем, пов'язаних з лактаціями і відтворною здатністю тварин, особливо імпортної селекції [160]. Окрім подовження термінів використання корів до трьох років і більше, на фермах з безприв'язним утриманням у порівнянні з прив'язним погіршився роздій тварин з віком. Таким чином, освоєння технології безприв'язного утримання і доїння корів у

доїльних залах при збереженні високого рівня продуктивності можливе тільки при виконанні комплексу технологічних та ветеринарно-санітарних заходів [162].

Величина загальних затрат на виробництво молока багато в чому залежить від способу утримання корів. При чому саме висока продуктивність праці і є перевагою безприв'язного способу утримання молочної худоби перед прив'язним. Досягається це за рахунок великогрупового утримання тварин, застосуванні ефективних доїльних машин, повної механізації видалення гною.

Організм корови швидко реагує на всі відхилення від комфортних умов утримання: температуру та вологість повітря, тривалість сонячної інсоляції та відсутність моціону [98]. Всі ці фактори викликають у тварини стреси, що відразу призводить до зниження продуктивності поголів'я, яку важко повернути назад за короткий час, а також сприяє виникненню різноманітних захворювань. Як показує практика, основна кількість проблем зі здоров'ям високопродуктивних корів виникає протягом перших двох місяців після отелу, що призводить до порушення відтворювальної функції і, в свою чергу, до безпліддя [155].

Перехід тваринництва на промислову основу прискорив темпи виробництва продукції і сконцентрував на обмежених територіях велике поголів'я, що змінило характер взаємодії тварин з навколишнім середовищем [45].

Для імпортової великої рогатої худоби основними причинами виникнення захворювань являються транспортний, аліментарний і технологічний стреси [160]. Тривала дія стресових факторів призводить до незворотніх змін обміну речовин, порушенню адаптаційних механізмів і нерідко до захворювань тварин. Саме тому з метою прискорення адаптації тварин, зокрема високопродуктивних дійних голштинських корів, до негативних факторів в умовах ведення молочного скотарства на промисловій основі необхідно використовувати фармакологічні засоби.

Адаптаційна здатність тварин формується за наявності відповідних умов зовнішнього середовища, що детермінується на генетичному рівні [140]. Для високопродуктивних молочних корів здатність виробляти значну кількість продукції при збереженні репродуктивних якостей і здоров'я являється головною умовою пристосування. Молочні корови повинні бути адаптовані до виробництва великої кількості молока. Указані параметри оцінки різняться за станом латентного періоду, а також за ступенем вірогідності виправлення негативних наслідків, поганої пристосованості організму [28].

Перші сигнали про несприятливий стан адаптації корів породи Голштин отримують спостерігаючи за їх поведінкою, продуктивністю і клінічним станом, особливо за несприятливого температурного фактора [18, 27, 145, 147].

Коефіцієнт адаптації, розрахований методом порівняння отриманої продуктивності зі стандартом породи, свідчить про велику адаптивність молодняка, а також про вплив спадковості на витривалість тварин. Підвищена адаптивність голштинських корів до безприв'язного способу утримання пояснюється меншою мінливістю молочної продуктивності і більш старшим віком. Цей показник підтверджується і кращими відтворювальними якостями тварин. При прив'язному способі утримання вихід телят на сто корів становив 71,7%, тоді як при безприв'язному – 81,1%. Таким чином, адаптаційні можливості корів з високою молочною продуктивністю знаходяться під впливом спадковості, формуються в період онтогенезу і проявляються в більшій чи меншій ступені залежно від зовнішніх умов середовища [144].

Доцільно також контролювати поведінку корів за технологічними ознаками: кормовою (тривалість і кратність споживання корму та жуйки), комфортною (відпочинок корів лежачи та рухову активність), реакцією тварин під час виконання технологічних процесів (доїння, годівлі, прибирання гною) [5, 37, 160]. У корів-первісток важливо використовувати крім показників молочної продуктивності індекс нервової системи, встановлювати тип стресостійкості (стійкий, врівноважений і нестійкий).

Спостереження за поведінкою корів показали, що за прив'язного способу утримання вони витрачають в середньому 45,56% часу на стояння, 37,13% часу – на відпочинок лежачи, 16,13% часу – на споживання корму і 1,18% часу на пиття води. Процес жуйки у корів у середньому становить 4 години. За безприв'язно-боксового способу утримання корови протягом доби відпочивають лежачи близько 34,49% часу, на споживання кормосуміші – 13,91%, на рух по приміщенню, відпочинок у боксах та жуйку стоячи – 46,54% і на пиття води – 0,97% часу. Процес жуйки у корів змінюється протягом доби і залежить від споживання корму, він може тривати до 3,5 години [163, 164].

Останнім часом велике значення надається поведінці тварин, яка характеризує вплив різних факторів на експлуатаційні здатності та подальшу продуктивність не лише самої тварини, але і її потомків.

При формуванні груп тварин і застосування промислової технології виробництва продукції молочного скотарства, розраховану на високий рівень діяльності, виникає необхідність вивчення поведінки тварин з генетичної точки зору. Аналіз цих реакцій у тварин у ранньому віці показав, що вони можуть бути використані при прогнозуванні їх майбутньої продуктивності, що багато в чому визначається інтенсивністю росту і розвитку, з врахуванням їх породної приналежності, віку та індивідуальних особливостей. Ці дані показують необхідність повноцінної підготовки ремонтного молодняка, шляхом вивчення впливу як поведінкових так і факторів впливу мікроклімату на організм кожної конкретної тварини [147].

Виходячи з результатів досліджень, багатьма вченими зроблено висновок, що між агресивністю корів конкретної породи і дефіцитом тих чи інших сполук в організмі існує тісний зв'язок. Тварини мають на меті поповнити дефіцит будь-якими способами, створюючи собі комфортні умови годівлі та утримання. А корови, у яких дефіцит речовин менш помітний, порівняно рідше проявляють сутички і вступають в конфлікти. Нестача визначальних речовин в кормах зв'язана з більш інтенсивним їхнім використанням, що підтверджується високою продуктивністю молочних корів.

При існуючих технологічних умовах утримання корів слід враховувати вплив теперішніх і майбутніх стресів різної направленості, у тому числі температурного фактора, передбачаючи заходи щодо усуненню їх негативного впливу чи мінімізації [25, 55, 148]. У їх числі перед- і післяотельний періоди, які слід розглядати як важливіші фізіологічні цикли, що обумовлюють здоров'я, відтворні якості і наступне продуктивне використання корів [46].

Додатково негативним фактором, з точки зору фізіології годівлі, можна вважати збільшення частки концентратів в складі раціонів високопродуктивних молочних корів, що не виправдано насамперед негативними змінами, що проходять починаючи з передшлункового переварювання: закисленням вмістимого рубця, загибеллю корисної целюлозолітичної мікрофлори. Каскадні механізми ацидозів, пов'язані зі зміною рівня і співвідношення летких жирних кислот в сторону збільшення пропіонату, масляної кислоти, несуть, як правило, передкетозну направленість обміну речовин в організмі, призводячи до недостачі в структурах раціонів баластних грубих кормів. Отже, щоб оцінити вплив екстремальних факторів зовнішнього середовища на організм лактуючих корів необхідно насамперед узагальнити і класифікувати стресові фактори, які всебічно діють на тварин [50]. Головне значення при цьому має передусім спосіб утримання лактуючих корів, з характеристик якого і будуть впливати всі параметри технологічних процесів, які зумовлюють мікроклімат у приміщенні [59].

Також важливого значення надається параметрам типу будівель, де утримуються тварини, і матеріалів, з яких вони змонтовані. Тільки після цього можна підходити до вимірювань показників мікроклімату як у самих приміщеннях, так і поза ними [162].

Таким чином, узагальнивши матеріал щодо впливу гігієнічних показників на здоров'я і продуктивність тварин, видно, що дана тема має актуальність і потребує проведення подальших досліджень.

### **1.3. Вплив мікроклімату на клініко-гематологічні показники, метаболічний статус та поведінку великої рогатої худоби**

Серед фізичних факторів, що справляють найбільший вплив на здоров'я тварин є температура повітря. Показано, що різкі коливання температури повітря навколишнього середовища протягом доби проявляють більш сильну негативну дію, ніж постійно підвищена чи знижена температура. Зміни температури повітря в приміщеннях для тварин також впливають не тільки на фізіологічні функції організму, але й на перебіг окремих метаболічних процесів та адаптаційну здатність організму [146, 151].

Показано, що метаболічні процеси у тканинах жуйних тварин змінюється із зміною температури повітря. За низьких температур навколишнього середовища у тварин збільшується потреба в поживних речовинах, необхідних для підтримання стабільної температури тіла [36, 47].

Загальновідомо, що сільськогосподарські тварини більш пристосовані до низьких температур, ніж до високих. Так, при тривалій дії низької температури оточуючого повітря віддача тепла організмом тварин може настільки перевищувати його утворення, що веде до переохолодження і виникнення хвороб дихальної системи тварин. Так, зниження температури повітря у приміщенні з 12–14°C до 5–6°C протягом двох діб і утримання її на такому рівні протягом тижня викликало у телят зниження кількості фагоцитарних нейтрофілів на 41,4%, підвищення їх поглинальної здатності на 12,4% і зниження інтенсивності фагоцитозу на 38,2%, комплементарної та лізоцимної активності сироватки крові тварин на 18,2 та 18,7% відповідно. Зниження показників природної резистентності телят викликало масові респіраторні захворювання тварин. Різде зниження температури повітря у корівнику з 8–10°C до 2°C протягом двох діб викликало зниження кількості лімфоцитів на 13,4% та збільшення нейтрофілів на 43,6% у крові лактуючих корів. Одночасно знижувалась комплементарна активність сироватки крові на

46,6%, інтенсивність фагоцитозу та активність нейтрофілів на 53,4 і 41,2% відповідно [160].

Зниження температури повітря навколишнього середовища нижче критичної приводить у корів до підвищення обміну речовин на 2–3% на кожен градус зниження, а також до збільшення витрат кормів – на 15–50%. При цьому знижувались надії молока корів у середньому на 15–20%. Встановлено також, що масть корів суттєво впливає на їх терморегуляцію через альbedo. Так, альbedo для корів білої, червоної і чорної мастей становить 0,69, 0,16 і 0,04 відповідно відносно альbedo снігу – 0,85. Припускають, що корови червоної та чорної мастей мають приблизно в 2 рази вищі значення альbedo, ніж корови білої масті за найнижчих температур навколишнього середовища [108].

При тривалому утриманні тварин в умовах низьких температур оточуючого повітря у них знижується швидкість утворення антитіл, фагоцитарна активність лейкоцитів, рееструються ревматичні запалення м'язів, мастити, запальні процеси в шлунково-кишковому тракті та легеневі захворювання молодняку [90].

Для пом'якшення впливу низької температури повітря на організм телят рекомендують застосовувати біологічно активні добавки на основі дріжджів [11]. Негативний температурно-вологісний режим від -2 до -10°C і вологості 90% в телятнику приводить до пригнічення у крові телят фагоцитарної активності лейкоцитів на 7 – 11% не тільки в зимовий період, а й в інші періоди, коли прямого впливу на організм телят шкідливих факторів не спостерігалось. Поряд з цим, показано позитивну дію низької температури на фізіологічний стан і продуктивність корів та молодняку великої рогатої худоби [149]. Зниження температури повітря навколишнього середовища сприяло зменшенню частоти прояву кокцидіозів у телят і чисельності мікроорганізмів у повітрі телятників.

Встановлено, що як низькі температури повітря у приміщеннях для тварин, так і високі здатні викликати в організмі значні зсуви в обміні речовин

та перебудові пристосувальних механізмів [12, 13, 129]. Так, утримання сухостійних корів при високих температурах повітря (18–32<sup>0</sup>С) приводить до підвищення на 5% в їх організмі потреби в підтримуючій енергії. Потреба тварин в обмінній енергії зростає на 10% при підвищенні температури оточуючого повітря до 26–32<sup>0</sup>С [162]. Тому для усунення негативного впливу як високих, так і низьких температур на організм корів, особливо високопродуктивних рекомендують утеплення корівників [148].

Утримання телят у приміщеннях з оптимальною температурою повітря сприяє підвищенню частоти дихання, кисневого індексу та дихального коефіцієнта у тварин. У крові телят зростає вміст гемоглобіну, кількість лейкоцитів та еритроцитів. У цих тварин були зареєстровані високі показники вмісту загального білка і  $\gamma$ -глобулінів у плазмі крові, а також показники кислотно-лужної рівноваги, порівняно з телятами, яких вирощували в неопалюваних приміщеннях [143].

Оптимальний мікроклімат, який характеризується температурою 8–10<sup>0</sup>С і швидкістю руху повітря 0,5 м/с, так як і температурою 16–30<sup>0</sup>С і швидкістю руху повітря 1,0–2,0 м/с забезпечують нормалізацію фізіологічних процесів, підвищення природної резистентності та молочної продуктивності корів на 5,1%. Оптимальна температура повітря 17–15<sup>0</sup>С в приміщенні для молодняку великої рогатої худоби дозволила підвищити резистентність організму і знизити захворюваність на 22,6%, а відхід молодняку – на 19 %.

Оптимальні параметри зовнішнього середовища, які створюють комфортні умови утримання для великої рогатої худоби в кліматичній зоні України відносяться до перехідного періоду (весна і осінь) [20].

При дотриманні оптимальних показників мікроклімату приміщень шляхом використання локального обігріву телят, зареєстровано вищі на 16,2% прирости маси тіла, а збереженість поголів'я складала 98,3% в той час, як у контролі – 92,1%. Встановлена залежність між величиною відносної вологості повітря в приміщенні і фізіологічним станом корів. З підвищенням відносної

вологості повітря до 90–95% у корів зростає на 26–30% частота пульсу і дихання, знижується вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів та лейкоцитів.

При високій вологості повітря приміщень тіло тварин більше забруднюється каловими масами, що збільшує тепловіддачу і створює дискомфорт. Встановлено, що корови на вологій поверхні проводили найменшу кількість часу лежачи, а час їх відпочинку розподілявся наступним чином: на вологій підлозі – 21%, брудній – 57% і чистій – 64%. Загальний час лежання під час 5-денної експозиції на вологій поверхні становив  $4,6 \pm 1,04$  год, брудній –  $10,6 \pm 0,25$  год і чистій –  $11,7 \pm 0,25$  год за 24 години. Корови, які відпочивали на брудній поверхні підлоги були менш чистими порівняно з іншими групами [35, 109].

Низька швидкість руху повітря в приміщеннях (менше 0,2 м/с) в сукупності з високою температурою і вологістю викликають зниження бактерицидної активності сироватки крові та активності комплементу у телят. При цьому захворюваність тварин зростає на 10–17%, знижується приріст їх маси тіла.

Як недостатня, так і надмірна швидкість руху повітря в приміщеннях негативно впливають на організм тварин та їх продуктивність [29]. Так, висока швидкість руху повітря викликає значні тепловтрати у корів. Показано, що збитки від збільшення тепловтрат можуть складати від 0,2 до 1 л молока на добу, або 2–10% від річного надою.

Утримання телят у профілакторії обладнаному припливно-витяжною системою вентиляції з підігрівом повітря позитивно впливає на клінічні показники і резистентність організму. Температура тіла телят становила 37,8–38,2°C, частота пульсу – 60–64, дихання – 18–20 дихальних рухів за хвилину та вміст гемоглобіну в крові – 124 г/л, кількість еритроцитів – 9,1 млн/мм<sup>3</sup>, вміст загального білка сироватки крові – 71 г/л, лізоцимна активність сироватки крові становила 2,5%, бактерицидна активність сироватки крові – 25,4% [162, 163].

Дія вищевказаних фізичних факторів на організм сільськогосподарських тварин в значній мірі пов'язана з хімічним складом повітря приміщень [127]. Особливу увагу при цьому заслуговують різні гази, що негативно впливають на організм тварин.

Серед шкідливих газів, що накопичуються у тваринницьких приміщеннях, належної уваги заслуговує аміак [61]. Дія аміаку на організм сільськогосподарських тварин пов'язана із зниженням резистентності організму, що підвищує його чутливість до впливу різних хвороботворних факторів.

Показано, що аміак у концентрації 30 – 32 мг/м<sup>3</sup> повітря викликає подразнення слизових оболонок репродуктивних органів у корів і тим самим сприяє їх активному обміненню мікрофлорою, що приводить до розвитку ендометритів. Вважають, що висока концентрація аміаку в приміщенні пологового відділення є одним із факторів, що сприяє виникненню цього ускладнення у корів [92].

Утримання телят у приміщенні з високою концентрацією аміаку в повітрі приводить до зниження осмотичної стійкості еритроцитів. На основі одержаних результатів автори зробили висновок, що вплив аміаку пов'язаний із його негативною дією на верхні дихальні шляхи тварин. Таким чином, аміак, пошкоджуючи дихальні шляхи і порушуючи епітеліальний бар'єр, діє як суттєвий фактор в етіології і патогенезі пневмоній тварин. Крім того, висока концентрація аміаку в повітрі поза власним негативним впливом, підсилює також стрес від запиленості. При підвищенні концентрації аміаку в повітрі приміщення зростає на 30–60% кількість мікроорганізмів [161, 162].

Вдихання протягом тривалого часу повітря, яке містить навіть невелику кількість аміаку (10 мг/м<sup>3</sup>) приводить до зниження надоїв молока у молочних корів на 25–28%, а у молодняка – падіння приростів маси тіла [164].

Знизити рівень шкідливих газів, особливо аміаку, у повітрі тваринницьких приміщень можна шляхом застосування специфічних добавок до відходів (гною) чи залишків кормів. З цією метою рекомендовано

застосовувати цеоліти, гідрослюду, що містить сульфат алюмінію чи його хлорид та інші матеріали, що використовуються для підстилки тваринам.

Для зниження надходження аміаку в повітряне середовище тваринницьких приміщень пропонують також різні способи компостування та вермикультивування гною, а також біофільтри. Вважають, що рівень викидів аміаку у навколишнє середовище з екскрементами залежить від типу корму і породи великої рогатої худоби [26].

Додавання в корм тваринам ферментів, особливо  $\beta$ -глюканази, ксиланази чи фітази знижує виділення азотовмісних речовин з газами і забруднення атмосфери аміаком. Нанесення на поверхню підлог тваринницьких приміщень рефенілового ефіру діамідофосфорної кислоти, який є інгібітором уреаз, теж дає позитивний ефект. Запропонована кормова суміш для тварин, що містить натуральний лігнін. Зниження рівня аміаку в повітрі приміщень в даному випадку досягається за рахунок зниження чисельності бактерій у кишечнику тварин.

Вміст вуглекислого газу в повітрі тваринницьких приміщень свідчить про рівень повітрообміну [95]. Встановлена сезонна залежність накопичення вуглекислого газу в корівниках, яка свідчить, що в теплий період року у повітрі накопичується нижчий вміст вуглекислого газу ніж у зимовий, що також залежить від кількості тварин у приміщенні [43]. Підвищення вмісту вуглекислого газу в повітрі приміщення до 1% у тварин викликає зниження окисно-відновних процесів у тканинах, зменшення кількості еритроцитів у крові, ацидоз. Високий рівень вуглекислого газу в повітрі приміщень знижує тонус центральної нервової системи, резистентність організму, порушує обмін речовин, погіршує апетит, тварини худнуть. При цьому може знижуватись температура тіла і наступати коматозний стан.

Розглядаючи вплив вуглекислого газу, аміаку та сірководню на організм тварин, слід зазначити, що ці гази накопичуються, як правило, у тваринницьких приміщеннях одночасно, тому їх дію на організм тварин потрібно розглядати в комплексі [92]. Відомо, що навіть у концентраціях, що

не перевищують ГДК кожного із цих газів окремо, в сумі вони проявляють токсичну дію на тварин. Разом з тим відомо, що ідеального приміщення для утримання тварин в якому б не накопичувалися вуглекислий газ, аміак, сірководень та інші шкідливі гази, не може бути, оскільки його вартість і обладнання виявляться недоступні. Тому над розробкою шляхів зниження вмісту шкідливих газів у повітрі тваринницьких приміщень робота продовжується. За останніми даними, на сьогодні вже існує розроблена математична модель видалення з тваринницьких приміщень вуглекислого газу, аміаку та сірководню.

Рекомендують наступні ГДК шкідливих газів у повітрі тваринницьких приміщень, які складають для вуглекислого газу – 0,25%, аміаку – 20 мг/м<sup>3</sup>, сірководню – 10 мг/м<sup>3</sup> [150].

Відхилення параметрів мікроклімату у тваринницьких приміщеннях для корів від нормативних вимог часто є причиною зниження продуктивності, зокрема надоїв молока на 10–20%, приростів маси тіла – на 20–30%, збільшення загибелі молодняку до 5–40%, а також скорочення терміну продуктивного використання тварин на 15–20% [161].

#### **1.4. Вплив температурного стресу на організм великої рогатої худоби**

Тепловий стрес виникає, коли температура тіла тварини виходить за межі діапазону теплового комфорту, що створює а проблеми з віддачею тепла і, нарешті, призводить до напруження фізіологічних процесів та зміни поведінкових реакцій у тварин [15, 50, 74, 89, 97].

Такий стрес має негативний вплив на продуктивність і відтворну здатність сільськогосподарських тварин [16, 39, 100]. У високопродуктивних тварин вплив теплового стресу є особливо небезпечним через високу інтенсивність метаболічних реакцій у тканинах [72].

Проблеми з терморегуляцією зазвичай виникають при підвищенні температури повітря, що знижує споживання корму [38] і змінює фізіологію жуйних тварин [115]. За теплового стресу у жуйних тварин відбувається зниження виробництва ацетату, але збільшується утворення пропіонату і бутирату у передшлунках.

Крім того, це впливає на споживання корму [32, 64], змінює величину рН, мікробну активність рубця, рухливість тварин, тривалість жуйки, зменшує метаболічну теплопродукцію [9, 58, 125] і підвищує рівень інсуліну в крові [79].

Рівень дихання і потовиділення у великої рогатої худоби підвищується за підвищення ступеня теплового стресу. Респіраторний алкалоз виникає внаслідок зниження в крові концентрації вугільної кислоти. Тому для підтримки стабільної концентрації вугільної кислоти тваринам необхідно уникнути втрат бікарбонату з сечею. Порушення співвідношення балансу вугільної кислоти до гідрокарбонату в крові призводить до втрати бікарбонату з сечею [58]. Таким чином це призводить до субклінічного та гострого ацидозу рубця через хронічну гіпертермію і викликає важке або тривале пригнічення тварин.

Життєво важливою умовою для того, щоб тварини не піддавалися термічному стресу є стан і напруженість імунітету. У ситуаціях, коли температура навколишнього середовища різко змінюється, в організмі тварин відбувається імунна реакція, яка включає участь у цьому процесі лейкоцитів та еритроцитів. Причому, коли кліматичні умови змінюються, поширеність захворювань та їх спалахи серед тварин зростають одночасно. Цьому сприяють частота і кількість опадів, температура повітря, корму, води та інші фактори [42].

Температурні стреси, які характерні для окремих сезонів року, відображаються на гормональному статусі тварин, що в кінцевому підсумку впливає на якість сперми і відтворну здатність самців. Під час літнього сезону тепловий стрес знижує параметри якості сперми [12].

У тварин з високою молочною продуктивністю вища чутливість до температурного стресу. У лактуючих високопродуктивних молочних корів тепловий стрес знижує надої молока через зниження споживання корму та порушення обміну речовин [10, 133].

Через зменшення споживання корму молочною худобою відмічали зниження надоїв до 50% [13]. Наступне зниження надоїв молока відмічали в період лактації, яке було результатом теплового стресу протягом сухостійного періоду, протягом якого зменшилася інтенсивність проліферації клітин молочної залози [120]. Через це тепловий стрес здатний знижувати молочну продуктивність корів на 14% і 35% на початку і в середині лактації відповідно. На якість молока також може вплинути спека та вологість навколишнього середовища.

У літній сезон у високопродуктивних корів спостерігається зниження жирності молока і вмісту молочного білку [114]. Проте тепловий стрес не впливає на вміст лактози в молоці, але значно знижує виробництво молока, відсоток молочного жиру і відсоток білків.

Для можливого пом'якшення теплового стресу враховують нахил даху, висоту корівника та весь простір, відведений для тварин, з метою оптимізації. При цьому важливу роль відіграє ефективність роботи вентиляції. Один із способів подолати перешкоду природної циркуляції повітря – це оптимізація природної вентиляції [65].

Тварини, які не захищені від холоду, більш сприйнятливі до холодого стресу або переохолодження і є дві можливі умови для формування холодого стресу: природні та штучні. Важкі хвороби, травми, хронічні захворювання, а також загибель тварин пов'язані з проблемою регуляції температури тіла. Тваринам, які піддаються холодній погоді, потрібно більше енергії, щоб підтримувати свої енергетичні резерви та постійну температуру тіла. Збільшення споживання корму жуйними тваринами, зокрема великою рогатою худобою та буйволами є одним із способів компенсації тепловтрат

організму під час холодної погоди [4, 138]. Проте величина споживання корму може бути обмежена фізичною здатністю худоби.

Незважаючи на те, що висока молочна продуктивність пов'язана з високою теплопродукцією організм корови здатний підтримувати й уникати переохолодження. Втрати тепла тварини уникають завдяки добре розвиненому шерстному покриву.

Холодовий стрес спричиняє зниження відтворної здатності і продуктивності великої рогатої худоби, що відбувається на тлі підвищеної потреби у поживних речовинах. Найчастіше проблема холодового стресу великої рогатої худоби виникає на пасовищах і вільно-вигульному утриманні [4]. Холодовий стрес пов'язаний з такими факторами, як мікроклімат корівників: температура, відносна вологість і швидкість руху повітря. Сонячна радіація в незатінених місцях корівника може пом'якшити температурні відчуття тварин під час морозу. Через збільшення споживання корму в сезон холодового стресу у рубці великої рогатої худоби збільшується інтенсивність синтезу летких жирних кислот. Термонеїтральна зона (рівень комфорту) корів становить від  $-2$  до  $20^{\circ}\text{C}$ . Вона також залежить від інших факторів таких як вологість, швидкість руху повітря.

Основна мета у тваринництві – отримати максимальний приріст маси тіла і ефективне використання кормів та інших ресурсів. Основними факторами, які впливають на продуктивність тварин, є наявність поживних і біологічно активних речовин, доступність і засвоєння яких суттєво залежать від змін клімату і впливу факторів зовнішнього середовища таких як підвищення температури [51, 62, 121].

Відомо, що вільний доступ до кормів підвищує їх споживання і засвоюваність поживних речовин, однак за холодового стресу ці показники знижуються у великої рогатої худоби. Холодовий стрес може обмежити ріст тварин, коли недостатня доступність поживних речовин поєднується з підвищеною вартістю обслуговування. У телят виявлено залежить інтенсивності росту, стану здоров'я та майбутньої продуктивності під впливом

теплого стресу. Причому не виявлено різниці в інтенсивності телят, народжених від сухостійних корів, що перенесли тепловий стрес, і телят, народжених від корів, які в період сухостою перенесли холодний стрес, за винятком середньодобового приросту маси тіла перед відлученням, який нижчий у телят, отриманих від корів, що перенесли тепловий стрес, ніж у телят, отриманих від корів за холодного стресу [110].

Гіпотермія у великої рогатої худоби є результатом сильного холодного стресу. Під час застуди стрес викликає звуження кровоносних судин для збільшення вироблення тепла і зниження тепловтрат, що необхідно для підтримання стабільної температури тіла. Порушення здатності організму корів підтримувати стабільну температуру тіла в період сильного холодного стресу є одним з критичних аспектів гіпотермії. Розрізняють кілька стадій гіпотермії: легка (тремтіння, коли внутрішня температура досягає 35°C (95°F)), помірна (психічна дезорієнтація) і важка (спричиняє смерть).

Під час зимового періоду утримання, коли температури атмосферного повітря занадто низькі віддача тепла з організму переважає теплопродукцію, і це викликає порушення теплового балансу, викликаючи холодний стрес у тварини [132].

В основі впливу низької температури на організм тварин лежить активація периферичних рецепторів, які відповідають за відчуття холоду і тепла. В подальшому ці сигнали передаються через спинний мозок і виробляються два типи реакцій. В першу чергу відбувається рефлекторне звуження кровоносних судин, що сприяє зниженню тепловтрат. Додатковою реакцією організму є тремтіння, що збільшує утворення тепла у скелетних м'язах. Холодний стрес також здатний спричинити зміну рівня гормонів у тканинах, зокрема щитовидної, підшлункової залоз та наднирників [48, 80], які направлені на утворення або збереження тепла. Холодний стрес є однією з причин сповільнення росту та підвищення загибелі тварин, що призводить до значних економічних втрат для скотарства в усьому світі.

За інтенсивністю та тривалістю дії на організм холододовий стрес можна поділити на гострий і хронічний (тривалий) [66]. Відомо, що тривалий вплив навіть м'яких холодних умов у тварин може спричинити виникнення фізіологічної адаптації, яка включає збільшення утворення енергії, підвищення споживання кормів та інтенсивності метаболізму у тканинах, а також зміни функції системи травлення.

Існують численні моделі та індекси, які намагаються охарактеризувати вплив факторів середовища на комфорт тварин. Індекси тепла та холоду використовуються для коригування температури навколишнього середовища з урахуванням впливу відносної вологості або швидкості вітру або обох з метою отримання «відчутної» або видимої температури [84].

В основі адаптації продуктивних тварин, зокрема великої рогатої худоби до умов навколишнього середовища важливе місце займає забезпечення теплового комфорту, який значною мірою визначає реалізацію генетично обумовленого продуктивного і репродуктивного потенціалу [99, 113].

Здатність до акліматизації корів молочного напрямку продуктивності у навколишньому середовищі є ключовим фактором у пошуку кращої стратегії ведення тваринництва, оскільки тварини можуть реагувати по-різному залежно від особливостей кожного регіону. Таким чином, визначення впливу стресу, викликаного сезонними коливаннями в навколишньому середовищі, забезпечує відповідні коригування виробничих практик [117].

Холододовий стрес часто є причиною зниження інтенсивності росту та підвищення смертності, що призводить до значних економічних збитків у скотарстві усього світу [66]. За інтенсивністю та тривалістю дії на організм холододовий стрес поділяють на гострий і хронічний (тривалий) [141].

Нині в Україні гостро стоїть проблема відновлення і нарощування чисельності поголів'я великої рогатої худоби, особливо молочного напрямку продуктивності. Це можливо реалізувати за рахунок імпорту нетелів з країн Західної Європи, що передбачає їх адаптацію до кліматичної зони України, яка

характеризується значними перепадами температур в теплий і холодний сезони року [21, 22, 24].

Температура навколишнього середовища має найбільший вплив на організм тварин. Тому для кожного виду і статеві-вікової групи встановлені межі зони комфорту, які знаходяться в діапазоні температур, які забезпечують відносно стабільну і збалансовану роботу системи терморегуляції [44, 81].

У період зимового сезону утримання, коли температура атмосферного повітря опускається нижче нижньої межі зони теплового комфорту процеси віддачі тепла перевищують його утворення, що викликає холодний стрес у тварин. Причому більший вплив холодного стресу відмічають на організм бугайців за різних типів годівлі [40], а також корів низької вгодованості, які порівняно з тваринами вищої вгодованості, більше лежать намагаючись таким чином зменшити площу тепловіддачі тіла [124].

Доведено, що навіть тривалий вплив м'яких холодних умов у тварин сприяє розвитку адаптаційної реакції, яка включає збільшення теплоутворення, підвищення споживання кормів та інтенсивності метаболічних процесів у тканинах, що у свою чергу викликає зміни функції системи травлення [67]. Дослідження, проведені на телицях породи Санхе та породи голштин за впливу  $-25^{\circ}\text{C}$  протягом 1 години, показали, що останні більшою мірою проявляли метаболічну реакцію на холод, але обидві породи реагували на гострий холод, змінюючи метаболізм летких жирних кислот і глюкози.

Холодовий стрес також впливає на рівень гормонів щитовидної, підшлункової залоз та наднирників [48, 80], що зумовлює адаптаційні зміни і інтенсифікацію метаболічних механізмів, направлених на утворення або збереження тепла. Вважають, що підвищений рівень кортизолу в крові худоби свідчить про активацію системи імунного захисту у відповідь на критично низьку температуру навколишнього середовища.

Основною реакцією великої рогатої худоби на холодний стрес є кормова поведінка [88, 126]. Відповідно до розрахунку на кожне зниження температури

навколишнього середовища на 1 °С відбувається збільшення на 2,89 кДж/кг енергії, необхідної для підтримки гомеостазу [57]. Зазначається, що тривалий холодний стрес худоби призводить до збільшення споживання корму, але в цей час збільшується витрата енергії корму на утворення тепла. Одночасно відбувається пригнічення функції травлення, що спричиняє підвищене споживання сухої речовини корму, яке нездатне задовольнити теплоутворення, що призводить до зниження продуктивності і інтенсивності росту у м'ясної худоби.

Доведено також, що за холодного стресу змінюється інтенсивність синтезу летких жирних кислот у передшлунках жуйних, зокрема ацетату та пропіонату, які в основному використовуються на синтез глюкози через глюконеогенез [2, 3]. Таким чином значна частка летких жирних кислот спрямовується на покриття зростаючої енергетичної потреби організму.

Дослідження [91] також свідчать про фізіологічні, метаболічні та імунні зміни у великій рогатій худоби під дією холодного стресу, які направлені для підтримки гомеостазу, що призводить до зниження продуктивності тварин. При цьому зазначається, що діапазон зони теплового стресу для великої рогатій худоби за температурно-вологісним індексом визначено і експериментально підтверджено, тоді як діапазон холодного стресу ще не встановлено.

Споживання корму суттєво впливає на процеси терморегуляції і безпосередньо залежить від температури навколишнього середовища [94]. У дійних корів за температури повітря 25-26°C і вище 30°C споживання корму починає зменшуватися повільно і швидко відповідно.

Існує можливість уникнути холодного стресу, забезпечивши теплоізоляцію за рахунок використання підстилки для тварин. Щоб подолати проблему застуди і переохолодження худоби дуже важливо забезпечити захист від впливу вітру у період холодного сезону року. Вважають, що конструкцію та розташування загонів для худоби слід враховувати таким чином, щоб перешкоджати втратам тепла від панівних вітрів і тим самим не

допускати переохолодження тварин. Зменшити вплив холодового стресу у період відгодівлі тварин можливо за рахунок управління годівлею, доставки і роздачі кормів [65]. Крім того, стратегії годівлі, такі як збільшення енергії та білкова поживність раціону для підтримки високої ефективності роботи рубця є одним з основних правил запобігання негативного впливу теплового стресу.

Таким чином дослідження термічного стресу у великої рогатої худоби показують, що найбільш чутливими є корови молочного напрямку продуктивності з високими надоями, що потребує детального і поглибленого вивчення механізмів адаптації високопродуктивного поголів'я до різких перепадів температури навколишнього середовища і застосування економічно обґрунтованих стратегій і технологічних рішень щодо розробки і впровадження заходів пом'якшення температурного стресу у тварин.

### **1.5. Заключення з огляду літератури**

Аналіз результатів досліджень більшості вчених щодо впливу температурного стресу на організм великої рогатої худоби показав, що значна увага приділяється саме тепловому стресу, який пов'язаний з глобальним потеплінням клімату на всій планеті. При цьому важливе місце відводиться дослідженням, направленим на розробку заходів профілактики гіпертермії у високопродуктивних лактуючих корів.

Що стосується холодового стресу і його впливу на організм великої рогатої худоби, то більшість досліджень присвячена вивченню механізмів його розвитку у великої рогатої худоби м'ясного напрямку продуктивності, утримання яких не передбачає використання спеціальних приміщень чи корівників типового проектування. Більшість порід великої рогатої худоби м'ясного напрямку продуктивності утримують у відкритих загонах, а в зимовий період забезпечують додатковими кормовими ресурсами для забезпечення достатньої кількості енергії, необхідної для підтримання сталої температури тіла.

Корів молочного напрямку продуктивності утримують у корівниках, які забезпечують захист тварин від панівних вітрів, опадів і негоди, однак їх реакція на холодний стрес визначається породними, віковими і фізіологічними особливостями.

Одноставної точки зору вчених щодо впливу холодного стресу на організм лактуючих корів молочного напрямку продуктивності немає, оскільки існують породні і міжпородні схрещування худоби, які пристосовані для конкретних кліматичних зон з низькою температурою повітря в холодний період року.

Значна кількість досліджень свідчить про значний інтерес вчених і практиків щодо зниження економічних затрат і ресурсів для виробництва молока в умовах кліматичних змін, однак вони не завжди дають вичерпну відповідь щодо адаптаційної здатності високопродуктивних лактуючих корів під час акліматизації імпортованого поголів'я.

Існують також ряд питань виробничого і наукового характеру щодо утримання, годівлі, напування високопродуктивних корів молочного напрямку продуктивності, а також експлуатації великогабаритних корівників каркасного типу, які необхідно вирішити під час різких перепадів температур, особливо в зимовий період, характерний для України.

Тому гігієнічна оцінка мікроклімату корівників, дослідження показників клінічного стану, кислотно-лужної рівноваги, метаболічного статусу, поведінки і температурної реакції тіла лактуючих корів залежно від молочної продуктивності і віку дасть можливість розробити рекомендації щодо оптимізації умов утримання і продовження терміну експлуатації високопродуктивного поголів'я.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Схеми та умови проведення досліджень

Дослідження за темою дисертаційної роботи проведено з дотриманням вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для наукових експериментів або в інших наукових цілях від 1986 р., а також Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 21.02.2006 р. № 3447-IV в редакції від 04.08.2017 р.

В першій серії досліджень, яку було проведено на базі ТОВ «Українська молочна компанія» Київської області в жовтні 2020 року, вивчали клінічні, гематологічні показники та метаболічний статус корів, за оптимальних температур атмосферного повітря, коли середньодобова температура не опускалась нижче 5°C. Загальна схема досліджень наведена на рис. 2.1.

Метою дослідження було встановити клінічні показники, метаболічного статусу, стану кислотно-лужної рівноваги крові лактуючих і сухостійних корів, за інтенсивної технології виробництва молока в період оптимальних температур зовнішнього середовища.

Для цього було відібрано за принципом аналогів по 10 голів корів сухостійного періоду (за 35-40 днів до отелу) та 10 лактуючих корів з продуктивністю 25-30 кг молока на добу.

У тварин до вранішньої годівлі з хвостової вени були відібрані проби крові та проведено визначення гематологічних показників, стану кислотно-лужної рівноваги крові, метаболічного статусу.

Умови утримання тварин різних статево-вікових груп відповідали вимогам, які регламентуються чинними ВНТП-АПК-01.05 Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) [150]. Годівлю тварин здійснювали за спеціальним раціоном і вони мали вільний доступ до корму та води протягом доби.

Визначення фізичних властивостей атмосферного повітря та повітря корівника проводили щодобово з інтервалом 3 години: о 9.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00, 24.00 та 3.00. У корівнику дослідження температури та відносної вологості проводили в трьох точках: у торцях (північному і південному) та центрі на рівні середньої лінії тулуба корів.

У **другій серії** досліджень вивчали мікроклімат, поведінку, метаболічний статус високопродуктивних лактуючих корів породи чорно-рябий голштин середньою живою масою 550-600 кг за дії мінімальних температур повітря. Дослід проведено на базі ТОВ «Українська молочна компанія» у період з 17 лютого по 1 березня 2021 року.

Метою досліду було встановити клінічні показники, метаболічного статусу, стану кислотно-лужної рівноваги крові лактуючих корів залежно від віку і молочної продуктивності за інтенсивної технології виробництва молока в період мінімальних температур зовнішнього середовища.

Для цього було сформовано 6 груп корів по 12 голів у кожній, в які входили корови першої, другої та третьої лактацій згідно схеми, наведеної в табл. 2.1.

**Таблиця 2.1**

**Схема розподілу лактуючих корів на групи для дослідження дії короткочасного холодового стресу, n=12**

Корови					
I лактація		II лактація		III лактація	
Середньодобовий надій, кг					
20-25	35-40	20-25	35-40	20-25	35-40
Утримання корів у секціях корівника розрахованих на 250 голів у кожній					

Після досягнення 10-добового мінімуму температури атмосферного повітря нижче -15 °С вранці до годівлі у корів всіх груп були відібрані проби

крові із хвостової вени у шприци на 5 мл з ліофілізованим гепарином для аналізу.

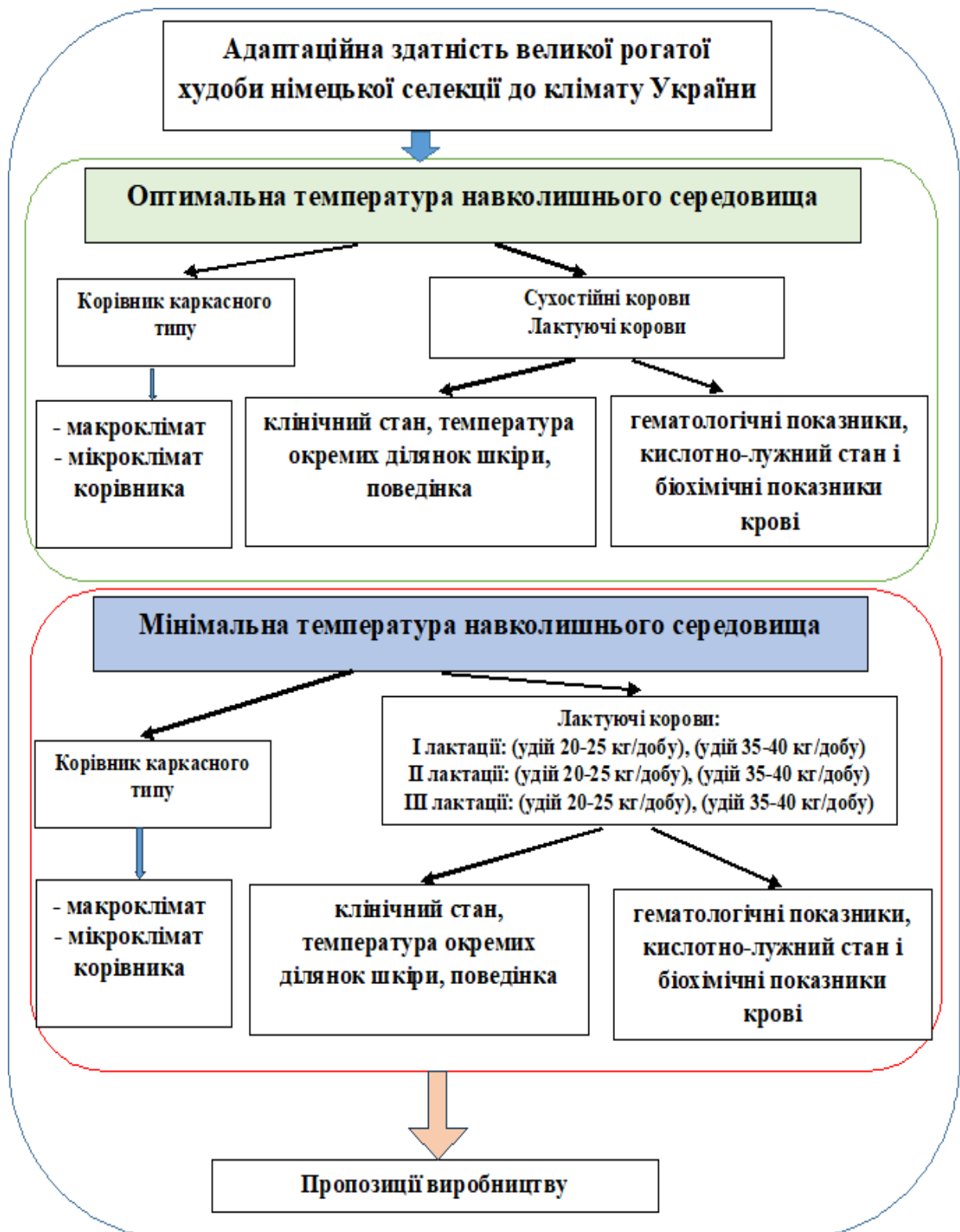


Рис. 2.1. – Загальна схема досліджень

Корів утримували у корівнику каркасного типу з металевих конструкцій, розрахованого на одночасне утримання 1000 корів, який поділений на 4 секції по 250 голів кожна з використанням принципу вільного доступу тварин до корму та води з наданням відпочинку у боксах (рис 2.2.).



Рис. 2.2. – Корівник каркасного типу для утримання високопродуктивних корів.

Дослідження проведені в приміщенні побудованого з металевих конструкцій розмірами: довжина – 310 м, ширина – 38 м, висота – 11 м. Дах корівника утеплений термоізоляційними плитами.

Система вентиляції приміщення забезпечується за рахунок неорганізованого притоку повітря через бокові штори, витяжка відбувається через витяжні канали (42 штуки) розміщені на коньку даху.

Система утримання корів цілорічна стійлова, спосіб утримання – безприв'язно-боксовий. Доїння корів триразове, забезпечується в доїльному залі, обладнаному доїльною установкою типу «Паралель» (DeLaval), розрахованій на одночасне доїння 50 корів.

Гноєвидалення з корівника механічне з використанням трактора з бульдозерною навіскою. Рідку фракцію гною перекачують в резервуар-накопичувачі з наступною переробкою на біогазовій установці. Видалення гною з корівника відбувається після звільнення секцій корівника від тварин, які переходять у доїльний зал на доїння.

Приміщення має два гнойові канали та три ряди боксів для відпочинку тварин з двох сторін приміщення і кормовий стіл. Напування тварин здійснюється з групових поїлок.

Визначення фізичних властивостей атмосферного повітря та повітря корівника проводили щодобово з інтервалом 3 години: о 9.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00, 24.00 та 3.00. У корівнику дослідження температури та відносної вологості проводили в трьох точках: у торцях (північному і південному) та центрі на рівні середньої лінії тулуба корів.

Під час проведення досліду вивчали динаміку показників мікроклімату, стан внутрішнього обладнання та встановлювали взаємозв'язок зовнішніх факторів з мікрокліматом приміщення.

Система утримання корів безвигульна, спосіб утримання – безприв'язно-боксовий. Годівля тварин цілорічна однотипна, яка здійснюється високоенергетичними кормовими сумішами з кормового стола.

Визначення фізичних властивостей атмосферного повітря проводили протягом двох діб підряд в найбільш холодний період 17-18 лютого.

При цьому визначали температуру поверхні огорожуючи конструкцій приміщення та корму і води, а саме кормового столу, гнойового каналу, внутрішнього обладнання та лігва (бокса).

В досліді реєстрували поведінку лактуючих корів кожні 3 години одночасно з визначенням параметрів мікроклімату.

## 2.2. Методи досліджень

**2.2.1. Визначення параметрів мікроклімату корівника.** Температуру огороджуваних конструкцій, підлоги в стійлі, гнойовому проході, в області кормового стола досліджували безконтактним ІЧ-термометром «TermoSpot Laserliner» (Німеччина).

Вологість в приміщенні досліджували портативним термогігрометром, швидкість руху повітря – за допомогою чашкового анемометра та кулькового кататермометра, концентрацію аміаку – універсальним газовим аналізатором УГ-2 [19].

Температуру і відносну вологість повітря визначали за допомогою електронного вимірювача погоди Kestrel 3000 (США).

Температурно-вологісний індекс корівника розраховували за формулою 2.1:

$$ТНІ = 0,8 \times АТ + (RH (\%)/100) \times [(АТ - 14,4) + 46,4] [83], (2.1), \text{ де:}$$

ТНІ – температурно-вологісний індекс, од.;

АТ – температура повітря, °С;

RH – відносна вологість повітря, %.

### 2.2.2. Дослідження клінічних та гематологічних показників корів.

**Температуру тіла** тварин визначали за допомогою ветеринарного ртутного термометра у прямій кишці, температуру шкіри – за допомогою безконтактного інфрачервоного термометра «Termospot», а частоту дихання – методом аускультатії [33].

Температуру шкіри голови визначали в ділянці лобної кістки, шиї – в середній третині, грудної кінцівки – в ділянці лопатки, тазової кінцівки – в ділянці середньої третини стегнової кістки, та вим'я – в ділянці окремих часток вимірювали безконтактним ІЧ-термометром «Laserliner» (Німеччина).

Концентрацію **гемоглобіну** в крові досліджували гемоглобінціангідриновим методом. Принцип методу ґрунтується на тому, що

гемоглобін у присутності окиснювача (заліzosинеродистого калію та бікарбонату натрію) і ціанід аніонів утворює у водному розчині гемоглобінціанід, забарвлення якого пропорційне вмісту гемоглобіну в пробі. Інтенсивність забарвлення розчину визначали фотометрично. Розрахунок вмісту гемоглобіну в крові проводили за допомогою калібрувального графіка, побудованого з використанням стандартного розчину гемоглобіну.

Кількість **лейкоцитів** та **еритроцитів** у крові тварин підраховували в камері Горяєва [33]. Лейкограму крові піддослідних тварин контролювали загальноприйнятими в клінічній практиці методами

### **2.2.3. Дослідження показників кислотно-лужного стану крові корів.**

Показники кислотно-лужного стану крові (рН, буферні основи, зсув буферних основ, бікарбонати,  $pCO_2$  та загальну вуглекислоту) досліджували за допомогою мікроаналізатора «Radelkis-OP-210P» (Угорщина).

**2.2.4. Визначення метаболічного статусу тварин.** У плазмі крові корів визначали концентрацію глюкози, загального білку, сечовини, загальних ліпідів, холестеролу, кальцію, фосфору неорганічного, а також активність АЛАТ, АсАТ,  $\alpha$ -амілази, лужної фосфатази, гамма-глутамілтранспептидази з використанням наборів реактивів фірми Pointe Scientific Inc. (США) та напівавтоматичного аналізатора Pointe 180 (Польща).

Концентрацію **глюкози** в крові тварин визначали глюкозооксидазним методом. Принцип методу полягає в здатності продуктів окиснення глюкози вступати в реакцію з фенолом та 4-амінофеназоном з утворенням хіноніміну червоно-фіолетового кольору, інтенсивність забарвлення якого пропорційна концентрації глюкози.

Вміст **загального білка** визначали за допомогою біуретового реактиву. В основу методу покладена властивість білків реагувати в лужному середовищі з сірчаною кислотою міддю з утворенням сполук фіолетового кольору.

Концентрацію **сечовини** визначали за реакцією з діацетилмонооксимом. Принцип методу ґрунтується на здатності сечовини утворювати з діацетилмонооксимом в присутності іонів  $Fe^{3+}$  і тіосемікарбазиду комплексну сполуку червоного кольору, інтенсивність забарвлення якої пропорційна концентрації сечовини в пробі.

Концентрацію **загальних ліпідів** у плазмі крові дослідних тварин визначали за методом принцип якого полягає у здатності ліпідів, жирних кислот та фосфоліпідів після гідролізу сірчаною кислотою, взаємодіяти з фосфованіліновим реактивом з утворенням сполуки червоного кольору.

Концентрацію **холестеролу** у плазмі крові дослідних тварин визначали методом, принцип методу засновано на здатності холестерину взаємодіяти з ацетангідридом і сірчаною кислотою з утворенням сполуки зеленого кольору різної інтенсивності.

Вміст **кальцію** у плазмі крові тварин визначали за методом принцип методу ґрунтується на здатності іонів кальцію в лужному середовищі вступати в реакцію з о-крезолфталеїновим комплексом, в результаті чого утворюється сполука фіолетового кольору.

Вміст **фосфору** у плазмі крові тварин визначали за методом в основу якого покладена здатність неорганічного фосфору утворювати з молібденовою кислотою в кислому середовищі фосфомолібденову кислоту, яка в присутності  $Fe^{2+}$  відновлюється у молібденову синьку.

Активність аланінамінотрансферази (**АлАТ**) і аспартатамінотрансферази (**АсАТ**) в плазмі крові визначали за інтенсивністю забарвлення розчину гідразону пірвіноградної кислоти, який утворюється в результаті реакції.

Активність  **$\alpha$ -амілази** визначали за здатністю фермента гідролізувати крохмаль до простих сполук, які не дають кольорової реакції з йодом. Зміна інтенсивності забарвлення йод-крохмального комплексу пропорційна активності ферменту в пробі.

Активність лужної фосфатази (**ЛФ**) в плазмі крові визначали за здатністю лужної фосфатази розщеплювати фенілфосфат з утворенням фосфату та

фенолу. Останній реагує з 4-амінофеназином в присутності окисника – періодату натрію з утворенням забарвленого хіноніміну.

Для визначення активності гамма-глутамілтранспептидази (ГГТ) використовували метод, в основі якого лежить здатність ГГТ каталізувати реакцію переносу L- $\gamma$ -глутамінового залишку з хромогенного субстрату на гліцил-гліцин з утворенням п-нітроаніліну, оптичну густину якого визначали фотометрично.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали з використанням програми ANOVA з використанням кореляційного і регресійного аналізу.

Дані в таблицях подано у вигляді  $\bar{x} \pm SD$  (середнє  $\pm$  стандартне відхилення). Різницю між групами вважали вірогідною з використанням тесту Tukey при  $p \leq 0,05$ .

### РОЗДІЛ 3

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

**3.1. Параметри мікроклімату та клініко-гематологічні показники і обмін речовин у високопродуктивних корів за оптимальних температур повітря**

**3.1.1. Параметри мікроклімату корівника для утримання корів у період оптимальних температур навколишнього середовища.** Визначення параметрів фізичного стану атмосферного повітря в період оптимальних температур, зокрема весною показало, що температура і відносна вологість повітря знаходилися в діапазоні, характерному для зони комфорту великої рогатої худоби (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1**

**Показники фізичного стану атмосферного повітря в період оптимальних температур,  $\bar{x} \pm SD$ , n=3**

Час доби, год.	Показник	
	температура, °C	відносна вологість, %
9	7,2±1,2	49,3±2,6
12	10,2±0,9	39,4±1,9
15	9,4±1,6	36,8±2,2
18	10,9±1,4	52,8±4,1
21	7,5±0,8	51,3±1,9
24	5,6±0,4	48,3±0,9
3	4,4±0,6	50,4±0,3
6	4,3±0,2	47,3±1,4

Добові коливання температури атмосферного повітря залежали від часу доби, а саме в денний період температура підвищувалась, а після заходу сонця – знижувалась, що обумовило більш інтенсивне нагрівання повітря в денний період та охолодження в нічний час.

Добова динаміка відносної вологості атмосферного повітря в період ясної погоди суттєво не змінювалась і коливалась в незначних межах.

Добові коливання температури та відносної вологості повітря корівника для утримання високопродуктивних корів свідчать, що вони перебували в діапазоні оптимальних значень (табл. 3.2, 3.3).

**Таблиця 3.2**

**Температура повітря корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в період оптимальних температур, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=9**

Час доби, год.	Період дослідження	
	1-доба	2-доба
9	8,91±0,14	6,33±0,26
12	11,39±0,26	10,09±0,45
15	11,26±0,08	11,14±0,15
18	11,66±0,26	10,51±0,25
21	9,99±0,52	10,22±0,14
24	8,36±0,38	9,44±0,25
3	6,58±0,15	6,48±0,06
6	5,31±0,30	6,99±0,11

Відмічені добові коливання температури повітря в корівнику значною мірою залежали від коливань температури атмосферного повітря. Що стосується коливань відносної вологості повітря, то її значення у повітрі корівника певною мірою визначались погодними умовами і станом атмосфери. Як встановлено, в період досліджень була ясна і суха погода, без опадів і поривів вітру.

Вищий рівень відносної вологості повітря в корівнику виявлено у ранковий час, який припадав на 9 годину, після чого він знижувався, що пов'язано з виконанням технологічних операцій і надходженням у приміщення значної кількості неорганізованого притоку атмосферного повітря. Добові коливання відносної вологості повітря корівника не виходили за верхню межу нормативного показника, якій становить не більше 80%.

В цілому аналіз динаміки відносної вологості повітря в корівнику свідчить про своєчасне видалення джерел водяної пари з приміщення та ефективну роботу вентиляційної системи у перехідний період року. Це підтверджують дані динаміки швидкості руху повітря в корівнику у період досліджень (табл. 3.4). Як видно з даної таблиці в денний період часу в корівнику спостерігалась достатньо висока швидкість руху повітря, особливо у період з 18.00 до 21.00, що забезпечувало надійну вентиляцію приміщень.

**Таблиця 3.3**

**Відносна вологість повітря корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в період оптимальних температур, %,  $\bar{x} \pm SD$ , n=9**

Показник	Період дослідження	
	1-доба	2-доба
9	71,83±0,34	64,78±0,52
12	46,00±1,62	36,44±0,44
15	48,00±0,53	36,22±0,29
18	53,56±0,92	36,33±0,94
21	56,89±1,26	38,67±0,75
24	61,89±1,41	44,00±1,15
3	62,44±0,47	61,00±0,43
6	66,11±0,84	43,89±1,49

Разом з тим для об'єктивної оцінки температурно-вологісного режиму корівника необхідні розрахунки температурно-вологісного індексу.

Як видно з даних добової динаміки температурно-вологісний індекс повітря корівника у перехідний період року, на який припадає осінь, перебував у межах зони комфорту для корів (рис. 3.1).

Не зважаючи на коливання температури і відносної вологості повітря в корівнику температурно-вологісний індекс не перевищував 68 одиниць – верхню зону теплового комфорту і не знижувався нижче 38 одиниць – нижню зону теплового комфорту.

**Таблиця 3.4**

**Швидкість руху повітря в корівнику для утримання високопродуктивних лактуючих корів в період оптимальних температур, м/с,  $\bar{x} \pm SD$ , n=9**

Час доби, год.	Період дослідження	
	1-доба	2-доба
9	0,45±0,09	0,21±0,02
12	0,41±0,07	0,33±0,12
15	0,38±0,05	0,29±0,05
18	1,76±0,29	1,41±0,18
21	1,23±0,09	1,17±0,13
24	0,50±0,04	0,41±0,02
3	0,33±0,06	0,41±0,10
6	0,21±0,03	0,23±0,08

Таким чином можна вважати, що в цей період високопродуктивні лактуючі корови не відчували температурного стресу і перебували в зоні комфорту.

Що стосується вмісту у повітрі корівника шкідливих газів, то аналіз показав наявність аміаку, який переважну частину добового періоду не

перевищував ГДК для корів, а в окремі періоди, зокрема з 21.00 до 24.00 години досягав верхньої межі ГДК, що пов'язано зі зниженням інтенсивності технологічних процесів у корівнику, зменшенні неорганізованого надходження вентиляційного повітря і накопиченні аміаку.



Рис. 3.1. Добова динаміка температурно-вологісного індексу повітря корівника за оптимальних температур,  $x \pm SD$ ,  $n=9$

Найнижчий вміст аміаку у повітрі великогабаритного корівника виявляли в період з 6.00 до 18.00 години, коли відбувається більшість технологічних процесів, зокрема видалення гною з приміщення як основного джерела цього газу. Цей період також припадає на денну частину доби, коли температура атмосферного повітря підвищується, що дозволяє відкривати бічні штори у корівнику і таким чином забезпечувати достатній приток вентиляційного повітря не ризикуючи знизити температуру повітря нижче зони комфорту для корів.

Таблиця 3.5

**Вміст аміаку в повітрі корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в період оптимальних температур, мг/м<sup>3</sup>,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період дослідження	
	1-доба	2-доба
9	8,67±3,34	7,33±1,47
12	11,67±4,60	10,33±4,81
15	4,33±2,27	9,67±1,78
18	9,67±1,77	6,33±2,94
21	21,00±7,18	8,67±2,04
24	19,67±6,10	12,33±6,57
3	18,00±5,34	13,38±2,80
6	9,67±2,48	8,31±0,09

Таким чином, можна зробити висновок про те, що в осінній період, зокрема у жовтні у великогабаритному корівнику каркасного типу для утримання лактуючих корів забезпечуються належні умови утримання і параметри мікроклімату для корів.

**3.1.2. Клініко-гематологічні показники і обмін речовин у корів за оптимальних температур повітря.** Проведеними дослідженнями встановлено, що лактуючі та сухостійні корови, за клінічними показниками, визначеними в оптимальний за показниками мікроклімату період в умовах інтенсивної технології виробництва молока за безприв'язного утримання в приміщенні, обладнаному боксами та кормовим столом, не відрізнялись від нормативних значень щодо температури тіла та величини пульсу (табл. 3.6).

Отримані дані свідчать про те, що корови знаходились в умовах, які відповідали їх виду, віку та фізіологічному стану і були здоровими.

Таблиця 3.6

Клінічні показники корів за оптимальних умов утримання,  $x \pm SD$ ,  $n=5$

Групи тварин	Показник	
	температура тіла, °C	пульс, уд./хв
Корови лактуючі	38,32±0,17	61,11±2,38
Корови сухостійні	38,43±0,20	65,29±3,04

Крім ректальної температури тіла для більш детального аналізу адаптаційної здатності високопродуктивних корів до умов навколишнього середовища було проведено дослідження температури шкіри різних частин тіла високопродуктивних корів.

Як видно з даних досліджень, найнижчу температуру мала шкіра в ділянці грудної кінцівки корів, дещо вищу температуру мала шкіра в ділянці тазової кінцівки і голови (рис. 3.2).

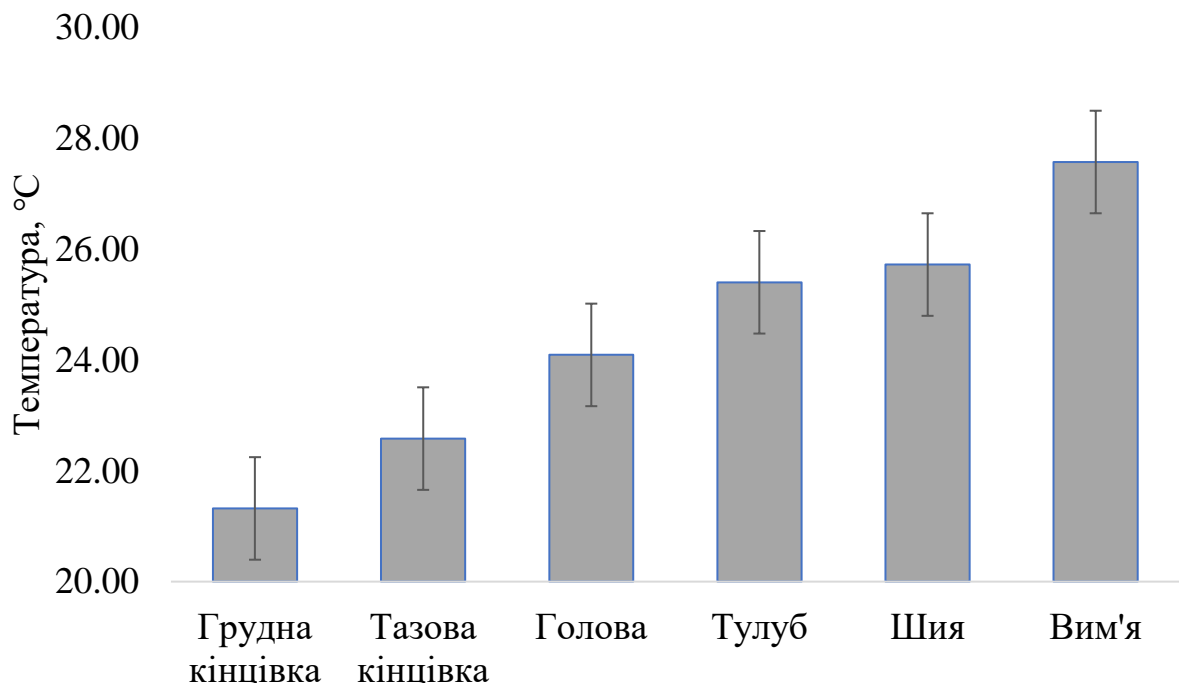


Рис. 3.2. Температура шкіри лактуючих корів за оптимальних температур повітря,  $x \pm SD$ ,  $n=18$

Шкіра тулуба і шиї за температурою практично не відрізнялись, а найвищу температуру мала шкіра вимені корів, що пов'язано з його високим функціональним навантаженням і кровопостачанням.

Особливе значення при оцінці клінічного стану тварин відводять гематологічним показникам. Дослідження вмісту гемоглобіну та кількості еритроцитів і лейкоцитів у крові корів за оптимальних значень параметрів мікроклімату показало, що останні знаходилися в межах фізіологічних коливань, але вміст гемоглобіну в крові сухостійних корів був на 26,8% вищим ніж у лактуючих (табл. 3.7).

**Таблиця 3.7**

**Морфологічні показники крові корів за оптимальних температур повітря,  $\bar{x} \pm SD$ , n=5**

Показник		Група корів		
		лактуючі	сухостійні	
Еритроцити, Т/л		6,32±0,21	4,02±0,16	
Гемоглобін, г/л		99,00±2,35	135,20±5,02*	
Лейкоцити, Г/л		9,06±0,66	9,40±0,58	
Лейкограма, %	Базофіли	-	-	
	Еозинофіли	0-1	0-4	
	Нейтрофіли	паличкоядерні	0-2	0
		сегментоядерні	35,45±2,52	33,25±6,85
	Лімфоцити	55,81±3,93	58,00±7,96	
	Моноцити	8,20±3,01	6,75±1,44	

Примітка: \* -  $p < 0,05$  порівняно з лактуючими коровами.

Не виявлено також різниці у лактуючих і сухостійних корів за показниками лейкограми крові, незважаючи на те, що вони мали різний фізіологічний стан. Так, кількість еозинофілів, паличкоядерних і

сегментоядерних нейтрофілів, лімфоцитів та моноцитів у крові корів обох груп знаходилось в межах фізіологічних параметрів, що свідчить про належні умови їх утримання, годівлі та догляду.

Однак за показниками кислотно-лужного стану крові у корів встановлено деякі відмінності, пов'язані не тільки з їх фізіологічним станом, але й типом годівлі (табл. 3.8).

**Таблиця 3.8**

**Показники кислотно-лужного стану крові корів за оптимальних температур повітря, мМ,  $\bar{x} \pm SD$ , n=7**

Показник	Група корів	
	лактуючі	сухостійні
pH	7,40±0,04	7,39±0,02
PO <sub>2</sub> , мм.рт.ст.	61,18±3,22	43,34±2,18*
PCO <sub>2</sub> , мм.рт.ст.	39,88±1,46	25,69±1,12*
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24,52±0,74	25,07±0,97
Загальна вуглекислота	23,28±0,88	26,30±1,00
Зсув буферних основ	-0,50±0,40	0,21±1,04*

Примітка: \* -  $p < 0,05$  порівняно з лактуючими коровами.

У лактуючих корів виявлено вищий PO<sub>2</sub> і PCO<sub>2</sub> за зсуву буферних основ у від'ємні значення порівняно з аналогічними показниками у сухостійних корів. Одержані дані узгоджуються з величиною pH крові, що пов'язано більшою мірою з типом годівлі ніж з впливом параметрів мікроклімату.

Особливий практичний інтерес мають результати дослідження кислотно-лужного стану крові у корів в сухостійний період. У них зареєстровано нормалізацію показника зсуву буферних основ крові, що пов'язано із значним зниженням у кормовій суміші концентрованих кормів і збільшенням частки грубих кормів.

Інтенсивність обміну речовин у корів залежить від фізіологічного стану більшою мірою ніж від параметрів мікроклімату. Про це свідчить вищий в 1,7 раза вміст глюкози і нижчий у 2,4 раза вміст загальний ліпідів та на 18% активність АсАТ сироватки крові у сухостійних корів порівняно з лактуючими (табл. 3.9).

**Таблиця 3.9**

**Показники метаболічного статусу корів за оптимальних температур повітря, мМ,  $\bar{x} \pm SD$ , n=5-7**

Показник	Група корів	
	лактуючі	сухостійні
Білок, г/л	90,70±1,66	86,43±3,38
Глюкоза	2,52±0,04	4,32±0,07*
Ліпіди	6,67±0,48	2,81±0,31*
Сечовина	7,27±0,55	6,67±0,42
Амілаза, мкмоль/год, мл	32,91±3,41	33,47±3,67
АлАТ, мкмоль/год/мл	0,55±0,02	0,50±0,07
АсАТ, мкмоль/год/мл	0,80±0,03	0,68±0,04*
ЛФ, мкмоль/год/мл	8,26±0,50	6,79±1,45
Кальцій	1,55±0,33	2,72±0,26
Фосфор (н)	1,88±0,10	1,65±0,12

Примітка: \* -  $p < 0,05$  порівняно з лактуючими коровами.

Решта показників метаболічного профілю сироватки крові у лактуючих та сухостійних корів вірогідно не відрізнялася між собою. Також необхідно зазначити, що показники білкового обміну, зокрема вміст загального білку та сечовини у сироватці крові корів обох груп знаходився в межах фізіологічних параметрів для даного виду і фізіологічного стану тварин.

Ферментативна активність сироватки крові, зокрема АлАТ, ЛФ та амілази не відрізнялась між групами корів і знаходилась в межах фізіологічних коливань. Аналогічна закономірність була характерна і для показників мінерального обміну у тканинах корів, зокрема вміст кальцію та фосфору неорганічного у сироватці крові як лактуючих, так і сухостійних корів не відрізнявся між групами.

Таким чином, можна зробити висновок про належні умови утримання корів у весняний період, коли кліматичні умови досягають оптимальних температурно-вологісних характеристик для великої рогатої худоби.

Аналіз отриманих результатів досліджень свідчить про відсутність у високопродуктивних корів породи чорно-рябий голштин німецької селекції стресу, пов'язаного з температурно-вологісними факторами навколишнього середовища.

## **3.2. Мікроклімат приміщень, поведінка, гематологічні показники та метаболічний статус лактуючих корів за холодового стресу**

**3.2.1. Мікроклімат корівника для утримання лактуючих корів зарубіжної селекції за мінімальних температур повітря.** Аналіз добової динаміки температури та відносної вологості атмосферного повітря в найбільш холодний період року для Київської області, який в 2021 році припадав на лютий, показав, що найвища температура відмічалась з 12.00 до 15.00 години, а починаючи з 18.00 і до 9.00 години вона знижувалась, досягаючи свого мінімуму о 3.00 годині (табл. 3.10).

Найвища відносна вологість атмосферного повітря реєструвалась у лютому 2021 року в найбільш холодні дні з 9.00 до 12.00 години, після чого відбувалось її зниження.

Таблиця 3.10

**Показники фізичного стану атмосферного повітря в найбільш холодний період року,  $x \pm SD$ ,  $n=3$**

Час доби, год.	Показник	
	температура, °C	відносна вологість, %
9	-19,4±1,2	87,3±4,2
12	-8,0±1,1	80,5±2,8
15	-9,5±0,9	55,0±3,6
18	-12,0±1,3	33,0±5,2
21	-14,2±0,5	34,0±3,3
24	-20,4±2,2	45,0±3,1
3	-22,6±1,8	51,0±3,7
6	-21,8±1,7	45,0±2,2

Коливання температури та відносної вологості атмосферного повітря в найбільш холодний період року у значній мірі впливали на фізичні параметри повітря корівника, у якому утримувались високопродуктивні лактуючі корови (табл. 3.11, 3.12).

При цьому слід відмітити відсутність опадів, а також сильних поривів вітру та снігу під час досліджень.

Виявлено, що вдень температура повітря в корівнику для утримання високопродуктивних лактуючих корів коливалась в значних межах, але при цьому мала плюсові значення і суттєво залежала від температури зовнішнього повітря. У вечірні години та вночі значення температури приміщень або наближалось до нуля. Фактично в першу добу дослідження з 21.00 до 9.00 години і протягом другої доби температура повітря у корівнику була нижчою за рекомендовану для високопродуктивних корів.

Таблиця 3.11

**Температура повітря корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	5,76±0,08	1,63±0,21
12	9,71±0,86	3,14±1,38
15	9,58±0,54	5,61±0,33
18	8,46±0,40	5,00±1,13
21	3,13±0,51	2,00±0,15
24	0,24±0,57	3,19±0,17
3	0,01±0,55	2,88±0,10
6	-0,39±0,54	1,47±0,38

Аналізуючи одержані дані табл. 3.12, слід зазначити, що відносна вологість повітря приміщень для утримання високопродуктивних лактуючих корів відповідала оптимальним значенням цього показника у всі періоди досліджень.

Що стосується добової динаміки відносної вологості повітря корівника в окремі дні, то вона не виходила за межі допустимих значень і коливалась від 48,33 до 77,22%, що залежало значною мірою від режиму вентиляції і гноєвидалення.

Найбільш детальну характеристику температурно-вологісного режиму корівника дає розрахунок температурно-вологісного індексу. Як видно з даних добової динаміки його коливань з 9.00 до 21.00 години його значення перебувало в зоні комфорту для корів (рис. 3.3).

Після 21.00 відбувалось його зниження і протягом періоду з 24.00 до 6.00 він перетинав позначку нижньої межі зони комфорту, яка становить 38 одиниць.

Таблиця 3.12

**Відносна вологість повітря корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, %,  $x \pm SD$ , n=9**

Показник	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	77,00±0,98	66,56±2,68
12	73,19±3,66	55,66±3,70
15	70,44±3,90	48,33±2,82
18	42,22±1,80	51,89±1,98
21	48,67±2,32	64,22±1,62
24	76,44±1,35	64,33±2,40
3	75,60±0,47	64,67±1,00
6	77,22±3,45	56,44±3,71

Таке зниження температурно-вологісного індексу свідчить про виникнення холодового стресу у корів, особливо у нічний період доби.

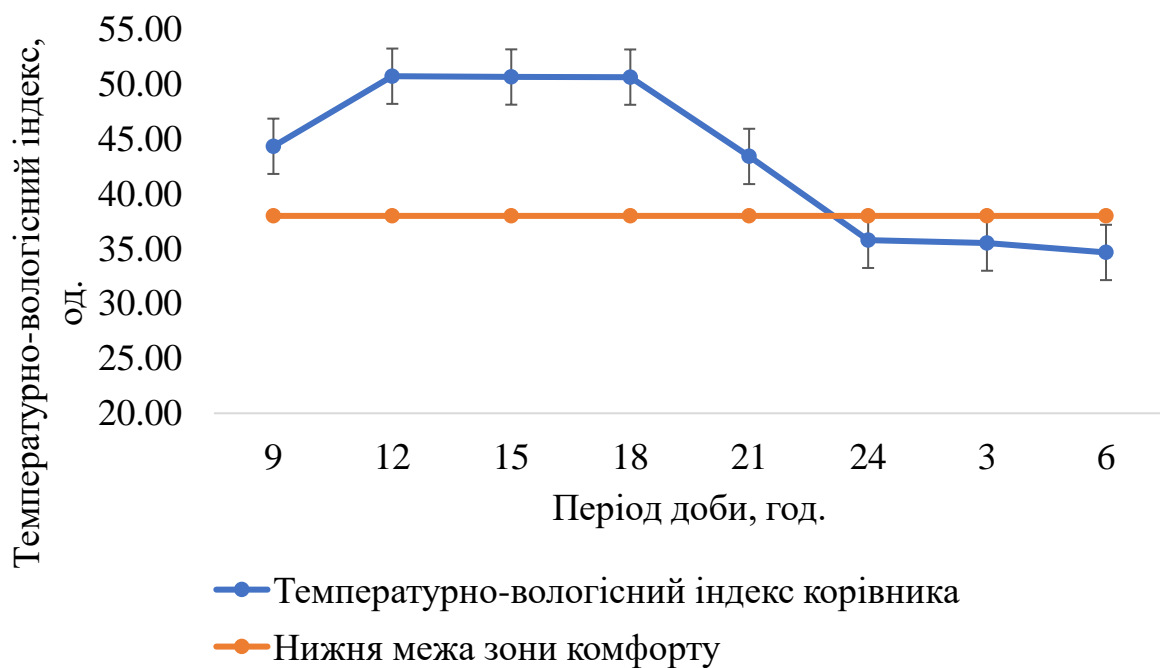


Рис. 3.3. Добова динаміка температурно-вологісного індексу повітря корівника в найбільш холодний період року,  $x \pm SD$ , n=9

Це пов'язано зі значним зниженням температури атмосферного повітря в цей період, що відобразилось на фізичних параметрах мікроклімату корівника. В денний період доби за нагрівання за рахунок сонячної енергії зовнішнього повітря тепловтрати великогабаритного корівника каркасного типу дещо зменшуються, що дозволяє підтримувати параметри в зоні теплового комфорту для корів.

Співставляючи одержані дані слід відзначити, що в основному, швидкість руху повітря в корівнику для утримання лактуючих корів в найбільш холодний період року становила від 0,11 до 0,69 м/с, що відповідало гігієнічним нормативам для даного показника мікроклімату (табл. 3.13).

Слід зазначити, що загальної закономірності щодо коливань швидкості руху повітря у корівнику за періодами доби ми не відмічали, що пов'язано з особливостями системи вентиляції корівника за рахунок регуляції бокових штор, а також змін напрямку і сили вітру у період досліджень.

**Таблиця 3.13**

**Швидкість руху повітря в корівнику для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, м/с,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	0,13±0,04	0,11±0,04
12	0,28±0,14	0,36±0,18
15	0,22±0,06	0,69±0,25
18	0,47±0,19	0,41±0,08
21	0,13±0,03	0,17±0,03
24	0,12±0,04	0,43±0,15
3	0,13±0,04	0,40±0,14
6	0,11±0,04	0,26±0,04

Дослідження вмісту аміаку в повітрі корівника показало, що за значної кількості лактуючих корів і не достатньо частому видаленні гною, а також недостатній вентиляції приміщення цей показник мав у всі періоди дослідження значення, які перевищували ГДК, яке становить 20 мг/м<sup>3</sup> (табл. 3.14). Це пов'язано в першу чергу з системою гноєвидалення у корівнику, яка здійснюється за рахунок використання трактора з бульдозерною навіскою, що передбачає накопичення певної кількості гною в гнойових каналах корівника і лише після цього його видалення.

Таблиця 3.14

**Вміст аміаку в повітрі корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, мг/м<sup>3</sup>,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	13,67±6,10	20,33±1,78
12	22,67±8,84	16,67±7,12
15	22,33±4,76	11,67±3,34
18	14,67±4,55	15,00±4,42
21	17,00±5,52	15,33±3,19
24	25,00±3,94	7,00±2,55
3	22,33±1,78	9,33±2,68
6	20,00±4,64	15,33±1,08

Другою причиною такого накопичення аміаку у повітрі корівника є недостатня регуляція роботи вентиляційної системи, яка представлена бічними шторами, що в холодний період року, особливо за суттєвого зниження температури атмосферного повітря має відповідні обмеження, направлені на недопущення замерзання гною в гнойових каналах.

Як показали розрахунки концентрація аміаку у повітрі корівника характеризувалась середнім рівнем залежності від швидкості руху повітря, при цьому коефіцієнт кореляції  $r=0,641$ . Регресійний аналіз показав, що між вмістом аміаку і швидкістю руху повітря у корівнику існує обернена лінійна залежність. Величина достовірності апроксимації становить  $R^2=0,411$ , що свідчить про те, що 41 % дослідних даних описують вказану залежність (рис. 3.4).

Важливими були дослідження температури окремих елементів, частин та внутрішнього обладнання приміщень для утримання лактуючих корів з високою молочною продуктивністю взимку, оскільки від цього параметру залежали температура корму, води та гною, а також поведінка тварин.

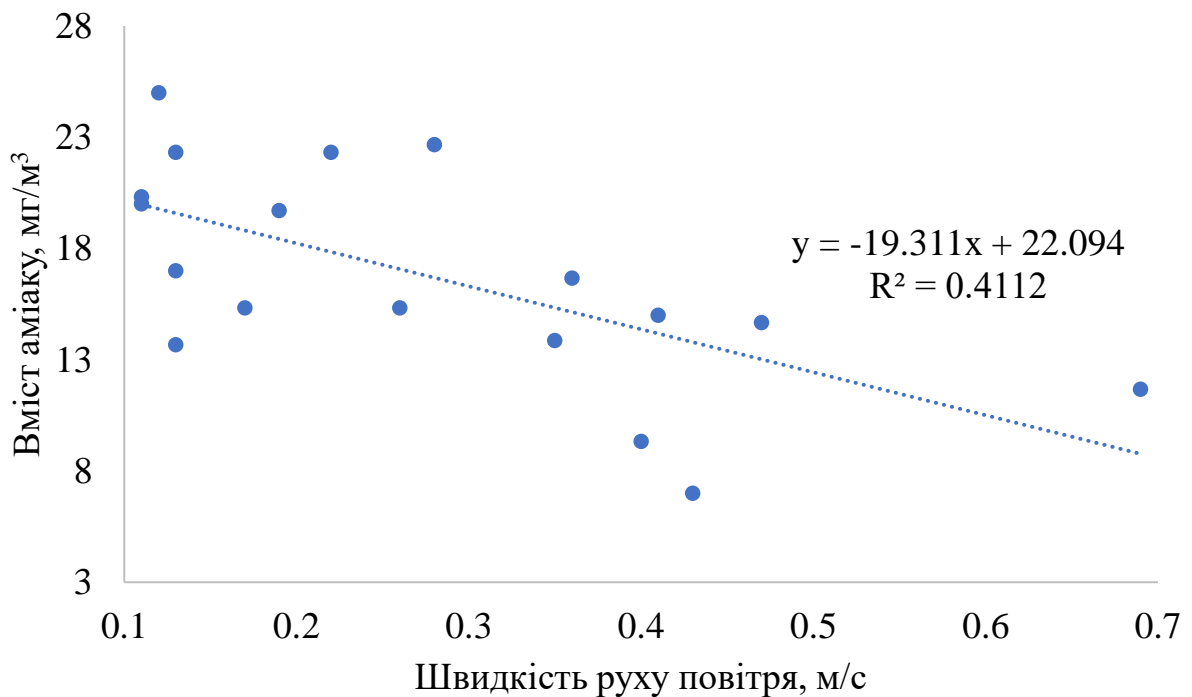


Рис. 3.4. Залежність вмісту аміаку у повітрі від швидкості руху повітря у корівнику в найбільш холодний період року,  $x \pm SD$ ,  $n=16$

Встановлено, що температура кормового столу в корівнику для утримання корів у найбільш холодний період року протягом двох діб у різні періоди, у більшості випадків, мала мінусові значення, що могло спричинити замерзання кормової суміші та зниження її поїдання (табл. 3.15).

Як видно з одержаних даних температура корму досягала плюсових значень з 9.00 до 18.00 години, після чого знижувалась хоча й до незначних, але мінусових значень, що пов'язано із нагріванням корму в денний період, коли температура повітря в корівнику підвищувалась, і охолодженням в нічний період, коли температура повітря знижувалась (див. табл. 3.11).

Подібну закономірність встановлено і щодо значень температури гнойових каналів приміщень взимку. Цей показник протягом двох діб у нічні години мав мінусові значення і лише вдень в незначній мірі змінював їх на плюсові.

**Таблиця 3.15**

**Температура кормового столу корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	0,53±0,09	1,37±1,88
12	4,17±1,04	1,03±0,60
15	2,53±1,86	0,73±1,07
18	0,40±1,10	0,27±1,82
21	-0,63±1,02	-0,73±1,57
24	-0,10±0,37	-0,17±1,10
3	-0,27±0,39	-1,70±1,67
6	-0,83±1,01	-0,60±0,32

Температура гнойового каналу залежала від температури атмосферного повітря і від температури повітря в корівнику. Під час вентиляції надходження холодного атмосферного повітря відбувається в нижню зону приміщення, де розміщені гнойові канали. При цьому слід зазначити, що мінусові значення

температури гнойового каналу сприяють замерзанню гною, що ускладнює його видалення із приміщення (табл. 3.16).

Тому найчастіше в таких приміщеннях для зниження втрат тепла закривають бічні штори через які відбувається вентиляція корівника, що має негативний вплив на газовий склад повітряного середовища корівника (див. табл. 3.14, рис. 3.4).

Однак, як видно з даних табл. 3.16 у великогабаритному корівнику каркасного типу у період мінусових температур атмосферного повітря, які досягають  $-22^{\circ}\text{C}$  і нижче не вдається уникнути ризику замерзання гною в гнойових каналах.

**Таблиця 3.16**

**Температура гнойових каналів корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\bar{x} \pm \text{SD}$ ,  $n=6$**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	$-0,02 \pm 1,04$	$0,53 \pm 0,81$
12	$2,60 \pm 0,71$	$1,07 \pm 0,57$
15	$2,38 \pm 0,94$	$3,85 \pm 1,44$
18	$-1,03 \pm 1,08$	$1,80 \pm 1,16$
21	$-1,57 \pm 0,53$	$1,17 \pm 0,84$
24	$-1,07 \pm 0,79$	$1,23 \pm 0,79$
3	$-1,37 \pm 0,60$	$0,13 \pm 1,13$
6	$-0,37 \pm 1,32$	$1,63 \pm 0,98$

Температура внутрішнього обладнання приміщення для утримання високопродуктивних лактуючих корів взимку мала такий же характер змін як і кормового столу та гнойового каналу, змінюючись від мінусових значень в нічні години до плюсових вдень (табл. 3.17).

Починаючи з 12.00 до 21.00 години температура внутрішнього обладнання корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів знаходилася в плюсовому діапазоні, а з 24.00 до 6.00 години – в мінусовому, що співпадає з мінімумом температури як атмосферного повітря, так і повітря в корівнику.

Враховуючи, що до внутрішнього обладнання корівника відносяться перегородки боксів, а також система напівавтоматичної прив'язі, які контактують з тілом корів, це спричиняє додатковий дискомфорт під час годівлі та відпочинку корів.

**Таблиця 3.17**

**Температура внутрішнього обладнання приміщень для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	4,27±0,76	-0,43±1,83
12	8,85±0,66	2,07±2,03
15	6,38±1,39	4,73±1,38
18	2,33±3,24	2,27±3,95
21	0,17±1,55	0,80±2,06
24	-1,43±2,47	-0,30±2,09
3	-1,87±1,74	-0,90±2,18
6	-0,13±0,32	-0,23±1,82

Особливе значення для лактуючих корів взимку має температура підлоги в лігві (боксах), оскільки тривалість відпочинку тварин в лежачому положенні прямо впливає на їх молочну продуктивність.

Встановлено, що температура підлоги у боксах для відпочинку лактуючих корів, в основному, характеризувалась плюсовими значеннями (табл. 3.18).

Зниження температури атмосферного повітря та повітря корівника в нічний період доби сприяло також зниженню температури підлоги боксів для відпочинку корів, яка в період з 21.00 до 6.00 знаходилася в межах нульової позначки, досягаючи в окремих ділянках корівника мінусових значень.

Враховуючи, що в такому корівнику підстилка для корів не передбачена, створити комфортні умови для тварин в зимовий період складно. Це пов'язано з комплексним впливом на організм корів не лише температури повітря, але й температури огороджуючих конструкцій.

**Таблиця 3.18**

**Температура підлоги боксів корівника для утримання високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	1,30±1,03	2,07±1,74
12	7,00±0,87	3,83±0,86
15	5,52±1,52	2,90±0,97
18	3,93±2,69	1,70±1,11
21	0,77±3,86	0,83±1,35
24	0,13±2,47	2,00±1,30
3	0,10±1,66	1,30±1,35
6	-0,93±1,45	1,23±1,47

Температура корму для корів, який роздавали з кормового столу, фактично коливалася в тих же межах, що і температура підлоги боксів та огорожуючих конструкцій (табл. 3.19).

При цьому в нічний період часу з 21.00 до 6.00 температура кормової суміші знаходилася в діапазоні нульової позначки, що певною мірою визначає споживання корму та молочну продуктивність корів.

В денний період доби починаючи з 9.00 до 15.00 години температура кормової суміші наближалася до температури повітря корівника, а потім знижувалась відповідно до коливань температури повітря і огорожуючих конструкцій корівника.

В даному випадку необхідно зазначити, що температура кормової суміші залежала від температури атмосферного повітря, оскільки зберігання і приготування кормової суміші для годівлі корів відбувається на кормовому дворі.

**Таблиця 3.19**

**Температура кормової суміші для годівлі високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	4,13±1,26	-0,53±1,09
12	6,73±1,74	4,47±3,42
15	11,07±3,25	6,20±2,47
18	2,10±1,74	3,27±1,61
21	0,73±0,60	1,43±0,66
24	0,77±0,35	1,60±2,30
3	0,60±0,44	1,13±2,34
6	-0,73±0,84	1,10±1,70

Що стосується температури води для напування корів, то вона подається в групі напувалки із Артезіанської свердловини, яка має постійну цілорічну температуру з коливанням від 4 до 6°C. Температура такої води в найбільш холодний період року не досягає оптимальних значень для лактуючих корів і вважається холодною (табл. 3.20).

Температура води у групових напувалках для корів коливалася в тих же межах, що і температура корму. Замерзання води у групових напувалках для корів виявлено не було, однак споживання холодного корму і води ускладнює адаптацію корів до холодного стресу.

Максимальні значення температури води для напування лактуючих корів виявляли в денний період доби, що узгоджується з підвищенням температури атмосферного повітря і відповідно повітря корівника та його огорожуючих конструкцій.

**Таблиця 3.20**

**Температура води для напування високопродуктивних лактуючих корів в найбільш холодний період року, °C,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Період досліджень	
	1-доба	2-доба
9	4,73±0,74	0,77±0,45
12	7,37±1,16	1,50±0,67
15	6,40±1,35	3,70±0,44
18	2,67±0,29	1,93±0,64
21	1,93±0,59	0,80±0,32
24	2,03±0,90	1,73±0,88
3	1,63±0,55	1,80±0,32
6	2,67±1,27	2,60±1,24

Причому в денний час її значення були дещо вищими ніж в нічні години і корелювали з показниками температури як зовнішнього, так і внутрішнього повітря.

Холодовий стрес у корів по-різному впливав на температуру шкіри різних ділянок тіла.

Найнижчу температуру у піддослідних корів зареєстровано в ділянках грудних та тазових кінцівок, дещо вищу – в ділянці голови і найвищу – на шії, тулубі та вимені (табл. 3.21).

При цьому слід відзначити, що температура поверхні окремих ділянок тіла корів змінювалась протягом доби відповідно до змін температури атмосферного та внутрішнього повітря корівника.

**Таблиця 3.21**

**Температура шкіри високопродуктивних лактуючих корів за короткочасного холодового стресу, °С,  $\bar{x} \pm SD$ , n=6**

Час доби, год.	Ділянка тіла					
	голова	шия	тулуб	грудна кінцівка	тазова кінцівка	вим'я
9	16,67±1,73	25,93±2,48	25,97±0,91	20,50±2,99	20,43±2,07	28,53±1,22
12	23,03±0,59	27,67±0,70	27,73±0,29	20,07±2,29	19,50±4,40	27,00±2,08
15	25,70±2,31	27,17±0,63	26,93±0,57	21,77±1,11	23,27±1,35	30,70±0,76
18	20,17±1,95	21,83±1,08	25,20±0,51	12,17±1,91	13,97±3,83	21,23±1,90
21	16,80±2,82	22,23±1,40	22,70±1,48	12,00±1,02	10,63±1,25	20,70±0,49
24	20,07±0,66	22,07±0,64	22,03±0,11	13,57±0,96	17,50±0,80	24,77±1,55
3	20,80±0,92	22,10±1,35	22,17±0,51	13,97±0,23	15,90±0,44	22,77±0,95
6	18,07±2,08	23,43±1,81	22,47±1,06	13,87±2,07	13,83±1,54	23,23±1,39
В середньому	20,16	24,05	24,40	16,04	16,88	24,87

Як показав аналіз отриманих даних, температура шкіри лактуючих корів була значно нижчою за ректальну температура тіла, що пов'язано з адаптаційною здатністю корів до холодного стресу.

Встановлено, що за цих умов утримання лактуючі корови мали найнижчу температуру шкіри на грудній та тазовій кінцівках і голові. Вищою була температура таких ділянок тіла, як шия, тулуб та вим'я.

Аналіз результатів досліджень показав, що температура різних ділянок тіла високопродуктивних лактуючих корів прямо залежала від температури повітря в корівнику. При цьому сильна кореляційна залежність між цими показниками встановлена для ділянки шкіри тулуба ( $r=0,94$ ) і шиї ( $r=0,76$ ) і середній рівень залежності – для ділянок шкіри грудної кінцівки ( $r=0,61$ ), голови ( $r=0,54$ ), тазової кінцівки ( $r=0,51$ ) і вимені ( $r=0,50$ ).

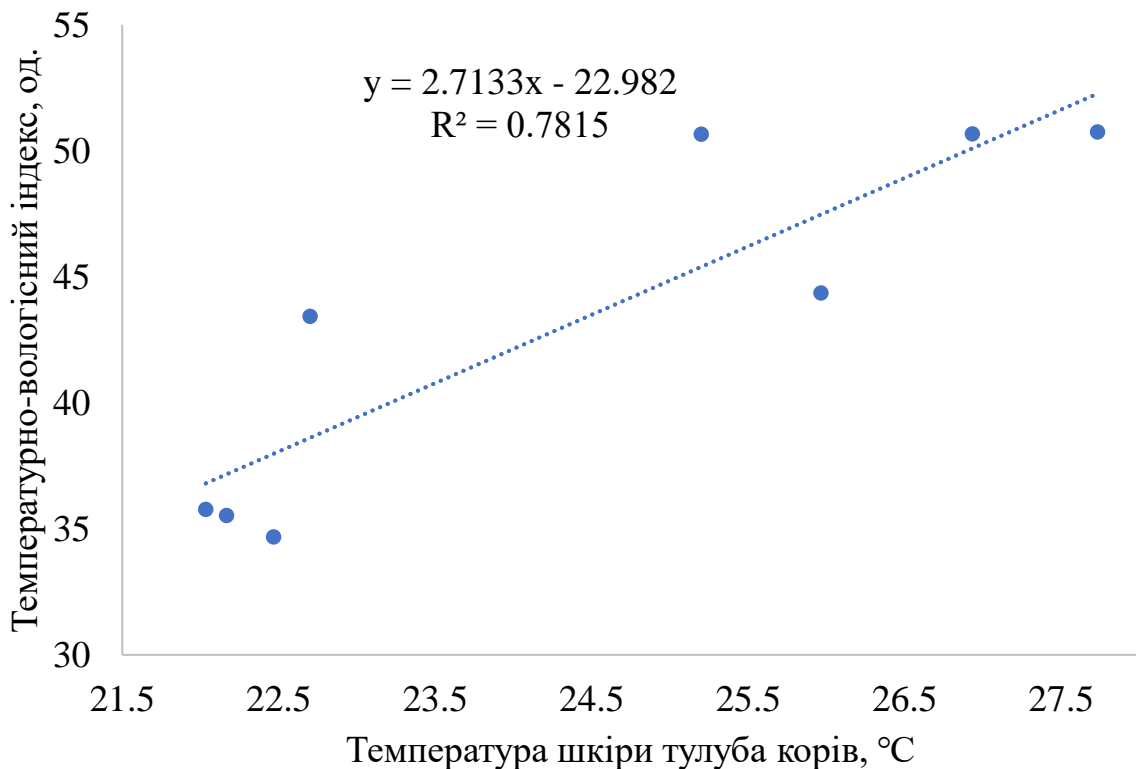


Рис. 3.5. Залежність температури шкіри ділянки тулуба корів від температурно-вологісного індексу корівника в найбільш холодний період року,  $x \pm SD$ ,  $n=16$

Регресійний аналіз показав, що величина достовірності апроксимації дорівнює  $R^2=0,78$ , тобто 78 % отриманих результатів описують дану залежність (рис. 3.5).

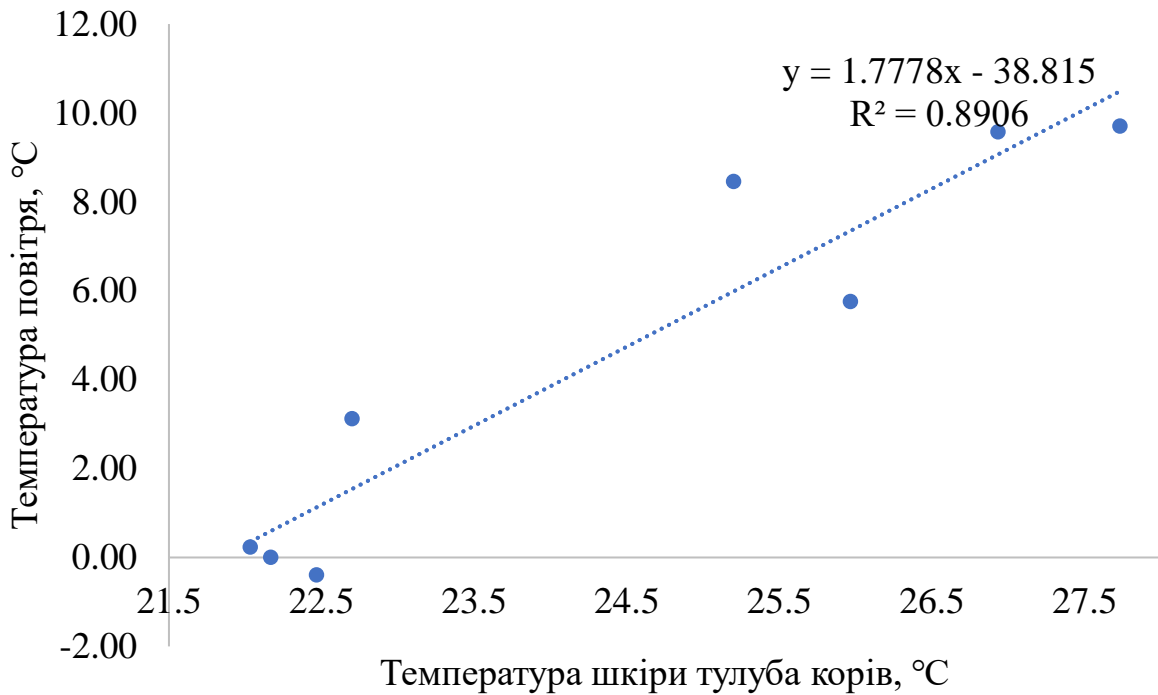


Рис. 3.6. Залежність температури шкіри ділянки тулуба корів від температури повітря корівника в найбільш холодний період року,  $x \pm SD$ ,  $n=16$

Аналіз залежності температури шкіри корів у ділянці тулуба в найбільш холодний період утримання показав, що величина достовірності апроксимації в даному випадку становить  $R^2=0,98$ , тобто 98 % отриманих результатів описують дану залежність (рис. 3.6).

При цьому необхідно зазначити, що регресійний аналіз виконаний для ділянок шкіри голови, шиї, грудної і тазової кінцівок та вим'я показав, що у більшості випадків така залежність не спостерігається, тобто температура даних ділянок тіла більш стабільна ніж температура шкіри ділянки тулуба корів за короткочасного холодового стресу.

Отже, температура шкіри різних ділянок тіла високопродуктивних лактуючих корів взимку при утриманні у великогабаритних корівниках каркасного типу залежить від температури повітря.

Таблиця 3.22

**Поведінка високопродуктивних лактуючих корів за короткочасного холодового стресу,  $x \pm SD$ , n=246**

Показник		Елемент поведінки					
		їдять	лежать	стоять	рухаються	п'ють воду	жують
9	голів	65	162	8	7	4	56
	%	26	65	4	3	2	23
12	голів	30	152	52	9	3	55
	%	12	62	21	4	1	22
15	голів	65	76	86	13	6	101
	%	26	31	35	5	2	41
18	голів	33	149	53	9	2	76
	%	13	61	21	4	1	31
21	голів	47	89	88	12	10	67
	%	19	36	36	5	4	27
24	голів	25	152	65	3	1	101
	%	10	62	27	1	0,5	41
3	голів	20	177	42	6	3	93
	%	8	72	17	2	1	38
6	голів	60	110	59	13	4	75
	%	24	45	24	5	2	30
в середньому	голів	43	133	56	9	4	78
	%	17	54	23	4	2	32

Особливо важливими виявились дослідження різних елементів поведінки високопродуктивних лактуючих корів взимку – за мінусових температур зовнішнього повітря.

Встановлено, що незважаючи на досить низькі температури, як зовнішнього, так і внутрішнього повітря, поведінка високопродуктивних лактуючих корів особливих змін не зазнала.

Найбільшу частину часу доби корови в секції відпочивали лежачи та стоячи, і значно менше часу витрачали на споживання корму, води та рух (табл. 3.22).

Близько 32 % лактуючих корів у секції мали жуйку, що є оптимальним для даного фізіологічного стану тварин.

Кореляційний аналіз отриманих результатів показав відсутність залежності досліджуваних елементів поведінки тварин від температури повітря в корівнику за короткочасного холодового стресу.

Таким чином, встановлено, що в найбільш холодний період року для кліматичної зони України у великогабаритному корівнику каркасного типу, розрахованому на утримання 1000 корів спостерігається зниження температури повітря особливо в нічний період доби нижче межі зони комфорту. Температурно-вологісний індекс повітря корівника в нічний період складає менше 38, що оцінюється як легкий холодовий стрес корів.

За таких умов знижується температура корму, огорожуючих конструкцій, води для напування тварин, гнойового каналу, що сприяє замерзанню гною, зниженню інтенсивності вентиляції і накопиченню аміаку у повітрі в окремі часові періоди доби вище ГДК.

Високопродуктивні корови зарубіжної селекції адаптуються до короткочасного холодового стресу за рахунок зменшення тепловіддачі через шкіру шляхом зниження температури в ділянках тулуба і шиї, грудної кінцівки і голови, тоді як в ділянках тазової кінцівки і вимені цей процес менше залежить від коливань температури навколишнього середовища.

**3.2.2. Гематологічні та метаболічні показники лактуючих корів за короткочасного холодового стресу.** Одним із важливих критеріїв, які характеризують здатність високопродуктивних лактуючих корів адаптуватись до низьких температур повітря, є вивчення їх морфологічного складу та показників кислотно-лужного стану крові.

Таблиця 3.23

**Гематологічні показники лактуючих корів за короткочасного холодового стресу,  $\bar{x} \pm SD$ , n=12**

Показник	Корови					
	І лактація		II лактація		III лактація	
	Середньодобовий надій, кг					
	20-25	35-40	20-25	35-40	20-25	35-40
Гемоглобін, г/л	116,00± 3,75 <sup>a</sup>	120,67± 2,63 <sup>a</sup>	115,60± 2,28 <sup>a</sup>	119,17± 5,72 <sup>a</sup>	107,40± 6,52 <sup>a</sup>	113,17± 2,37 <sup>a</sup>
Еритроцити, 10 <sup>12</sup> /л	5,17± 0,24 <sup>a</sup>	5,55± 0,24 <sup>a</sup>	5,48± 0,18 <sup>a</sup>	5,33± 0,14 <sup>a</sup>	5,08± 0,12 <sup>a</sup>	5,42± 0,13 <sup>a</sup>
Лейкоцити, 10 <sup>9</sup> /л	8,42± 1,08 <sup>a</sup>	5,40± 0,17 <sup>b</sup>	4,90± 0,41 <sup>b</sup>	4,80± 0,50 <sup>b</sup>	5,50± 0,45 <sup>b</sup>	5,25± 0,64 <sup>b</sup>
Нейтрофіли: паличкоядерні, %	2,67± 0,54 <sup>a</sup>	3,00± 0,89 <sup>a</sup>	3,00± 0,79 <sup>a</sup>	4,00± 1,06 <sup>a</sup>	2,80± 0,65 <sup>a</sup>	2,50± 0,79 <sup>a</sup>
сегментоядерні, %	32,17± 3,97 <sup>ab</sup>	23,33± 3,26 <sup>ab</sup>	21,8 ±6,17 <sup>ab</sup>	35,50± 1,62 <sup>a</sup>	18,40± 4,70 <sup>b</sup>	22,67± 2,05 <sup>b</sup>
Лімфоцити, %	58,17± 4,80 <sup>a</sup>	63,83± 3,38 <sup>a</sup>	62,20± 6,68 <sup>a</sup>	50,00± 2,58 <sup>a</sup>	63,00± 4,89 <sup>a</sup>	58,83± 2,31 <sup>a</sup>
Моноцити, %	5,67± 1,22 <sup>a</sup>	6,33± 1,49 <sup>a</sup>	10,80± 0,65 <sup>a</sup>	7,33± 1,57 <sup>a</sup>	9,40± 1,64 <sup>a</sup>	9,33± 0,97 <sup>a</sup>
Еозинофіли, %	1,33± 0,37 <sup>a</sup>	3,50± 1,46 <sup>a</sup>	2,20± 0,42 <sup>a</sup>	3,17± 0,66 <sup>a</sup>	6,40± 3,60 <sup>a</sup>	4,67± 1,93 <sup>a</sup>

Примітка: різні літери верхніх індексів <sup>a, b</sup> вказують значення, які вірогідно відрізнялися в одному рядку таблиці ( $p < 0,05$ ) за результатами порівняння за допомогою тесту Тьюкі.

Дослідженнями встановлено, що гематологічні показники у високопродуктивних лактуючих корів першої, другої та третьої лактацій з різною молочною продуктивністю в найбільш холодний період зимового утримання не відрізнялись між собою за винятком кількості лейкоцитів (табл. 3.23).

У корів першої лактації з добовим надоем 35-40 кг молока, а також у корів другої та третьої лактації з надоями 20-25 та 35-40 кг молока чисельність лейкоцитів у крові була нижчою ( $p \leq 0,05$ ) ніж у корів першої лактації з добовим надоем 20-25 кг молока.

Що стосується лейкограми крові корів, то співвідношення паличкоядерних нейтрофілів у крові корів не змінювалось залежно від рівня молочної продуктивності, а співвідношення сегментоядерних нейтрофілів у крові корів було нижчим ( $p \leq 0,05$ ) лише у корів третьої лактації за обох рівнів молочної продуктивності порівняно з аналогічними показниками у корів другої лактації з добовим надоем 35-40 кг молока.

Співвідношення лімфоцитів, моноцитів і еозинофілів у крові корів у найбільш холодний період року не залежало від лактації і від молочної продуктивності.

Дослідження показників кислотно-лужного стану крові лактуючих корів з різною молочною продуктивністю та за різних лактацій, проведені в найбільш холодний період зими України, особливої різниці між різними тваринами різного віку та молочною продуктивністю не підтвердило. У лактуючих корів першої, другої та третьої лактацій, які мали різну молочну продуктивність, величина рН крові, парціальний тиск кисню, рівень бікарбонатів та загальної вуглекислоти суттєво не відрізнялись в найбільш холодний період зими (табл. 3.24).

Що стосується парціального тиску  $CO_2$ , то у корів першої лактації незалежно від рівня молочної продуктивності він був нижчим ( $p \leq 0,05$ ) ніж у корів другої та третьої лактацій не залежно від продуктивності.

Таблиця 3.24

**Кислотно-лужний стан крові лактуючих корів за короткочасного холодового стресу,  $\bar{x} \pm SD$**

Показник	Корови					
	I лактація		II лактація		III лактація	
	Середньодобовий надій, кг					
	20-25	35-40	20-25	35-40	20-25	35-40
рН, од.	7,38±	7,38±	7,38±	7,38±	7,39±	7,39±
	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>
Р <sub>О<sub>2</sub></sub> , мм.рт.ст.	62,56±	62,08±	59,50±	62,46±	59,58±	60,24±
	2,64 <sup>a</sup>	6,07 <sup>a</sup>	3,18 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,63 <sup>a</sup>
Р <sub>СО<sub>2</sub></sub> , мм.рт.ст.	42,26±	41,02±	57,08±	58,12±	57,40±	58,64±
	1,63 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>	3,08 <sup>b</sup>	1,18 <sup>b</sup>	5,57 <sup>b</sup>	5,07 <sup>b</sup>
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мМ	23,40±	23,92±	23,34±	23,10±	23,58±	23,62±
	0,35 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>
Загальна вуглекислота, мМ	24,66±	25,14±	25,04±	24,24±	25,28±	25,38±
	0,38 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>
Зсув буферних основ, мМ	-0,58±	-0,40±	-0,52±	-0,86±	-0,46±	-0,82±
	0,38 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,29 <sup>a</sup>

Примітка: різні літери верхніх індексів <sup>a, b</sup> вказують значення, які вірогідно відрізнялися в одному рядку таблиці ( $p \leq 0,05$ ) за результатами порівняння за допомогою тесту Тьюкі.

У корів першої, другої та третьої лактацій незалежно від рівня молочної продуктивності зареєстровано від'ємне значення зсуву буферних основ, що узгоджується із величиною рН крові і свідчить про розвиток в організмі тварин метаболічного ацидозу, більшою мірою пов'язаного із особливостями годівлі, оскільки в раціоні лактуючих корів міститься висока кількість концентрованих кормів.

Це вказує на метаболічні зрушення в організмі, як відповідь на значну кількість високобілкових концентрованих кормів в раціоні корів. Необхідно відзначити, що хоча величина рН та стандартних бікарбонатів у крові у корів за короткочасного холодового стресу була в межах нормативного значення, однак зсув буферних основ був більше вираженим у корів старшого віку з добовим надоєм 35-40 кг молока, зокрема другої та третьої лактації.

Це більшою мірою пояснюється вичерпанням лужних еквівалентів в організмі лактуючих корів з віком та більш посиленням їх виведенням з молоком у корів з надоєм 35-40 кг молока.

Встановлено, що показники білкового обміну у тканинах лактуючих корів, зокрема рівень загального білку та сечовини за впливу короткочасного холодового стресу не відрізнялися між групами і не залежали від рівня молочної продуктивності та віку корів (табл. 3.25).

В той же час, у корів другої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока рівень глюкози у плазмі крові був вищим ( $p \leq 0,05$ ) на 16% порівняно з аналогічними показниками у корів першої лактації з добовим надоєм 35-40 кг молока.

У решти корів концентрація глюкози в плазмі крові вірогідно не відрізнялася і не залежала від рівня молочної продуктивності і лактації.

Що стосується показників ліпідного обміну у тканинах корів, то за впливу короткочасного холодового стресу відмічали збільшення загального вмісту ліпідів у плазмі крові корів другої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока на 32,3% ( $p \leq 0,05$ ), з добовим надоєм 35-40 кг молока – в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ), у корів третьої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока – в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ) порівняно з аналогічними показниками у корів першої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока.

В цей же час вірогідної різниці за вмістом загальних ліпідів у плазмі крові корів в межах кожної лактації залежно від молочної продуктивності не виявлено.

На цьому фоні вміст холестеролу та вміст кальцію у плазмі крові корів першої, другої та третьої лактацій був у межах фізіологічних параметрів і не відрізнявся між групами тварин.

Таблиця 3.25

**Метаболіти обміну речовин у сироватці крові лактуючих корів за короткочасного холодого стресу,  $x \pm SD$ , n=12**

Показник	Корови					
	I лактація		II лактація		III лактація	
	Середньодобовий надій, кг					
	20-25	35-40	20-25	35-40	20-25	35-40
Загальний білок, г/л	97,6±3,75 <sup>a</sup>	94,00±1,96 <sup>a</sup>	89,8±2,82 <sup>a</sup>	93,33±2,89 <sup>a</sup>	98,67±3,16 <sup>a</sup>	98,00±2,60 <sup>a</sup>
Сечовина, ммоль/л	7,30±0,45 <sup>a</sup>	7,33±0,48 <sup>a</sup>	6,80±0,56 <sup>a</sup>	7,67±0,37 <sup>a</sup>	8,42±0,43 <sup>a</sup>	8,40±0,60 <sup>a</sup>
Глюкоза, ммоль/л	3,40±0,11 <sup>ab</sup>	2,97±0,15 <sup>a</sup>	3,54±0,13 <sup>b</sup>	3,40±0,05 <sup>ab</sup>	3,15±0,12 <sup>ab</sup>	3,48±0,10 <sup>ab</sup>
Кальцій, ммоль/л	2,05±0,08 <sup>a</sup>	2,23±0,10 <sup>a</sup>	2,27±0,19 <sup>a</sup>	2,11±0,09 <sup>a</sup>	1,99±0,07 <sup>a</sup>	2,07±0,11 <sup>a</sup>
Загальні ліпіди, г/л	4,60±0,57 <sup>a</sup>	5,73±0,39 <sup>ab</sup>	6,80±0,50 <sup>b</sup>	7,40±0,54 <sup>b</sup>	6,93±0,66 <sup>b</sup>	6,40±0,35 <sup>ab</sup>
Холестерол, ммоль/л	5,05±0,62 <sup>a</sup>	4,71±0,22 <sup>a</sup>	5,46±0,23 <sup>a</sup>	5,99±0,64 <sup>a</sup>	4,88±0,53 <sup>a</sup>	5,69±0,67 <sup>a</sup>

Примітка: різні літери верхніх індексів <sup>a</sup>, <sup>b</sup> вказують значення, які вірогідно відрізнялися в одному рядку таблиці ( $p \leq 0,05$ ) за результатами порівняння за допомогою тесту Тьюкі.

Дослідження ферментативної активності плазми крові лактуючих корів з різною молочною продуктивністю та за різних лактацій за короткочасного

холодового стресу показало хоча й незначну, але вірогідну різницю за аспаратамінотрансферазною активністю, яка у корів старшого віку, а саме другої та третьої лактації з продуктивністю 20-25 кг молока на добу була нижчою відповідно на 14,3% ( $p \leq 0,05$ ) та 17,8% ( $p \leq 0,05$ ) ніж у корів першої лактації з надоем 35-40 кг молока (табл. 3.26).

Таблиця 3.26

**Ферментативна активність сироватки крові лактуючих корів за короткочасного холодового стресу,  $\bar{x} \pm SD$ , n=12**

Показник	Корови					
	І лактація		II лактація		III лактація	
	Середньодобовий надій, кг					
	20-25	35-40	20-25	35-40	20-25	35-40
АсАТ, мккат/л	0,25±0,01 <sup>ab</sup>	0,28±0,01 <sup>a</sup>	0,24±0,01 <sup>b</sup>	0,27±0,01 <sup>ab</sup>	0,23±0,01 <sup>b</sup>	0,25±0,01 <sup>ab</sup>
АлАТ, мккат/л	0,20±0,01 <sup>a</sup>	0,21±0,01 <sup>a</sup>	0,19±0,02 <sup>a</sup>	0,22±0,01 <sup>a</sup>	0,20±0,01 <sup>a</sup>	0,21 ±0,02 <sup>a</sup>
ЛФ, мкмоль/г од/мл	12,86±0,78 <sup>a</sup>	9,84±1,10 <sup>ab</sup>	9,95±2,04 <sup>ab</sup>	8,22±1,23 <sup>b</sup>	7,17±0,89 <sup>b</sup>	8,00± 1,28 <sup>b</sup>
Амілаза, г/год/л	38,40±4,80 <sup>a</sup>	34,56±2,63 <sup>a</sup>	34,56±2,63 <sup>a</sup>	33,60±3,59 <sup>a</sup>	35,20±3,51 <sup>a</sup>	36,00±2,77 <sup>a</sup>

Примітка: різні літери верхніх індексів <sup>a, b</sup> вказують значення, які вірогідно відрізнялися в одному рядку таблиці ( $p \leq 0,05$ ) за результатами порівняння за допомогою тесту Тьюкі.

Аланіамінонотрансферазна активність плазми крові лактуючих корів з різною продуктивністю та різного віку не змінювалась під впливом

короткочасного холодового стресу. Не виявлено також різниці в активності амілази плазми крові у корів за холодового стресу.

Встановлено, що у корів з підвищенням віку та молочної продуктивності лужнофосфатазна активність плазми крові вірогідно знижується. Про це свідчить зниження лужнофосфатазної активності плазми крові корів другої лактації з добовим надоєм 35-40 кг молока на 36% ( $p \leq 0,05$ ), а також у корів третьої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока – на 44 % ( $p \leq 0,05$ ) та з добовим надоєм 35-40 кг молока – на 38% ( $p \leq 0,05$ ) порівняно з аналогічним показником у корів першої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока.

Холодовий стрес викликає зниження кількості лейкоцитів у крові корів першої лактації з добовим надоєм 35-40 кг молока, у корів другої та третьої лактацій незалежно від надою порівняно з коровами першої лактації. Реакція системи білих кров'яних тілець за холодового стресу характеризується зниженням частки сегментоядерних нейтрофілів у крові корів третьої лактації, тоді як у корів молодшого віку таких змін не виявлено.

У найбільш холодний період зими серед показників кислотно-лужного стану крові виявлено зниження парціального тиску  $\text{CO}_2$  у корів першої лактації порівняно з коровами другої та третьої лактацій. У всіх корів зареєстровано від'ємне значення зсуву буферних основ, яке узгоджується з показником рН крові і свідчить про розвиток в організмі тварин метаболічного ацидозу.

Холодовий стрес не впливав на рівень загального білку, сечовини, вміст холестеролу, глюкози та кальцію, але збільшував загальний вміст ліпідів у плазмі крові корів другої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока на 32,3%, з надоєм 35-40 кг молока – в 1,6 раза, у корів третьої лактації з надоєм 20-25 кг молока – в 1,5 раза порівняно з даними у корів першої лактації з надоєм 20-25 кг молока.

Холодовий стрес суттєво не впливає на активність АЛАТ та амілази, але знижує активність АсАТ у плазмі крові корів другої та третьої лактації з

продуктивністю 20-25 кг молока на добу на 14,3% та 17,8% порівняно з коровами першої лактації з надоем 35-40 кг молока.

Активність ЛФ плазми крові за холодового стресу знижується у корів другої лактації з добовим надоем 35-40 кг молока на 36%, у корів третьої лактації з надоем 20-25 кг молока – на 44 % та з надоем 35-40 кг молока – на 38% порівняно з даними корів першої лактації з надоем 20-25 кг молока.

Таким чином, можна зробити висновок, що короткочасний легкий холодовий стрес у високопродуктивних корів породи чорно-рябий голштин викликає адаптаційні зміни в організмі, пов'язані з метаболічною реакцією, однак вони не виходять за межі фізіологічних параметрів для даного виду, віку і фізіологічного стану тварин.

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Нині для відновлення поголів'я великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності в Україну імпортовано значне поголів'я нетелів породи чорно-рябий голштин з різних регіонів західної Європи, зокрема з Німеччини. Існуючі відмінності клімату географічної зони, в якій розташована Україна, здатні певною мірою впливати на показники клінічного стану, обміну речовин, продуктивності і тривалості використання високопродуктивних корів породи чорно-рябий голштин. Відомо також, що експлуатація старих типових корівників, які були побудовані в Україні в 50-60 роках минулого століття, часто неможлива через їх фізичну зношеність. За таких умов високопродуктивне стадо нетелів і корів утримують у легкозбірних корівниках каркасного типу з безприв'язно-боксовим утриманням [23]. Це передбачає доїння корів у доїльному залі, що дозволяє отримувати молоко належної якості.

Однією з проблем, яка виникає в таких приміщеннях, є перепад температур повітря, особливо в літній період – максимальних температур і в зимовий період – мінімальних температур. Це у свою чергу позначається на споживанні корму, часу відпочинку і руховій активності корів, яка впливає на продуктивність поголів'я.

Як показали дослідження параметрів мікроклімату у великогабаритному корівнику каркасного типу, розрахованому на одночасне утримання 1000 корів, у період оптимальних температур, параметри мікроклімату відповідали нормативам для великої рогатої худоби за винятком вмісту аміаку у повітрі, що більшою мірою пов'язано з недостатньою ефективністю вентиляційної системи з природною тягою повітря, робота якої в цей період залежить від різниці температур між атмосферним повітрям і повітрям корівника. Як видно з табл. 3.1, 3.2 температура повітря в корівнику і температура атмосферного повітря в добовому діапазоні мала різницю менше 5-7 °С, що не забезпечувало

достатній повітрообмін. Другою причиною накопичення аміаку у повітрі корівника є недостатньо ефективна робота каналізаційної системи, оскільки гній видаляється з такого корівника механічним способом з використанням трактора з бульдозерною навіскою. Процес гноєвидалення з корівника в даному випадку залежить від режиму доїння корів і відбувається коли звільняються секції під час перегону корів у доїльний зал.

Показники клінічного стану, гематологічні параметри, кислотно-лужний стан крові і обмін речовин у тканинах високопродуктивних корів за оптимального діапазону температур, що відповідало зоні комфорту тварин, знаходилися в межах нормативних значень і більшою мірою визначались фізіологічним станом і рівнем годівлі ніж параметрами утримання.

Визначення температури атмосферного повітря в найбільш холодний період року для кліматичної зони України, зокрема Київської області показало, що найнижче її значення відмічалось в нічний період, а саме з 00.00 до 6.00 години, а в період з 6.00 до 12.00 години відбувалося її підвищення, яке досягало свого максимуму починаючи з 12.00 до 18.00 години, а після 18.00 температура знову знижувалась (див. табл. 3.10). Такі коливання температури атмосферного повітря визначаються значною мірою здатністю його нагріватися за рахунок сонячної енергії в денний період і охолоджуватися після заходу сонця. Від коливань температури атмосферного повітря суттєво залежала і температура повітря в корівнику для утримання лактуючих корів, середньодобові значення якої за різними періодами дослідження не опускались нижче 0°C, однак в окремих точках приміщення, у найбільш холодний період доби, який припадав на період з 00.00 до 6.00 години, вона опускалась до мінусових значень. В денний період температура повітря в корівнику навіть досягаючи свого піку не перевищувала 7 °C, що було значно нижче зони термонеутральності для корів, яка за рекомендацією NRC [93] становить 13–18 °C. Слід також зазначити, що одностайної точки зору серед дослідників щодо термонеутральної зони для організму корів немає, зокрема за даними [78] температурний діапазон від -0,5 до 20,0°C здатний забезпечити

благополуччя дійних корів. Однак при цьому необхідно враховувати породні і фізіологічні особливості великої рогатої худоби та ареал її розведення, а також рівень годівлі та продуктивності у поєднанні з іншими факторами навколишнього середовища такими як наявність вітру та опадів.

Результати наших досліджень збігаються з даними, отриманими в дослідженнях [6-8], проведених у Польщі, які показали залежність температури повітря у приміщення легкозбірного типу від температури атмосферного повітря в зимовий період. При цьому температура повітря в корівниках залежала від нерівномірного нагрівання окремих його частин за рахунок сонячної енергії, що створювало зони з несприятливим мікрокліматом [63].

Дослідження Китайських вчених [31] також вказують на можливе зниження температури повітря в легкозбірних корівниках від  $-0,97$  до  $8,10^{\circ}\text{C}$  у зимовий період, коли температура атмосферного повітря досягає  $-20^{\circ}\text{C}$  і нижче. При цьому наголошується на різниці в нагріванні внутрішніх конструктивних елементів корівника залежно від сторін світу, зокрема більше нагрівання стін південної сторони порівняно з північною. Хоча ряд вчених [30] у своїх дослідженнях обґрунтовують виникнення холодового стресу у помісної великої рогатої худоби вже за температури в діапазоні від  $5,67 \pm 0,51$  до  $16,01 \pm 0,72^{\circ}\text{C}$ . Разом з тим, ґрунтуючись на проведених дослідженнях, інші дослідники [78] вказують дещо ширший діапазон термонеїтральної зони для корів, який знаходиться від  $-0,5$  до  $20,0^{\circ}\text{C}$ .

Холодовий стрес – це дисфункціональна та захисна реакція тварин, які перебувають у холодному середовищі. Під час екстремально низьких температур тварини повинні генерувати більше метаболічного тепла за допомогою власної регуляції тіла, щоб підтримувати температуру всередині [112]. Молочні корови є термостатичними тваринами і поширюють тепло назовні головним чином через випаровування, провідність, конвекцію та випромінювання [33, 34]. Коли теплопродукція та тепловіддача корів досягають відносного балансу, вони здорові, а продуктивність знаходиться на

максимальному рівні. В кліматичній зоні, в якій знаходиться Україна, для утримання корів молочного напрямку продуктивності було передбачено будувати капітальні корівники в яких забезпечуються відповідні параметри мікроклімату як в теплий, так і холодний період року. Такі корівники були розраховані не лише для забезпечення оптимальних умов утримання корів, але й умов праці для операторів машинного доїння, оскільки доїння корів відбувалося в стійлах. Запровадження інтенсивних технологій виробництва молока передбачає використання спрощених конструкцій корівників у яких найбільш оптимальні параметри мікроклімату вдається підтримувати в перехідні періоди року (осінь і весна), а в літній і зимовий періоди, коли відмічаються річний максимум і річний мінімум температур цього досягти не завжди вдається (див. табл. 3.2, рис. 3.1).

Теплове середовище є важливим фактором, що впливає на холодний стрес у молочних корів, і основні аспекти, що сприяють холодному стресу у молочних корів, включають температуру, вологість, швидкість руху повітря [118]. Швидкість руху повітря в корівнику каркасного типу в період мінімальних температур коливалася в значних межах, що визначало інтенсивність вентиляції і накопичення шкідливих газів, зокрема аміаку, рівень якого досягав і перевищував ГДК в окремі часові періоди доби (див. табл. 3.13, 3.14, рис. 3.4). Недостатня вентиляція взимку часто призводить до підвищення рівня забруднюючих речовин у корівниках, що є більш шкідливим для здоров'я корів, і ще більше посилює ступінь холодного стресу взимку [41, 101, 102].

Температура корму, який роздавали лактуючим коровам, на кормовому столі залежала як від температури повітря в корівнику, так і від вихідної температури кормової суміші. Оскільки кормосуміш, яка використовується для годівлі корів, має температуру близьку до атмосферного повітря, то після роздачі вона нагрівається і майже досягає температури повітря у корівнику. При цьому температура корму була нижчою від температури води для напування корів протягом більшої частини доби. З 12.00 до 18.00 години

температура кормової суміші на кормовому столі була максимальною і наближалась до температури води для напування корів, а після 18.00 знижувалась відповідно до температури повітря (див. табл. 3.19, 3.20).

Що стосується температури води для напування корів, то її добова динаміка була менш вираженою і вона також залежала від температури повітря в корівнику. При цьому слід відмітити, що в найбільш холодний період року температура кормосуміші для годівлі корів, а також температура води для їх напування були нижчими за рекомендовані більшістю дослідників. Так, вважають [53], що на споживання води молочними коровами прямо чи опосередковано впливає кілька факторів, зокрема прямі фактори такі як порода, маса тіла, фізіологічний стан, вік, стрес, екологічна адаптація та фактори навколишнього середовища, а саме сезон року, температура навколишнього середовища, вологість, швидкість вітру та опади. Автори зазначають, що для достатнього споживання дійними коровами води, різниця між температурою води та температурою тіла корів повинна бути мінімальною. Вони також продемонстрували, що тепла вода може покращити продуктивність молочної худоби. В основі подолання холодного стресу лежить здатність теплої води знижувати витрати тепла на нагрівання кормової суміші і збереженні енергії молочної худоби, а в умовах холодної зими високогірних районів навіть рекомендовано випоювати коровам воду підігріту до температури 35-40°C [52]. Ряд вчених [96] у своїх дослідженнях також зазначають, що вода температурою 8,2 °C вважається як холодна, що зменшує її споживання і спричиняє зниження температури рубцевого вмістимого і погіршує травлення в передшлунках великої рогатої худоби.

Що стосується відносної вологості повітря корівника, то в даному випадку вона суттєво не залежала від вологості атмосферного повітря (див. рис. 3.12). Слід також відзначити, що відносна вологість повітря в корівнику в найбільш холодний період року у добовій динаміці була в діапазоні нормативних значень для корів, який знаходиться в межах 40-80% [139]. При цьому найвищі значення відносної вологості повітря у повітрі корівника

каркасного типу було зареєстровано в нічний час з 0.00 до 6.00 години і з 18.00 до 24.00 години. У період з 6.00 до 18.00 години відносна вологість атмосферного повітря і повітря корівника знаходились майже на однаковому рівні. Це пояснюється в першу чергу виконанням технологічних операцій в цей час, які пов'язані з роздаванням кормів, гноєвидаленням та доїнням корів, що передбачає часте відкривання та закривання воріт і більш інтенсивний повітрообмін у приміщенні внаслідок руху автотранспорту, обслуговуючого персоналу та самих тварин.

Вважають, що відносна вологість повітря в корівнику в найбільш холодний період року повинна знаходитись в межах 40 – 80%, що відповідає більшості отриманих нами даних [139]. Дослідження [119] також показали, що якщо вологість у корівнику взимку перевищувала 80%, таке приміщення було непридатним для утримання молочних корів. На відміну від цих досліджень інші вчені [73] припускають, що верхня межа вологості в корівниках може становити 85%, а коли повітря майже насичене вологістю (100%), відбувається зволоження поверхні шкіри, яке збільшує тепловтрати тіла корови, сприяє розвитку патогенної мікрофлори і викликає захворювання. Однак, більшість дослідників вважають, що оптимальна відносна вологість у корівнику в зимовий період повинна забезпечуватись у більш вузькому діапазоні, який знаходиться в межах 50 – 70%, що має певні протиріччя з вище викладеними точками зору і пояснюється різними умовами утримання корів, конструкцією корівників і різними системами забезпечення мікроклімату, зокрема системами вентиляції і каналізації.

Для більш об'єктивної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень, зокрема корівників, рекомендують використовувати температурно-вологісний індекс. Він є найбільш широко використовуваним критерієм оцінки впливу фізичних факторів навколишнього середовища на терморегуляцію організму тварин і більш об'єктивно відображає поєднання температури і відносної вологості навколишнього середовища [137]. Хоча цей індекс найчастіше використовується для оцінки теплового стресу, його також рекомендують

використовувати для оцінки холодового стресу худоби. В дослідженнях ряду авторів [135, 136] наведено класифікацію порогу холодового стресу за температурно-вологісним індексом (ТНІ) наступним чином:

$\text{ТНІ} > 38$  – відсутність стресу;

$25 < \text{ТНІ} \leq 38$  – легкий стрес;

$8 < \text{ТНІ} \leq 25$  – помірний стрес;

$-12 < \text{ТНІ} \leq 8$  – сильний стрес;

$-25 < \text{ТНІ} \leq -12$  – екстремальний стрес;

$\text{ТНІ} \leq -25$  – небезпечний стрес.

Згідно наведеної вище класифікації рівень холодового стресу для корів, які утримувались в нашому дослідженні у зимовий період у великогабаритних корівниках каркасного типу, оцінюється як легкий і короточасний, оскільки за тривалістю він не перевищує 6 годин на добу (див. рис. 3.3).

Як видно з отриманих нами результатів дослідження, ТНІ атмосферного повітря був нижчим 38 одиниць протягом всього періоду досліджень, тоді як у корівнику каркасного типу для утримання лактуючих корів він був у межах даного нормативу за винятком найбільш холодного періоду доби з 0.00 до 6.00, коли він не відповідав рекомендованому значенню і опускався до 35 одиниць (див. рис. 3.3). Це розцінюється як короточасний холодний стрес, який на тлі низької температури корму та води здатний викликати певні зміни в адаптаційній здатності організму лактуючих корів.

Відомо, що низька температура навколишнього середовища взимку зумовлює формування несприятливого мікроклімату корівника. Крім того, сильний зимовий вітер і сніг сприяють збільшенню тепловтрат організмом, що може посилити холодний стрес худоби. Корови молочного напрямку продуктивності у період холодної зими можуть зменшити молочну продуктивність. При цьому відзначають, що голштинська худоба більш чутлива ніж місцеві породи [67]. За тривалих холодних умов навколишнього середовища середньодобовий приріст, коефіцієнт конверсії корму та імунна

функція великої рогатої худоби значно знижуються як в межах породи [91], так і в крос-бредної худоби [30].

Як показали наші дослідження корови породи чорно-рябий голштин суттєво не змінюють свою поведінку в умовах легкого короточасного холодового стресу. Разом з тим, навіть короточасне зниження температури огороджуваних конструкцій, а саме гнойових каналів, кормового столу і внутрішнього обладнання корівника спричиняє замерзання кормів і гною, що ускладнює процеси його видалення з корівника і створює умови для негативного мікроклімату (див. табл. 3.16-3.17), зниженню інтенсивності вентиляції і накопиченню аміаку у повітрі в окремі часові періоди доби вище ГДК.

Одержані нами дані узгоджуються з результатами досліджень інших вчених, які свідчать, що мікроклімат корівників залежить від зовнішньої температури повітря, способу гноевидалення і зберігання гною, наявності залишків корму, що спричиняє накопичення у повітрі корівників газоподібних забруднювачів, зокрема  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  та  $\text{CH}_4$ . Концентрації  $\text{CO}_2$ , та  $\text{NH}_3$  мають найбільший вплив на продуктивність і стан здоров'я молочних корів [85, 122]. Аміак є найбільш небезпечним токсичним газом для здоров'я молочних корів [106] і в основному походить від коров'ячого гною та псування корму. Коли концентрація  $\text{NH}_3$  у повітрі підвищується, це може спричинити високу концентрацію  $\text{NH}_3$  у крові тварин, впливаючи на метаболізм нервових і м'язових клітин мозку та пригнічуючи центр живлення [134].

За короточасного холодового стресу високопродуктивні корови зарубіжної селекції зменшують тепловіддачу через шкіру за рахунок зниження температури в ділянках тулуба і шиї, грудної кінцівки і голови, тоді як в ділянках тазової кінцівки і вимені спостерігається більш стабільна температура шкіри (див. табл. 3.21), що пов'язано з високим функціональним навантаженням особливо на молочну залозу у високопродуктивних лактуючих корів. Порівняти отримані нами результати досліджень досить складно,

оскільки вплив низьких температур зовнішнього середовища на організм великої рогатої худоби м'ясного чи молочного напрямку продуктивності в основному досліджували у в умовах цілорічного випасу на природних пасовищах [123], тоді як в умовах утримання в легкозбірних корівниках каркасного типу таких досліджень не достатньо. Враховуючи глобальні зміни клімату за останні декілька десятиріч у Центральній та Східній Європі відмічають посилення коливань температури в зимовий період, що певною мірою відображається на продуктивності та адаптаційній здатності дійних корів [21, 22, 24]. У цьому дослідженні вказано, що у центральній частині України (Київська область) протягом січня-лютого відмічали низькі середньодобові температури, які коливалися в межах від -12,2 до -18,7 °С з сильними поривами вітру та щоденними опадами у вигляді снігу. Автори даної публікації навіть пропонують утеплення легкозбірних корівників для утримання корів.

Для розробки ефективних науково обгрунтованих рекомендацій щодо заходів направлених на поліпшення мікроклімату корівників з сучасних конструкцій каркасного типу необхідно враховувати клінічні, морфологічні та біохімічні характеристики корів залежно від рівня продуктивності та віку.

Враховуючи зміни клімату, які відбуваються останніми десятиріччями, можливо очікувати більш різких перепадів температури в теплий та холодний сезони року на різних континентах [70]. Тому важливе значення для великої рогатої худоби має здатність до акліматизації особливо під час імпорту поголів'я тварин зарубіжної селекції в Україну. Велика рогата худоба здатна відчувати холодний стрес у найбільш холодний сезон року, який припадає в кліматичній зоні України на січень-лютий [21, 22, 24]. Холодовий стрес здатний негативно впливати на метаболічний та імунний статус організму корів [66, 68], що у свою чергу знижує молочну продуктивність тварин, водночас збільшуючи економічні втрати.

Ці зміни можуть бути пов'язані з відмінностями в адаптації до низької температури, коли організму необхідна додаткова енергія для підтримання

температури тіла і зниження тепловтрат. Значна кількість досліджень була проведено на худобі м'ясного напрямку продуктивності, де було доведено, що тривале перебування в холодному середовищі може викликати стресову реакцію, в основі якої лежить метаболічна регуляція теплоутворення.

Доведено [132], що поведінка, функція травлення та вміст ферментів і гормонів у тканинах організму у великої рогатої худоби симентальської породи змінювалися протягом зими, що посилювало виробництво тепла організмом для підтримки постійної температури тіла і в кінцевому підсумку призвело до порушення росту та розвитку.

Дослідження [77] показали, що за холодового стресу у великої рогатої худоби підвищується швидкість метаболізму, що викликає збільшення частоти серцевих скорочень, ректальної температури тіла, поглиблення дихання та появи м'язового тремору. У такому стані у великої рогатої худоби, зокрема молодняка підвищується рівень кортизолу і неестерифікованих жирних кислот на фоні зниження вмісту глюкози в крові, що суттєво впливає на споживання корму через зміни в енергетичному метаболізмі організму. Проведеними дослідженнями ми не відмічали явищ тремору м'язів у високопродуктивних лактуючих корів, що, ймовірно, пов'язано з незначною силою і тривалістю холодового стресу.

Вважають, що крім ректальної температури важливим показником адаптаційної здатності худоби є температура шкіри різних ділянок тіла, що може використовуватись для оцінки внутрішнього балансу організмів жуйних і безпосередньо відображати стан здоров'я корів [131].

В даний час дослідники запропонували різні методи оцінки холодового стресу, засновані на взаємозв'язку між тепловими факторами навколишнього середовища та продуктивністю або поведінкою худоби. Наразі, з розвитком сучасних інформаційних технологій, дослідники отримали різноманітні фізіологічні та поведінкові характеристики корів за допомогою носіїв або безконтактних методів моніторингу, що дозволили виявити фізіологічні реакції у корів, які значною мірою пов'язані з холодним стресом [56, 105].

На тлі холодового стресу змінюється модель поведінки худоби, включаючи час стояння та лежання, зокрема дослідники [76] повідомили про збільшення тривалості перебування корів у положенні стоячи та зменшення тривалості положення лежачи у симентальських корів за холодового стресу. Це явище вказує на те, що мокра підлога корівника впливає на поведінку худоби, і вони воліють стояти, а не лежати, щоб збалансувати тепло свого тіла. Як показали наші дослідження, суттєвих змін поведінки лактуючих корів за короткочасного холодового стресу не відбувається, що пояснюється адаптацією великої рогатої худоби до низьких температур (див. табл. 3.22). Різні стадії росту, фізіологічного стану, молочної продуктивності та породні особливості великої рогатої худоби по-різному реагують на енергетичні потреби та метаболічні реакції, що призводить до різної стійкості до холодового стресу [75]. Однак залишаються не з'ясованими питання щодо метаболічної реакції організму корів на дію холодового стресу залежно від добового надою молока та віку, що пов'язано з кількістю лактацій.

Одним із важливих критеріїв, які характеризують здатність високопродуктивних лактуючих корів адаптуватись до низьких температур повітря, є вивчення їх морфологічного складу та показників кислотно-лужного стану крові. Дослідженнями встановлено, що гематологічні показники у високопродуктивних лактуючих корів першої, другої та третьої лактацій з різною молочною продуктивністю в найбільш холодний період зимового утримання не відрізнялись між собою за винятком кількості лейкоцитів (див. табл. 3.23). У корів першої лактації з добовим надаєм 35-40 кг молока, а також у корів другої та третьої лактації з надоями 20-25 та 35-40 кг молока чисельність лейкоцитів у крові була нижчою ( $p < 0,05$ ) ніж у корів першої лактації з добовим надоєм 20-25 кг молока.

Що стосується лейкограми крові корів, то співвідношення паличкоядерних нейтрофілів у крові корів не змінювалось залежно від рівня молочної продуктивності, а співвідношення сегментоядерних нейтрофілів у крові корів було нижчим ( $p < 0,05$ ) лише у корів третьої лактації за обох рівнів

молочної продуктивності порівняно з аналогічними показниками у корів другої лактації з добовим надоем 35-40 кг молока. Співвідношення лімфоцитів, моноцитів і еозинофілів у крові корів у найбільш холодний період року не залежало від лактації і від молочної продуктивності. Більшість отриманих нами даних узгоджуються з нормативами, встановленими для голштинської худоби залежно від лактації і віку корів [87]. Зокрема автори встановили вищі значення для клітин червоної і білої крові у корів першої лактації ніж у корів старшого віку, що прослідковується і наших результатах досліджень отриманих за впливу холодового стресу.

Результати наших досліджень певною мірою узгоджуються з даними інших дослідників [30], які у своєму експерименті вивчали вплив холодового стресу за оцінкою Wind Chill Temperature (WCT) на гематологічні параметри крос-бредної худоби. Зокрема в даному дослідженні доведено, що за діапазону температур від  $13,51 \pm 1,09$  до  $5,67 \pm 0,51$ . С протягом 14 тижнів не було виявлено впливу WCT на концентрацію гемоглобіну, швидкість осідання еритроцитів і гематокрит, але інших показників гематологічного профілю до уваги не було взято. Разом з тим в даному дослідженні вказано, що холодовий стрес очевидний у схрещуваннях великої рогатої худоби за температури WCT від  $5,67 \pm 0,51$  до  $16,01 \pm 0,72$ °C. Отримані експериментальні дані [111] вказують про збільшення кількості еритроцитів у крові телят під час холодового стресу. В іншому дослідженні за холодового стресу у корів джерсейської породи у зимовий період реєструвалося вірогідне підвищення ( $p < 0,05$ ) кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокриту на тлі зниження чисельності лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів і гранулоцитів у крові порівняно з літнім періодом [49].

Дослідження показників кислотно-лужного стану крові лактуючих корів з різною молочною продуктивністю та за різних лактацій, проведені в найбільш холодний період зими України, особливої різниці між різними тваринами різного віку та молочною продуктивністю не підтвердило. У лактуючих корів першої, другої та третьої лактацій, які мали різну молочну

продуктивність, величина рН крові, парціальний тиск кисню, рівень бікарбонатів та загальної вуглекислоти суттєво не відрізнялись в найбільш холодний період зими (див. табл. 3.24). Що стосується парціального тиску  $\text{CO}_2$ , то у корів першої лактації незалежно від рівня молочної продуктивності він був нижчим ( $p < 0,05$ ) ніж у корів другої та третьої лактацій незалежно від продуктивності.

У корів першої, другої та третьої лактацій незалежно від рівня молочної продуктивності зареєстровано від'ємне значення зсуву буферних основ, що корелює із значенням рН крові і свідчить про розвиток в організмі тварин метаболічного ацидозу, більшою мірою пов'язаного із особливостями годівлі, оскільки в раціоні лактуючих корів міститься висока кількість концентрованих кормів. Це вказує на метаболічні зрушення в організмі, як відповідь на значну кількість високобілкових концентрованих кормів в раціоні корів.

Враховуючи, що більшість досліджень вчених пов'язана з вивченням впливу теплового стресу на кислотно-лужну рівновагу крові корів, порівняти отримані нами результати досліджень за впливу холодного стресу на вище вказані параметри неможливо. Тому для порівняння отриманих нами результатів дослідження було взято фізіологічні параметри для крові молочної худоби величин рН, парціального тиску вуглекислого газу ( $P_{\text{CO}_2}$ ), концентрації надлишку основ ( $[\text{BE}]$ ) і стандартного бікарбонату ( $[\text{HCO}_3^-]$ ), які повинні становити 7,38–7,43; від  $-0,5$  до  $4,5$  і 23,5–27 ммоль/л відповідно [69]. Необхідно відзначити, що хоча величина рН та стандартних бікарбонатів у крові у корів за короткочасного холодного стресу була в межах нормативного значення, однак зсув буферних основ був більше вираженим у корів старшого віку з добовим надоєм 35-40 кг молока, зокрема другої та третьої лактації. Це більшою мірою пояснюється вичерпанням лужних еквівалентів в організмі лактуючих корів з віком та більш посиленням їх виведенням з молоком у корів з надоєм 35-40 кг молока.

Порівняти отримані нами результати досліджень з даними інших авторів складно ще й по тій причині, що більшість досліджень направлена на

виявлення механізмів компенсації тепловтрат в організмі корів за холодного стресу. Разом з тим, вказують [54], що в основі збереження тепла в тканинах корів у період холодного стресу відбувається зниження парціального тиску кисню, яке пов'язують з респіраторним ефектом, який досягається через зниження частоти дихання і відповідно насичення артеріальної крові киснем. Це певною мірою узгоджується з результатами наших досліджень, які вказують на підвищення парціального тиску вуглекислого газу у крові лактуючих корів старшого віку, зокрема другої та третьої лактацій порівняно з коровами першої лактації.

Одним із важливих показників, які характеризують здатність високопродуктивних лактуючих корів залежно від молочної продуктивності і віку адаптуватись до холодного стресу є вивчення їх метаболічного статусу. Зміна факторів зовнішнього середовища, що часто спостерігається в зимовий період, коли температура зовнішнього повітря знижується до  $-20^{\circ}\text{C}$  і нижче, не тільки впливає на мікроклімат приміщень для утримання лактуючих корів, але й змінює споживання корму та процеси терморегуляції у тварин, зокрема через посилення процесів теплоутворення. Це в свою чергу впливає на інтенсивність метаболічних процесів в тканинах, функціональний стан внутрішніх органів тварин, які відображаються зміною біохімічних показників крові.

Короткочасний холодний стрес суттєво не впливав на показники білкового обміну у тканинах лактуючих корів, зміни обміну вуглеводів, зокрема глюкози у плазмі крові не носили закономірного характеру. Більшою мірою холодний стрес у корів викликав зміни метаболізму ліпідів. При цьому виявлене збільшення загального вмісту ліпідів у плазмі крові зі збільшенням віку корів, що пов'язано з адаптаційною здатністю метаболічної системи в період холодного стресу і інтенсивністю використання ліпідів як енергетичного джерела для теплоутворення.

Отримані нами результати досліджень важко порівняти з аналогічними даними інших дослідників у зв'язку з кліматичними особливостями кожної географічної зони. Дані, отримані з використанням великої рогатої худоби

симентальської породи свідчать про більш виражений вплив тривалого холодового стресу на метаболічний статус організму тварин ніж ми відмічали у своєму дослідженні на коровах голштинської породи [132]. Зокрема в цьому дослідженні доведено, що тривалий холодний стрес підвищував концентрацію глюкози, ферментів метаболізму глюкози, глюкокортикоїдів, трийодтироніну та тетраїодтироніну в плазмі крові симентальської худоби, але рівні тригліцеридів,  $\beta$ -гідроксибутирату, пропіонату, інсуліну та гормону росту було знижено. Автори зазначають, що тривалий холодний стрес може пригнічувати функцію травлення великої рогатої худоби симентальської породи та посилювати енергетичний обмін організму та дисбаланс гормонів стресу. В іншому дослідженні [86] доведено, що навіть 2-добове зниження температури повітря в корівнику нижче критичного мінімуму спричиняє у голштино-фризьких корів зниження надоїв молока. При цьому реакція корів на температурний стрес залежала від їх віку.

Дослідження проведені на бугайцях та телятах м'ясної породи свідчать за екстремального холодового стресу свідчать про підвищення рівня кортизолу в крові та нестерифікованих жирних кислот [77]. Однак у телят за холодового стресу відмічали зниження рівня глюкози в крові. Автори зазначають, що така метаболічна реакція великої рогатої худоби за холодового стресу характеризує їх фізіологічну реакцію для підтримки гомеостазу незалежно від стадії росту.

Одними з важливих критеріїв оцінки функціонального стану печінки та здатності організму адаптуватися до підвищеної потреби в енергетичних ресурсах є активність трансаміназ, зокрема АЛАТ та АсАТ у плазмі крові корів. Аспартатамінотрансферазна активність крові у корів зі збільшенням віку знижувалась порівняно з коровами першої лактації, однак закономірності щодо зміни активності цього ферменту у плазмі крові корів залежно від молочної продуктивності не виявлено (див. табл. 3.26). Короткочасний холодний стрес суттєво не впливав на аланіамінотрансферазну та амілазну активність плазми крові лактуючих корів.

За короткочасного холодого стресу у корів з підвищенням віку та молочної продуктивності відмічали зниження лужнофосфатазної активності плазми крові (див. табл. 3.26). Отримані нами результати досліджень узгоджуються з аналогічними даними [30], які свідчать хоча й про достовірний, але незначний вплив холодого стресу на біохімічні параметри крос-бредної великої рогатої худоби, зокрема на активність АсАТ, яка знижувалась у плазмі крові корів з листопада до березня на 7,8%, а активність АлАТ – навпаки – у цей період збільшувалась в 1,3 раза. Активність ферментів антиоксидантного захисту піддавалась більш вираженому впливу: на тлі стабільної активності супероксиддисмутази активність глутатіонпероксидази знижувалась в зимові місяці в 1,9 раза порівняно з осінніми та весняними.

Таким чином, отримані нами результати досліджень можуть бути основою для удосконалення систем термоізоляції і вентиляції великогабаритних корівників каркасного типу.

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі зроблено аналіз адаптаційної здатності корів породи чорно-рябий голштин німецької селекції до кліматичних умов України в найбільш холодний період року на основі оцінки параметрів мікроклімату великогабаритного корівника каркасного типу, клінічних, гематологічних, метаболічних параметрів організму корів залежно від віку і молочної продуктивності. Встановлено, що в період оптимальних температур атмосферного повітря у лактуючих та сухостійних корів клініко-гематологічні показники, інтенсивність обміну речовин та поведінка знаходяться в межах фізіологічних коливань.

Доведено, що в період мінімальних температур атмосферного повітря в кліматичній зоні України, який припадає на лютий, спостерігається зниження температурно-вологісного індексу повітря великогабаритного корівника каркасного типу нижче зони комфорту для лактуючих корів, що відповідає короткочасному холодовому стресу легкого ступеню і спричиняє зниження температури кормів, води та огорожуючих конструкцій. Короткочасних холодовий стрес легкого ступеню суттєво не впливає на клінічні, гематологічні і метаболічні параметри лактуючих корів, які більшою мірою залежать від їх віку, рівня молочної продуктивності і раціону годівлі.

1. За оптимальних температур атмосферного повітря мікроклімат великогабаритного корівника каркасного типу, фізичні показники внутрішнього обладнання, кормової суміші, води та екскрементів корів відповідали встановленим гігієнічним вимогам, а поведінка тварин була характерною для зони комфорту.
2. Дослідженнями не виявлено суттєвих змін клінічних та гематологічних показників, метаболічного статусу у лактуючих корів зарубіжної селекції за оптимальних температур. Встановлено зміни параметрів

- кислотно-лужної рівноваги крові високопродуктивних лактуючих корів, стан якої характеризувався як некомпенсований метаболічний ацидоз.
3. За інтенсивних технологій виробництва молока в умовах оптимального діапазону температур гематологічні та метаболічні параметри, а також кислотно-лужний стан крові лактуючих та сухостійних корів породи чорно-рябий голштин німецької селекції були характерні для їх фізіологічного стану та рівня годівлі.
  4. За досягнення температури атмосферного повітря  $-22,6^{\circ}\text{C}$  відбувається зниження температури повітря великогабаритного корівника каркасного типу і температурно-вологісного індексу в нічний період менше 38, що оцінюється як легкий холодний стрес корів.
  5. Короткочасний холодний стрес легкого ступеню викликає зниження кількості лейкоцитів у крові корів першої лактації з добовим надоем 35-40 кг молока, а в корів другої та третьої лактації незалежно від надоею.
  6. За короткочасного холодного стресу у крові корів третьої лактації виявлено зниження частки сегментоядерних нейтрофілів, тоді як у корів молодшого віку таких змін не виявлено.
  7. У найбільш холодний період зими у крові корів першої лактації виявлено зниження парціального тиску  $\text{CO}_2$ . У корів першої, другої та третьої лактації незалежно від рівня продуктивності зареєстровано від'ємне значення зсуву буферних основ, яке узгоджується з показником рН крові і свідчить про розвиток в організмі тварин метаболічного ацидозу.
  8. Короткочасний холодний стрес не впливає на рівень загального білку, сечовини, вміст холестеролу, глюкози та кальцію, але збільшує загальний вміст ліпідів у плазмі крові корів другої лактації з добовим надоем 20-25 кг молока на 32,3%, з надоем 35-40 кг молока – в 1,6 раза, у корів третьої лактації з надоем 20-25 кг молока – в 1,5 раза порівняно з даними у корів першої лактації з надоем 20-25 кг молока.

9. Короткочасний холодний стрес легкого ступеню суттєво не впливає на активність АЛАТ та амілази, але знижує активність АсАТ у плазмі крові корів другої та третьої лактації з продуктивністю 20-25 кг молока на добу на 14,3% та 17,8%. Активність ЛФ плазми крові за короткочасного холодного стресу знижується у корів другої лактації з добовим надоєм 35-40 кг молока на 36%, у корів третьої лактації з надоєм 20-25 кг молока – на 44 % та з надоєм 35-40 кг молока – на 38%.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для оптимізації мікроклімату великогабаритного корівника каркасного типу призначеного для утримання лактуючих корів зарубіжної селекції в період мінімальних температур атмосферного повітря необхідно постійно здійснювати контроль температурно-вологісного індексу для своєчасного корегування відхилень основних показників зони комфорту.
2. Для попередження замерзання кормів, води і екскрементів у великогабаритному корівнику каркасного типу в період мінімальних температур атмосферного повітря необхідно здійснити його утеплення та вдосконалення системи вентиляції.
3. Регулярно здійснювати постійний контроль температури води в групових автонапувалках, забезпечуючи її температуру в межах оптимальних значень шляхом електропідігріву.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Aarif, O., Pampori, Z.A., Hasin, D., Sheikh, A. Bhat, I., & Parra, J.D. (2020). Accessing drop in milk production in cattle due to cold climate and subsequent nutrient amelioration in temperate Kashmir. *Indian Journal of Animal Research*, 54(2), 143-148. doi:10.18805/ijar.B-3760
2. Abbas, Z., Hu, L., Fang, H., Sammad, A., Kang, L., Brito, L.F., Xu, Q., & Wang, Y. (2020). Association analysis of polymorphisms in the 50 flanking region of the HSP70 gene with blood biochemical parameters of lactating holstein cows under heat and cold stress. *Animals*, 10, article number 2016. doi:10.3390/ani10112016
3. Abbas, Z., Sammad, A., Hu, L., Fang, H., Xu, Q., & Wang, Y. (2020). Glucose metabolism and dynamics of facilitative glucose transporters (GLUTs) under the influence of heat stress in dairy cattle. *Metabolites*, 10(8), 312. <https://doi.org/10.3390/metabo10080312>
4. Adams, D.C., Nelsen, T.C., Reynolds, W.L., & Knapp, B.W. (1986). Winter grazing activity and forage intake of range cows in the northern great plains. *Journal of Animal Science*, 62, 1240-1246. doi:10.2527/jas1986.6251240x
5. Ammer, S., Lambertz, C., von Soosten, D., Zimmer, K., Meyer, U., Dänicke, S., & Gauly, M. (2018). Impact of diet composition and temperature-humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 103–113. doi:10.1111/jpn.12664
6. Angrecka, S., & Herbut, P. (2015). Conditions for cold stress development in dairy cattle kept in free stall barn during severe frosts. *Czech Journal of Animal Science*, 60(2), 81-87. doi:10.17221/7978-CJAS
7. Angrecka, S., & Herbut, P. (2016). Impact of barn orientation on insolation and temperature of stalls surface. *Annals of Animal Science*, 16, 887–896. doi:10.1515/aoas-2015-0096

8. Angrecka, S., Herbut, P., Godyń, D., Vieira, F. M. C., & Zwolenik, M. (2020). Dynamics of microclimate conditions in freestall barns during winter – a case study from Poland. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 129-136. doi:10.12911/22998993/122235
9. Antanaitis, R., Džermeikaitė, K., Bepalovaitė, A., Ribelytė, I., Rutkauskas, A., Japertas, S., & Baumgartner, W. (2023). Assessment of ruminating, eating, and locomotion behavior during heat stress in dairy cattle by using advanced technological monitoring. *Animals: an open access journal from MDPI*, 13(18), 2825. doi:10.3390/ani13182825
10. Antanaitis, R., Džermeikaitė, K., Šimkutė, A., Girdauskaitė, A., Ribelytė, I., & Anskienė, L. (2023). Use of Innovative Tools for the Detection of the Impact of heat stress on reticulorumen parameters and cow walking activity levels. *Animals: an open access journal from MDPI*, 13(11), 1852. doi:10.3390/ani13111852
11. Baimukanov, D. A., Semenov, V. G., Seidaliyev, N. B., Tyurin, V. G., & Musayev, S. A. (2021). Directed calf raising in the conditions of adaptive technology. *Archives of Razi Institute*, 76(5), 1469-1481. doi:10.22092/ari.2021.355581.1700
12. Balić, I. M., Milinković-Tur, S., Samardžija, M., & Vince, S. (2012). Effect of age and environmental factors on semen quality, glutathione peroxidase activity and oxidative parameters in Simmental bulls. *Theriogenology*, 78(2), 423–431. doi:10.1016/j.theriogenology.2012.02.022
13. Baumgard, L. H., & Rhoads, R. P., Jr (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 311–337. doi:10.1146/annurev-animal-031412-103644
14. Berman, A. (2019). An overview of heat stress relief with global warming in perspective. – *International Journal of Biometeorology*, 63(4), 493–498. doi:10.1007/s00484-019-01680-7

15. Bernabucci, U., & Mele, M. (2014). Effect of heat stress on animal production and welfare: the case of dairy cow. *Effect of heatstress on animal production and welfare: the case of dairy cow. Agrochimica*, 58:53–60.
16. Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 4(7), 1167–1183. doi:10.1017/S175173111000090X
17. Besler, M., Capiński, W., Kęskiewicz, P. (2022). Direct-contact air, gravel, ground heat exchanger in air treatment systems for cowshed air conditioning. *Energies*, 15(1), 234. doi:10.3390/en15010234
18. Bewley, J.M., Robertson, L.M., & Eckelkamp, E.A. (2017). A 100-year review: Lactating dairy cattle housing management. *Journal of Dairy Science*, 100, 10418–10431. doi:10.3168/jds.2017-13251
19. Borshch, A.A., Ruban, S., Borshch, A.V., & Babenko, O.I. (2019). Effect of three bedding materials on the microclimate conditions, cows behavior and milk yield. *Polish Journal of Natural Science*, 34(1), 19-31.
20. Borshch, O. O., Borshch, O. V., & Babenko, O. I. (2022). Adaptation signs of cows for changes of keeping conditions during the winter and summer periods. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, (4 (47), 71-76. doi:10.32845/bsnau.lvst.2021.4.12
21. Borshch, O.O., Borshch, O.V., Mashkin, Yu., Malina, V., & Fedorchenko, M. (2021). Behavior and energy losses of cows during the period of low temperatures. *Scientific Horizons*, 24(5), 46-53 doi:10.48077/scihor.24(5).2021.46-53
22. Borshch, O.O., Borshch, O.V., Sobolev, O.I., Nadtochii, V.M., Slusar, M.V., Gutyj, B.V., Polishchuk, S.A., Malina, V.V., Korol, A.P., Korol-Bezpalá, L.P., Bezpalýi, I.F., & Cherniavskyi, O.O. (2021). Wind speed in easily assembled premises with different design constructions for side curtains in winter. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 325-328. doi: 10.15421/2021\_49

23. Borshch, O.O., Gutyj, B.V., Sobolev, O.I., Borshch, O.V., Ruban, S.Yu., Bilkevich, V.V., Dutka, V.R., Chernenko, O. M., Zhelavskiy, M. M., & Nahirniak, T. (2020). Adaptation strategy of different cow genotypes to the voluntary milking system. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 145–150. doi:10.15421/2020\_23
24. Borshch, O.O., Ruban, S., & Borshch, O.V. (2021). Review: The influence of genotypic and phenotypic factors on the comfort and welfare rates of cows during the period of global climate changes. *Agraarteadus*, 32(1), 25-34. doi:10.15159/jas.21.12
25. Borshch, O.O., Ruban, S.Yu., Gutyj, B.V., Borshch, O.V., Sobolev, O.I., Kosior, L.T., Fedorchenko, M.M., Kirii, A.A., Pivtorak, Y.I., Salamakha, I.Yu., Hordiichuk, N.M., Hordiichuk, L.M., Kamratska, O.I., & Denkovich, B.S. (2020). Comfort and cow behavior during periods of intense precipitation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 98–102. doi:10.15421/2020\_265
26. Bougouin, A., Leytem, A., Dijkstra, J., Dungan, R. S., & Kebreab, E. (2016). Nutritional and environmental effects on ammonia emissions from dairy cattle housing: a meta-analysis. *Journal of Environmental Quality*, 45(4), 1123–1132. doi:10.2134/jeq2015.07.0389
27. Broucek, J., Letkovicova, M., & Kovalcuj, K. (1991). Estimation of cold stress effect on dairy cows. *International Journal of Biometeorology*, 35, 29-32. doi: 10.1007/BF01040960.
28. Broucek, J., Ryba, S., Dianova, M., Uhrincat, M., Soch, M., Sistkova, M., Mala, G., & Novak, P. (2020). Effect of evaporative cooling and altitude on dairy cows milk efficiency in lowlands. *International Journal of Biometeorology*, 64(3), 433–444. doi:10.1007/s00484-019-01828-5
29. Bustos-Vanegas, J. D., Hempel, S., Janke, D., Doumbia, M., Streng, J., & Amon, T. (2019). Numerical simulation of airflow in animal occupied zones in a dairy cattle building. *Biosystems Engineering*, 186, 100–105. doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.07.002

30. Butt, J.H., Konwar, D., Brahma, B., Khan, A., & Chakraborty, D. (2022). Assessment of cold stress in crossbred cattle by wind chill temperature index. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 91(12), 1109–1111. doi:10.56093/ijans.v91i12.119838
31. Cao, Z., Shi, Z., An, X., & Li, G. (2017). Evaluating the thermal insulation of dairy barns in cold regions via infrared thermography. In *Animal Environment and Welfare – Proceedings of International Symposium 2017* (pp. 53-60). Chongqing: China Agriculture Press.
32. Chang-Fung-Martel, J., Harrison, M. T., Brown, J. N., Rawnsley, R., Smith, A. P., & Meinke, H. (2021). Negative relationship between dry matter intake and the temperature-humidity index with increasing heat stress in cattle: a global meta-analysis. *International Journal of Biometeorology*, 65(12), 2099–2109. doi:10.1007/s00484-021-02167-0
33. Chase, L. E. (2011). Cold stress: Effects on nutritional requirements, health and performance. *Journal of Dairy Science*, 4, 2582–2586. doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.21234-1
34. Chase, L.E. (2020). Cold stress: Effects on nutritional requirements, health and performance Reference Module in Food Science, Cornell University , pp. 1-21
35. Chen, J. M., Stull, C. L., Ledgerwood, D. N., & Tucker, C. B. (2017). Muddy conditions reduce hygiene and lying time in dairy cattle and increase time spent on concrete. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2090–2103. doi:10.3168/jds.2016-11972
36. Coloma-García, W., Mehaba N., Such X., Caja G., & Salama, A.A.K. (2020). Effects of cold exposure on some physiological, productive, and metabolic variables in lactating dairy goats. *Animals*, 10(12), article number 2383. doi:10.3390/ani10122383.
37. Cook N. B. (2020). Symposium review: The impact of management and facilities on cow culling rates. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3846–3855. doi:10.3168/jds.2019-17140

38. Dado-Senn, B., Ouellet, V., Dahl, G. E., & Laporta, J. (2020). Methods for assessing heat stress in preweaned dairy calves exposed to chronic heat stress or continuous cooling. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 8587–8600. doi:10.3168/jds.2020-18381
39. Dash, S., Chakravarty, A. K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M., & Yousuf, S. (2016). Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary World*, 9(3), 235–244. doi:10.14202/vetworld.2016.235-244
40. DelCurto-Wyffels, H. M., Dafoe, J. M., Parsons, C. T., Boss, D. L., DelCurto, T., Wyffels, S. A., Van Emon, M. L., & Bowman, J. G. P. (2021). The influence of environmental conditions on intake behavior and activity by feedlot steers fed corn or barley-based diets. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(5), 1261. doi:10.3390/ani11051261
41. Deng, S., Shi, Z., Li, B., Zhao, S., Ding, T., & Zheng, W. (2014). CFD simulation of airflow distribution in low profile cross ventilated dairy cattle barn. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 30(6), 139-146. doi:10.3969/j.issn.1002-6819.2014.06.017
42. Dhakal, C.K., Regmi, P.P., Dhakal, I.P., Khanal, B., Bhatta, U.K., Barsila, S.R., & Acharya, B. (2013). Perception, impact and adaptation to climate change: An analysis of livestock system in Nepal. *Journal of Animal Science Advances*. 3(9), 462 -471.
43. Dimov, D., Marinov, I., Penev, T., Miteva, Ch., & Gergovska, Zh. (2019). Animal hygienic assessment of air carbon dioxide concentration in semi-open freestall barns for dairy cows. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(2), 354–362
44. Dos Santos, M. M., Souza-Junior, J. B. F., Dantas, M. R. T., & de Macedo Costa, L. L. (2021). An updated review on cattle thermoregulation: physiological responses, biophysical mechanisms, and heat stress alleviation pathways. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(24), 30471–30485. doi:10.1007/s11356-021-14077-0

45. Duranovich, F., Shadbolt, N., Draganova, I., López-Villalobos, N., Yule I., & Morris, S. (2021). The relative importance of herbage nutritive value and climate in determining daily performance per cow in a pasture-based dairy farm. *Agriculture*, 11, 444. doi:10.3390/agriculture11050444
46. Fabris, T. F., Laporta, J., Skibieli, A. L., Corra, F. N., Senn, B. D., Wohlgemuth, S. E., & Dahl, G. E. (2019). Effect of heat stress during early, late, and entire dry period on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5647–5656. doi:10.3168/jds.2018-15721
47. Fang, H., Kang, L., Abbas, Z., Hu, L., Chen, Y., Tan, X., Wang, Y., & Xu, Q. (2021). Identification of key genes and pathways associated with thermal stress in peripheral blood mononuclear cells of holstein dairy cattle. *Frontiers in Genetics*, 12, 662080. doi:10.3389/fgene.2021.662080
48. Fu, X., Zhang, Y., Zhang, Y. G., Yin, Y. L., Yan, S. C., Zhao, Y. Z., & Shen, W. Z. (2022). Research and application of a new multilevel fuzzy comprehensive evaluation method for cold stress in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 105(11), 9137-9161. doi:10.3168/jds.2022-21828
49. Giri, A., Bharti, V. K., Kalia, S., Ravindran, V., Ranjan, P., Kundan, T. R., & Kumar, B. (2017). Seasonal changes in haematological and biochemical profile of dairy cows in high altitude cold desert. *Indian Journal of Animal Sciences*, 87(6), 723–27. doi:10.21746/ijbio.2016.12.009
50. Girma, F., & Gebremariam, B. (2019). Review on effect of stress on production and reproduction of dairy cattle. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 8(1), 29-32.
51. Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. doi:10.1016/j.gfs.2020.100488
52. Golher, D. M., Thirumurugan, P., Patel, B. H., Upadhyay, V. K., Sahu, S., Gaur, G. K., & Bhoite, S. H. (2015). Effect of drinking water temperature on physiological variables of crossbred dairy cattle at high altitude temperate

- region of Himalayas. *Veterinary World*, 8(10), 1210–1214. doi:10.14202/vetworld.2015.1210-1214
53. Golher, D.M., Patel, B., Bhoite, S.H., Syed, M.I., Panchbhai, G.J., & Thirumurugan, P. (2021). Factors influencing water intake in dairy cows: a review. *International Journal of Biometeorology*, 65(4), 617–625. doi:10.1007/s00484-020-02038-0
54. Habibu, B., Yaqub, L., Dzenda, T., & Kawu, M. (2019). Sensitivity, impact and consequences of changes in respiratory rate during thermoregulation in livestock – a review. *Annals of Animal Science*, 19(2) 291-304. doi:10.2478/aoas-2019-0002
55. Hapsari, F. R., Samsudewa, D., Setiatin, E. T., Ondho, Y. S., Setiaji, A., Harsi, T., Irfan, I. Z., Syamsono, O., & Sukmawati, E. (2022). Seasonal effect on semen quality of Limousine and Simmental bulls. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 47(4), 340-345. doi:10.14710/jitaa.47.4.340-345
56. He, D. J., Liu, D., & Zhao, K. X. (2016). Review of perceiving animal information and behavior in precision livestock farming. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 47(5), 231-244. doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.05.032
57. He, T., Liu, T., Long, S., Zhang, X., Liu, R., Ling, X., Liu, J., & Chen, Z. (2022). Feasibility analysis of the drinking heated water under fencing fattening mode of beef cattle in winter. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 38(3), 182-188. doi:10.11975/j.issn.1002-6819.2022.03.021
58. Helal, A., Hashem, A.L.S., Abdel-Fattah, M.S. and El-Shaer, H.M. (2010) Effect of Heat Stress on Coat Characteristics and Physiological Responses of Balady and Damascus Goats in Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 7, 60-69.
59. Hempel, S., König, M., Menz, C., Janke, D., Amon, B., Banhazi, T. M., Estellés, F., & Amon, T. (2018). Uncertainty in the measurement of indoor

- temperature and humidity in naturally ventilated dairy buildings as influenced by measurement technique and data variability. *Biosystems Engineering*, 166, 58–75. doi:10.1016/j.biosystemseng.2017.11.004
60. Hempel, S., Menz, C., Pinto, S., Galan, E., Janke, D., Estellés, F., Müschner-Siemens, T., Wang, X., Heinicke, J., Zhang, G., Amon, B., del Prado, A., & Amon, T. (2019). Heat stress risk in European dairy cattle husbandry under different climate change scenarios – uncertainties and potential impacts. *Earth System Dynamics*, 10, 859-884. doi:10.5194/esd-10-859-2019
61. Hempel, S., Saha, C. K., Fiedler, M., Berg, W., Hansen, C., Amon, B., & Amon, T. (2016). Non-linear temperature dependency of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy barn. *Biosystems Engineering*, 145, 10–21. doi:10.1016/j.biosystemseng.2016.02.006
62. Henry, B. K., Eckard, R. J., & Beauchemin, K. A. (2018). Review: Adaptation of ruminant livestock production systems to climate changes. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 12(s2), s445–s456. doi:10.1017/S1751731118001301
63. Herbut, P. (2013). Temperature, humidity and air movement variations inside a free-stall barn during heavy frost. *Annals of Animal Science*, 13(3), 587-596. doi:10.2478/aoas-2013-0025
64. Hill, D. L., & Wall, E. (2017). Weather influences feed intake and feed efficiency in a temperate climate. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2240–2257. doi:10.3168/jds.2016-11047
65. Hooda, O.K., & Singh, S. (2010). Effect of thermal stress on feed intake, plasma enzymes and blood biochemicals in buffalo heifers. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 27(2), 122 -127.
66. Hu, L., Brito, L. F., Abbas, Z., Sammad, A., Kang, L., Wang, D., Wu, H., Liu, A., Qi, G., Zhao, M., Wang, Y., & Xu, Q. (2021). Investigating the Short-Term Effects of Cold Stress on Metabolite Responses and Metabolic Pathways in Inner-Mongolia Sanhe Cattle. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(9), 2493. doi:10.3390/ani11092493

67. Hu, L., Brito, L. F., Zhang, H., Zhao, M., Liu, H., Chai, H., Wang, D., Wu, H., Cui, J., Liu, A., Xu, Q., & Wang, Y. (2022). Metabolome profiling of plasma reveals different metabolic responses to acute cold challenge between Inner-Mongolia Sanhe and Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 105(11), 9162–9178. doi:10.3168/jds.2022-21996
68. Hu, L., Kang, L., Wang, S., Li, W., Yan, X., Luo, H., Dong, G., Wang, X., Wang, Y., Xu, Q. (2018). Effects of cold and heat stress on milk production traits and blood biochemical parameters of Holstein cows in Beijing Area. *Scientia Agricultura Sinica*, 51(19), 3791-3799. doi:10.3864/j.issn.0578-1752.2018.19.015
69. Indrova, E., Dolezel, R., Novakova-Mala, J., Pechova, A., Zavadilova, M., & Cech, S. (2017). Impact of acute metabolic acidosis on the acid-base balance in follicular fluid and blood in dairy cattle. *Theriogenology*, 89, 41–46. doi:10.1016/j.theriogenology.2016.09.053
70. IPCC (2019): Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.
71. Izhboldina, O., Mylostyvyi, R., Khramkova, O., Pavlenko, O., Kapshuk, N., Chernenko, O., Matsyura, A., Hoffmann, G. (2020). Effectiveness of additional mechanical ventilation in naturally ventilated dairy housing barns during heat waves. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(3), 56-62. doi:10.15421/2020\_133
72. Jeon, E, Jang, S., Yeo, J-M., Kim, D-W., & Cho, K. (2023). Impact of climate change and heat stress on milk production in korean Holstein cows: a large-scale data analysis, *Animals*, 13(18), 2946. doi:10.3390/ani13182946

73. Jing, Z. P., & Jing X. J. (2021). Cow's requirements for production and living environment. *China Dairy*, 05, 38–40.
74. Johnson, J.S. (2018). Heat stress: Impact on livestock well-being and productivity and mitigation strategies to alleviate the negative effects. *Animal Production Science*, 58(8), 1404-1413. doi:10.1071/AN17725.
75. Kang, H.J., Lee, J., Park, S.J., Jung, D., Na, S.W., Kim, H.J., Baik, M. (2020). Effects of cold temperature and fat supplementation on growth performance and rumen and blood parameters in early fattening stage of Korean cattle steers. *Animal Feed Science and Technology*. 269, 114624. doi:10.1016/j.anifeedsci.2020.114624
76. Kaygusuz, E. & Akdağ, F. (2021). Effect of cold stress on milk yield, milk composition and some behavioral patterns of Simmental cows kept in open shed barns. *Kocatepe Veterinary Journal*, 14 (3), 351-358. doi:10.30607/kvj.952295
77. Kim, W. S., Ghassemi Nejad, J., & Lee, H. G. (2023). Impact of cold stress on physiological, endocrinological, immunological, metabolic, and behavioral changes of beef cattle at different stages of growth. *Animals: an open access journal from MDPI*, 13(6), 1073. doi:10.3390/ani13061073
78. Lees, A.M., Sejian, V., Wallage, A.L., Steel, C.C., Mader, T.L., Lees, J.C., & Gaughan, J.B. (2019). The impact of heat load on cattle. *Animals*, 9(6), article number 322. doi:10.3390/ani9060322
79. Leiva, T., Cooke, R. F., Brandão, A. P., Schubach, K. M., Batista, L. F. D., Miranda, M. F., Colombo, E. A., Rodrigues, R. O., Junior, J. R. G., Cerri, R. L. A., & Vasconcelos, J. L. M. (2017). Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to modulate thermoregulation, physiologic, and production responses in lactating dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4829–4838. doi:10.3168/jds.2016-12258
80. Lezama-García, K., Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Villanueva-García, D., Domínguez-Oliva, A., Gómez-Prado, J., Mora-Medina, P., Casas-Alvarado, A., Olmos-Hernández, A., Soto, P., & Muns, R. (2022). Strategies

- for hypothermia compensation in altricial and precocial newborn mammals and their monitoring by infrared thermography. *Veterinary Sciences*, 9(5), 246. doi:10.3390/vetsci9050246
- 81.Li, H., Zhang, Y., Li, R., Wu, Y., Zhang, D., Xu, H., Zhang, Y., & Qi, Z. (2021). Effect of seasonal thermal stress on oxidative status, immune response and stress hormones of lactating dairy cows. *Animal Nutrition*, 7(1), 216–223. doi:10.1016/j.aninu.2020.07.006
- 82.Lovarelli, D., Finzi, A., Mattachini, G., & Riva, E. (2020). A survey of dairy cattle behavior in different barns in Northern Italy. *Animals*, 10(4), 713. doi:10.3390/ani10040713
- 83.Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712–719. doi:10.2527/2006.843712x
- 84.Mader, T. L., Johnson, L. J., & Gaughan, J. B. (2010). A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *Journal of Animal Science*, 88(6), 2153–2165. doi:10.2527/jas.2009-2586
- 85.Mandel, R., Whay, H. R., Klement, E., & Nicol, C. J. (2016). Invited review: Environmental enrichment of dairy cows and calves in indoor housing. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1695-1715. doi:10.3168/jds.2015-9875
- 86.Marumo, J. L., Lusseau, D., Speakman, J. R., Mackie, M., & Hambly, C. (2022). Influence of environmental factors and parity on milk yield dynamics in barn-housed dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1225–1241. doi:10.3168/jds.2021-20698
- 87.Mekroud, M., Ouchene-Khelifi, N. A., Titi, A., Arzour-Lakehal, N., Ouchene, N., & Mekroud, A. (2022). Hematological and ionic parameters in holstein dairy cows according to the different physiological stage: first report in algeria. doi:10.21203/rs.3.rs-1565124/v1
- 88.Méndez, M. N., Chilibroste, P., & Aguerre, M. (2020). Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: effects of grazing and

- feeding management. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 14(4), 846–853. doi:10.1017/S1751731119002349
89. Mylostyvyi, R. V. & Sejian, V. (2019). Welfare of dairy cattle in conditions of global climate change. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(1), 47–55. doi:10.32819/2019.71009
90. Mylostyvyi, R., Vysokos, M. P., Timoshenko, V., Muzyka, A., Vtoryi, V., Vtoryi, S., Chernenko, O., Izhboldina, O., Khmeleva, O., & Hoffmann, G. (2020). Features of the formation and monitoring of the microclimate in non-insulated barns: unresolved issues. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(2), 73-85. doi:[10.32819/2020.82011](https://doi.org/10.32819/2020.82011)
91. Nakajima, N., Doi, K., Tamiya, S., & Yayota, M. (2019). Effects of direct exposure to cold weather under grazing in winter on the physiological, immunological, and behavioral conditions of Japanese Black beef cattle in central Japan. *Animal Science Journal = Nihon Chikusan Gakkaiho*, 90(8), 1033–1041. doi:10.1111/asj.13248
92. Naseem, S., & King, A. J. (2018). Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment—techniques for its reduction during poultry production. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 15269-15293 doi:10.1007/s11356-018-2018-y
93. National Research Council (NRC) (1981). Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press, Washington, DC
94. Neave, H. W., Schütz, K. E., & Dalley, D. E. (2022). Behavior of dairy cows managed outdoors in winter: Effects of weather and paddock soil conditions. *Journal of Dairy Science*, 105(10), 8298–8315. doi:10.3168/jds.2022-21819
95. Pedersen, S., Blanes-Vidal, V., Joergensen, H., Chwalibog, A., Haeussermann, A., Heetkamp, M.J.W., & Aarnink, A.J.A. Agricultural Engineering international. Carbon dioxide production in animal houses: a literature review. Manuscript BC 08 008, Vol. X. December, 2008. <http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1205/1132>

96. Petersen, M. K., Muscha, J. M., Mulliniks, J. T., & Roberts, A. J. (2016). Water temperature impacts water consumption by range cattle in winter. *Journal of Animal Science*, 94, 10, 4297–4306. doi:10.2527/jas.2015-0155
97. Pilatti, J. A., Vieira, F. M. C., Rankrape, F., & Vismara, E. S. (2019). Diurnal behaviors and herd characteristics of dairy cows housed in a compost-bedded pack barn system under hot and humid conditions. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 13(2), 399–406. doi:10.1017/S1751731118001088
98. Pinto, S., Hoffmann, G., Ammon, C., Amon, B., Heuwieser, W., Halachmi, I., Banhazi, T., & Amon, T. (2019). Influence of barn climate, body postures and milk yield on the respiration rate of dairy cows. *Annals of Animal Science*, 19(2), 469–481. doi:10.2478/aoas-2019-0006
99. Polli, V.A., Costa, P.T., Garcia, J.A.B., Restle, J., Dutra, M.M.M., Vaz, R.Z. (2020). Estresse térmico e qualidade da carne ovina—uma revisão. *Research, Society and Development*, 9, e595997578–e595997578. doi:10.33448/rsd-v9i9.7578
100. Rolando, P. L., Sandoval-Monzón, R. S., Montenegro, M. P., & Ruiz-García, L. F. (2022). Temperature-humidity index and reproductive performance of dairy cattle farms in Lima, Peru. *Open Veterinary Journal*, 12(3), 399–406. doi:10.5455/OVJ.2022.v12.i3.14
101. Rong, L., Liu, D., Pedersen, E. F., & Zhang, G. (2014). Effect of climate parameters on air exchange rate and ammonia and methane emissions from a hybrid ventilated dairy cow building. *Energy and Buildings*, 82, 632-643. doi:10.1016/j.enbuild.2014.07.089
102. Rong, L., Liu, D., Pedersen, E.F., & Zhang, G. (2015). The effect of wind speed and direction and surrounding maize on hybrid ventilation in a dairy cow building in Denmark. *Energy and Buildings*, 86, 25-34.
103. Roy, K. S., & Collier, R. J. (2012). Regulation of acclimation to environmental stress. *Environmental Physiology of Livestock*, 49-63. doi:10.1109/ICME.2012.105

104. Ruban, S., Borshch, O.O., Borshch, O.V., Orischuk, O., Balatskiy, Y., Fedorchenko, M., Kachan, A., & Zlochevskiy, M. (2020). The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 38(1), 61-72.
105. Rutten, C. J., Velthuis, A. G. J., Steeneveld, W., & Hogeveen, H. (2013). Invited review: sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 1928–1952. doi:10.3168/jds.2012-6107
106. Sanchis, E., Calvet, S., Del Prado, A., & Estellés, F. (2019). A meta-analysis of environmental factor effects on ammonia emissions from dairy cattle houses. *Biosystems Engineering*, 178, 176-183. doi:10.1016/j.biosystemseng.2018.11.017
107. Sarentonglaga, B., Sugiyama, T., Fukumori, R., & Nagao, Y. (2019). Effects of a tunnel ventilation system within the tie-stall barn environment upon the productivity of dairy cattle during the winter season. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(5), 748–756. doi:10.5713/ajas.18.0436
108. Scasta, J.D. (2021). Albedo and thermal ecology of white, red, and black cows (*Bos taurus*) in a cold rangeland environment. *Animals*, 11(5), 1186. doi:10.3390/ani11051186
109. Schütz, K. E., Cave, V. M., Cox, N. R., Huddart, F. J., & Tucker, C. B. (2019). Effects of 3 surface types on dairy cattle behavior, preference, and hygiene. *Journal of Dairy Science*, 102(2), 1530–1541. doi:10.3168/jds.2018-14792
110. Sha, T, & Ruth, M. (2018). Impact of heat stress on dairy calves. *Orellana Rivas for Progressive Dairyman*. 12.
111. Shephard, R. W., & Maloney, S. K. (2023). A review of thermal stress in cattle. *Australian Veterinary Journal*, 10.1111/avj.13275. Advance online publication. doi:10.1111/avj.13275

112. Silva, B. (2012). Weather and climate and animal production Guide to Agricultural Meteorological Practices, 134, World Meteorological Organization, pp. 1-21
113. Silva, C. A. dos S., Joset, W. C. L., Lourenço Júnior, J. de B., Barbosa, A. V. C., Silva, W. C. da ., & Silva, J. A. R. da .. (2021). Animal protein consumer's perception on the welfare of production animals in Belém, Pará State, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43, e53784. doi:10.4025/actascianimsci.v43i1.53784
114. Singh, M., Chaudhari, B.K., Singh, J.K., Singh, A.K., & Maurya, P.K. (2013). Effects of thermal load on buffalo reproductive performance during summer season. *Journal of Biological Science*, 1(1), 1-8.
115. Soriani, N., Panella, G., & Calamari, L. (2013). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5082-5094. doi:10.3168/jds.2013-6620
116. Sprinkle, J. E., Sagers, J. K., Hall, J. B., Ellison, M. J., Yelich, J. V., Brennan, J. R., Taylor, J. B., & Lamb, J. B. (2021). Protein supplementation and grazing behavior for cows on differing late-season rangeland grazing systems. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(11), 3219. doi:10.3390/ani11113219
117. Summer, A., Lora, I., Formaggioni, P., & Gottardo, F. (2018). Impact of heat stress on milk and meat production. *Animal Frontiers: the review magazine of animal agriculture*, 9(1), 39–46. doi:10.1093/af/vfy026
118. Sun, X.Q., Zhen, Z.H., Zhou, J., & Hou, Y. (2021). Thermal environment indexes and their application in dairy cows. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 33, 5401-5415.
119. Tang, Y. J., Z. X. Shi, & Deng, S. H. (2019). Winter temperature and humidity testing and analysis of dairy barns in cold regions. *Modernizing Agriculture and Rural Development*, 07, 62–63.

120. Tao, S., & Dahl, G. E. (2013). Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 4079–4093. doi:10.3168/jds.2012-6278
121. Tao, S., Orellana Rivas, R. M., Marins, T. N., Chen, Y. C., Gao, J., & Bernard, J. K. (2020). Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. *Theriogenology*, 150, 437–444. doi:10.1016/j.theriogenology.2020.02.048
122. Teye, F.K., Hautala, M., Pastell, M., Praks, J., Veermäe, I., Poikalainen, V., Pajumägi, A., Kivinen, T., & Ahokas, J. (2008). Microclimate and ventilation in Estonian and Finnish dairy buildings. *Energy and Buildings*, 40, 1194-1201. doi:10.1016/j.enbuild.2007.10.017.
123. Toghiani, S., Hay, E.H., Roberts, A., & Rekaya, R. (2020). Impact of cold stress on birth and weaning weight in a composite beef cattle breed. *Livestock Science*, 236, 104053. doi:10.1016/j.livsci.2020.104053.
124. Tucker, C.B., Rogers, A.R., Verkerk, G.A., Kendall, P.E., Webster, J.R., & Matthews, L.R. (2007). Effects of shelter and body condition on the behaviour and physiology of dairy cattle in winter. *Applied Animal Behaviour Science*, 105, 1-13. doi:10.1016/j.applanim.2006.06.009
125. Turk, R., Rošić, N., Vince, S., Perkov, S., Samardžija, M., Beer-Ljubić, B., Belić, M., & Robić, M. (2020). The influence of heat stress on energy metabolism in Simmental dairy cows during the periparturient period. *Veterinarski Arhiv*, 90 (1), 1-10. doi:10.24099/vet.arhiv.0856
126. Vaculikova, M., Komzakova, I., & Chladek, G. (2017). The effect of low air temperature on behaviour and milk production in holstein dairy cows. *Acta Universitatis Agricultural Silvicultrae Mendeliana Brunensis*, 65, 1623-1627. doi:10.11118/actaun201765051623
127. Varpikhovskiy, R.L., & Kucherenko, O.M. (2021). Influence of room microclimate and conditions maintenance on productivity calf of the milk period. *Евразийский Союз Ученых*, (2-2 (83)), 30-36. doi:10.31618/ESU.2413-9335.2021.2.83.1256

128. Ventura, G., Lorenzi, V., Mazza, F., Clemente, G. A., Iacomino, C., Bertocchi, L., & Fusi, F. (2021). Best Farming Practices for the Welfare of Dairy Cows, Heifers and Calves. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(9), 2645. doi:10.3390/ani11092645
129. Vince, S., Žura Žaja, I., Samardžija, M., Majić Balić, I., Vilić, M., Đuričić, D., Valpotić, H., Marković, F., & Milinković-Tur, S. (2018). Age-related differences of semen quality, seminal plasma, and spermatozoa antioxidative and oxidative stress variables in bulls during cold and warm periods of the year. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 12(3), 559–568. doi:10.1017/S1751731117001811
130. Vitt, R., Weber, L., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S.J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringner, M., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., & Schauburger, G. (2017). Modelled performance of energy saving air treatment devices to mitigate heat stress for confined livestock buildings in Central Europe. *Biosystems Engineering*, 164, 85–97. doi:10.1016/j.biosystemseng.2017.09.013
131. Wang, K., Zhao, X., & He, Y. (2017). Review on noninvasive monitoring technology of poultry behavior and physiological information. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(20), 197-209.
132. Wang, S., Li, Q., Peng, J., & Niu, H. (2023). Effects of long-term cold stress on growth performance, behavior, physiological parameters, and energy metabolism in growing beef cattle. *Animals*, 13, 1619. doi:10.3390/ani13101619
133. Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., Van Baale, M.J., Sanders, S.R., & Baumgard, L.H. (2010). Effect of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2), 644-655. doi:10.3168/jds.2009-2295
134. Wu, W., Zhang, G., & Kai, P. (2012). Ammonia and methane emissions from two naturally ventilated dairy cattle buildings and the influence of

- climatic factors on ammonia emissions. *Atmospheric Environment*, 46, 232-243. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.07.050
135. Xu, M., Wu, S. Y., Huang, C. B., & Shi, X. P. (2015). Cold or heat stress determination of barn cows on temperature and humidity index in Hohhot. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 36, 54-60.
136. Xu, Q., Wang, Y.C., Hu, L.R., & Kang, L. (2018). The effect of temperature stress on milk production traits and bloodbiochemical parameters of Chinese Holstein cows. In *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Auckland, New Zealand, 16 January 2018, 11, 95
137. Yan, G., Li, H., Shi, Z., & Wang, C. (2019). Research status and existing problems in establishing cow heat stress indices. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 35(23), 226-233. doi:10.11975/j.issn.1002-6819.2019.23.028
138. Yáñez-Pizaña, A., Cruz-Cruz, L.A., Tarazona-Morales, A., Roldan-Santiago, P., Ballesteros-Rodea, G., Pineda-Reyes, R., & Orozco-Gregorio, H. (2020). Physiological and behavioral changes of water buffalo in hot and cold systems: Review. *Journal of Buffalo Science*, 9, 110-120. doi:10.6000/1927-520X.2020.09.13
139. Yılmaz, H., Gelaw, F., & Speelman, S. (2020). Analysis of technical efficiency in milk production: a cross-sectional study on Turkish dairy farming. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 49. doi:10.37496/rbz4920180308
140. Yurchenko, A., Daetwyler, H.D., Yudin, N., Robert, D., Schnabel, R.D., Jagt, C.J., Soloshenko, V., Lhasaranov, B., Popov, R., Taylor, J., & Larkin, D.M. (2018). Scans for signatures of selection in Russian cattle breed genomes reveal new candidate genes for environmental adaptation and acclimation. *Scientific Reports*, 8, 12984. doi:10.1038/s41598-018-31304-w.
141. Zhao, Y. (2020). Research progress of cold stress in ruminants. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 32, 5006–5012.

142. Адмін, Є., & Король, А. (2006). Безприв'язне утримання корів при реконструкції чи будівництві молочних ферм. Тваринництво України, 7, 4–6.
143. Балим, Ю.П., & Ковальов, С.К. (2009). Роль біохімічних досліджень крові. Ветеринарна медицина України, 7, 17–18.
144. Барабаш, В., & Гармаш, О. (2005). Вплив акліматизації на спроможність голштинів до виживання і розмноження. Матеріали міжн. наук – практ. конф., Харків. 90, 41–47.
145. Борщ, О. О., & Борщ, О. В. (2021). Порівняння різних систем утримання корів у період теплового стресу. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук, 125, 78–91. doi:10.32900/2312-8402-2021-125-78-91
146. Борщ, О. О., Борщ, О. В., & Бабенко, О. І. (2021). Адаптаційні ознаки корів за зміни умов утримання упродовж зимового та літнього періодів року. Вісник Сумського національного аграрного університету, 4 (47), 71–76. doi:10.32845/bsnau.lvst.2021.4.12
147. Борщ, О. О., Борщ, О. В., & Рубан, С. Ю. (2021). Комфорт корів у періоди інтенсивних атмосферних опадів. Науково-теоретичний фаховий журнал «Науковий вісник «Асканія-Нова», 14, 264-277. doi:10.33694/2617-0787-2021-1-14-264-277
148. Борщ, О. О., Рубан, С. Ю., & Борщ, О. В. (2021). Вплив утеплення корівників на показники мікроклімату у зимовий період. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 70 (2), 160–171. doi:10.32636/01308521.2021-(70)-2-13
149. Борщ, О. О., Рубан, С. Ю., Борщ, О. В., & Федорченко, М. М. (2021). Продуктивність і комфорт утримання корів за низьких температур довкілля. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин, 22 (2), 88–96. doi:10.36359/scivp.2021-222.09

150. Відомчі норми технологічного проектування. (2005). Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). ВНТП-АПК. – 01.05. – К. Міністерство аграрної політики України, 111с.
151. Волощук, В. М., & Хоценко, А. В. (2017). Динаміка температури повітря та внутрішніх елементів конструкції корівника каркасного типу за дії факторів зовнішнього середовища. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, 5(2), 37-41.
152. Гришко, В.А, Балацький, Ю.О., Малина, В.В., Федорченко, М.М., & Бондаренко, Л.В. (2022). Вплив конструктивних особливостей корівників на формування мікроклімату та якісні показники молока. Збірник наукових праць. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 1, 75–82.
153. Гришко, В.А., & Балацький, Ю.О. (2021). Санітарно-гігієнічний стан параметрів мікроклімату приміщень легкокаркасного та реконструйованого корівників у весняний період за безприв'язно боксового утримання дійного стада. Збірник наукових праць. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 1, 65–73.
154. Кудлай, І. (2010). Оцінка молочної продуктивності і якості молока корів різних порід в умовах інтенсивної технології виробництва. Тваринництво України, 9, 14–18.
155. Кутіков, Є.С., & Польщікова, І.Л. (2007). Стрес-відгук організму великої рогатої худоби на проходження критичних точок онтогенезу. Вісник аграрної науки, 6, 39–41.
156. Луценко, М. М., & Галай, О. Ю. (2017). Створення комфортних умов утримання високопродуктивних корів в інноваційних технологіях. Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 21 (35), 313–319.
157. Луценко, М. М., & Галай, О. Ю. (2018). Ресурсозберігаючі технології виробництва молока з використанням легкозбірних приміщень та високопродуктивних доїльних установок. Науковий

- вісник Львівського нац. університету ім. С. З. Гжицького, 20(84), 166–170.
158. Луценко, М. М., Кудлай, І. М., & Ластовська, І. О. (2022). Шляхи відновлення молочного тваринництва України на новій технологічній основі Наукові доповіді НУБіП України, 2(96). 1-10. doi:10.31548/dopovidi2022.02.008
159. Луценко, М.М., & Кудлай, І.М. (2020). Ресурсоощадна технологія вирощування ремонтного молодняка. Збірник наукових праць. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 2(158), 103-110. doi:10.33245/2310-9270-2020-158-2-104-111
160. Милостивий, Р., & Високос, М. (2016). Еколого-генетичне обґрунтування адаптивності голштинської великої рогатої худоби європейської селекції в Придніпровському регіоні, Теоретична та прикладна ветеринарна медицина, 4(1), 140-143.
161. Резнікова, Н.Л. (2010). Порівняльний аналіз впливу окремих середовищних чинників на деякі господарські корисні ознаки молочних корів. Вісник аграрної науки, 3, 32–34.
162. Шкурко, Т. (2007). Адаптація голштинської худоби в степовій зоні України. Тваринництво України, 5, 2–15.
163. Шкурко, Т., & Цхвітава, О. (2010). Рівень стресостійкості можна врегулювати. Тваринництво України, 2, 9–12.
164. Шкурко, Т.П. (2006). Критерії оцінки умов утримання корів. Вісник аграрної науки, 2, 35–37.

## ДОДАТКИ

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ****Статті у наукових фахових виданнях України, які цитуються в міжнародних наукометричних базах:**

1. Захаренко, М., **Олійник, В.**, Поляковський, В., (2019). Морфологічний склад, кислотно-лужна рівновага та білковий спектр крові великої рогатої худоби різного віку зарубіжної селекції. *Український часопис ветеринарних наук*, 10(3). 78-87. <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.03.012> (Захаренко М. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Олійник В. організовано та проведено дослідження показників кислотно-лужної рівноваги крові корів, підготовлено статтю до друку. Поляковський В.М. зробив аналіз параметрів макро- та мікроклімату корівника).
2. Захаренко, М., **Олійник, В.**, Поляковський, В., & Соломон, В. (2019). Температурно-вологісний режим сучасного корівника за низьких температур повітря. *Український часопис ветеринарних наук*, 10(4). 56-69. <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.04.008> (Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Олійник В. організовано та проведено дослідження температурно-вологісних показників корівника, підготовлено статтю до друку. Поляковський В.М. зробив статистичну обробку результатів дослідження. Соломон В.В. оформив статтю і узгодив вимоги з редакцією журналу).
3. Захаренко, М., **Олійник, В.**, Поляковський, В., & Соломон, В. (2020). Добова поведінка та температура тіла лактуючих корів за низької температури повітря в корівнику каркасного типу. *Український часопис ветеринарних наук*, 11(1). 121-133. <https://doi.org/10.31548/ujvs2020.01.013> (Захаренко М. розробив програму досліджень, здійснив загальне керівництво експериментом. Олійник В. організував та провів дослідження температури тіла корів, підготував статтю до друку. Поляковський В.М. зробив аналіз добової динаміки поведінки корів. Соломон В.В. оформив статтю і узгодив вимоги з редакцією журналу).

**Статті у наукових виданнях,  
включених до міжнародних наукометричних баз даних  
Scopus та Web of Science Core Collection**

4. **Oliyuk, V. I.,** Zacharenko, M. O., Shevchenko, L. V., Mykhalska, V. M., Poliakovskiy, V. M., Slobodyanyuk, N. M., Ivaniuta, A. O., Rozbytska, T. V., & Pylypchuk, O. S. (2024). Acid-base balance and morphological composition of blood in high-producing dairy cows under cold stress. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(4), 723–737. <https://doi.org/10.15421/0224104> (*Oliyuk V. I. Організував проведення експерименту з визначення показників кислотно-лужної рівноваги крові корів за холодового стресу. Zacharenko M. O. зробив аналіз та інтерпретацію даних. Shevchenko L. V. підготувала статтю до друку. Mykhalska V. M. виконала гематологічні дослідження корів. Poliakovskiy V. M. дослідив температурно-вологісний режим корівника. Slobodyanyuk N. M. погодила вимоги до оформлення статті з редакцією журналу. Ivaniuta A. O. виконала англomовну редакцію статті. Rozbytska T. V. зробила статистичний аналіз результатів дослідження. Pylypchuk O. S. узгодила зміст і висновки зі співавторами статті*).
5. **Oliyuk, V.,** Zacharenko, M., Shevchenko, L., Mykhalska, V., Poliakovskiy, V., Slobodyanyuk, N., Ivaniuta, A., Pylypchuk, O., Omelian, A., & Gruntkovskiy, M. (2025). Evaluation of metabolic status in Holstein cow under short-term cold stress. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 15(2), 60-68. <https://dx.doi.org/10.51227/ojaf.2025.8> (*Oliyuk V. I. Організував проведення експерименту з визначення показників метаболічного профілю крові корів за холодового стресу. Zacharenko M. O. розробив програму досліджень, виконав аналіз та інтерпретацію даних. Shevchenko L. V. підготувала статтю до друку. Mykhalska V. M. виконала дослідження показників обміну речовин у крові корів. Poliakovskiy V. M. дослідив температурно-вологісний режим корівника. Slobodyanyuk N. M. погодила вимоги до оформлення статті з редакцією журналу. Ivaniuta A. O. виконала англomовну редакцію статті. Pylypchuk O. S. узгодила зміст і висновки зі співавторами статті Omelian A. зробила статистичний аналіз результатів дослідження. Gruntkovskiy M. підготував чорновий макет статті*).

**Тези наукових доповідей:**

6. **Олійник, В. І., & Zakharenko, M. O.** (2019). Fractional composition of blood proteins and metabolism in ruminants. In 3RD International Conference „Smart Bio“ (2019, May). 283. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження білкових фракцій крові корів за холодного стресу, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних).*
7. **Олійник, В. І., Захаренко, М. О., & Шевченко, Л. В.** (2023). Адаптаційна здатність корів зарубіжної селекції в умовах України. Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток ветеринарної медицини», 26 жовтня 2023 року Білоцерківський НАУ. 9-11. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження адаптаційної здатності корів до холодного стресу, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Шевченко Л.В. оформила тези і узгодила вимоги з редакцією).*
8. **Олійник, В. І., Захаренко, М. О., & Шевченко, Л. В.** (2024). Температура шкіри високопродуктивних корів за короткочасного холодного стресу. VI International scientific and practical conference «The aspects of contemporary scientific research that encompass both theoretical and practical components» (January 10-12, 2024) Venice, Italy, International Scientific Unity. 379-381. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження температури шкіри корів під час холодного стресу, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Шевченко Л.В. оформила тези і узгодила вимоги з редакцією).*
9. **Олійник, В. І., Захаренко, М. О., & Шевченко, Л. В.** (2024). Динаміка накопичення аміаку у повітрі великогабаритного корівника каркасного типу. Scientific Collection «InterConf», (186): with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Innovative Development in the Global Science» (January 26-28, 2024; Boston, USA) / comp. by LLC SPC «InterConf». Boston: Independently Published, 2024. 358-360. *(Олійник В. організовано та проведено дослідження вмісту аміаку у повітрі корівника, підготовлено тези до друку. Захаренко М. розробив програму досліджень, зробив аналіз та*

*інтерпретацію отриманих даних. Шевченко Л.В. оформила тези і узгодила вимоги з редакцією)*