



УДК 636.2-053.2.061:591.5

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.4>

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА ДИНАМІКИ РІВНЯ КОРТИЗОЛУ У ТЕЛЯТ ІЗ РІЗНОЮ РЕАКЦІЄЮ НА СТРЕС

М. А. Вінтонів¹

Стрес у сільськогосподарських тварин призводить до погіршення показників продуктивності, загальної життєздатності, а також суттєво впливає на якість отриманої продукції. Питання добробуту тварин є актуальним і потребує поглибленого вивчення для запобігання хронічним стресовим навантаженням.

Метою досліджень було – виявлення особливостей росту та динаміки стресової реакції у телят із різною реакцією на стрес

Дослідження проведені у стаді дослідного господарства «Шевченківське» на телятах української чорно-рябої молочної породи. Для типізації телят за ознакою чутливості до стресу проводили еозинофільний тест, що враховує кількість еозинофільних клітин у зразках крові телят.

Показано наявність негативного впливу стресу на ріст телят. Протягом всього періоду вирощування спостерігали тенденцію переважання стресостійких телят за живою масою. Ця різниця з віком поступово зростала, досягаючи статистично значущого рівня у віці 12 місяців (+19 кг, $P < 0,05$).

Різниця між показниками абсолютного приросту живої маси між групами телят різного стрес-статусу була статистично значущою ($P < 0,05$) у період 3,1–6,0 місяців. За показником середньодобового приросту живої маси стресостійкі телиці переважали ровесниць. Із віком різниця за цим показником зростала з 18 до 51 г. У період 9,1–12,0 місяців міжгрупова різниця за цим показником була статистично значущою ($P < 0,05$).

Для дослідження особливостей адаптаційної здатності визначали тривалість прояву стресової реакції у телят після експериментально індукованого стресу (перегонка телят в інше приміщення). Базовий (середній перед стресовим впливом) рівень кортизолу в сироватці був більший у групі стресочувливих телят ($18,0 \pm 2,59$ нг/мл) порівняно з групою стресостійких ($12,2 \pm 2,21$ нг/мл).

Рівень кортизолу у сироватці телиць різко вірогідно ($P < 0,001$) збільшується через 30 хвилин після дії стресора. Надалі рівень кортизолу поступово зменшується до базового: через 60 хвилин – на 52 % і 59 % по групі стресостійких і стресочувливих телят відповідно. Для групи стресостійких телят спостерігається більш швидке відновлення базового рівня кортизолу (за 2 години) порівняно зі стресочувливими (12 годин).

Отримані дані щодо динаміки рівня кортизолу у двох групах телят демонструє особливості розвитку і затухання стресової реакції, що є актуальним для визначення рівня адаптаційної здатності тварин. Саме тому визначення індивідуальної реакції та тривалість порушення гомеостазу у відповідь на дію стресора за використання біомаркерів має практичне значення для раннього визначення та типізації телят за чутливістю до стресу.

Диференціація телиць за результатами еозинофільного тесту у ранньому віці має зв'язок із рівнем кортизолу у сироватці крові. Наявність індивідуальної мінливості за ознакою чутливості до стресового навантаження потребує подальших досліджень і може бути основою для селекції молодняку за ознакою стійкості до стресу.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, телиця, стресостійкість, стресочувливість.

¹ здобувач ступеня доктора філософії

(Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН, с. Чубинське, Київська область)

e-mail: mikola.vintoniv@ukr.net

ORCID: 0009-0005-3230-736X

DYNAMICS OF CORTISOL LEVELS IN CALVES AFTER THE END OF THE DURATION OF THE STRESSOR

M. A. Vintoniv

Stress in farm animals leads to a deterioration in productivity, overall viability, and also significantly affects the quality of the resulting products. The issue of animal welfare is relevant and requires in-depth study to prevent chronic stress.

The aim of the research was to identify the characteristics of growth and dynamics of stress response in calves with different reactions to stress.

The research was conducted in the herd of the Shevchenkivske research farm on calves of the Ukrainian Black-and-White dairy breed aged 2 months. To type calves according to the sign of sensitivity to stress, an eosinophilic test was performed, which takes into account the number of eosinophilic cells in blood samples of calves.

The negative impact of stress on calf growth was shown. Throughout the entire growing period, a tendency towards the predominance of stress-resistant calves in terms of live weight was observed. This difference gradually increased with age, reaching a statistically significant level at the age of 12 months (+19 kg, $P < 0.05$).

The difference between the absolute live weight gain indicators between groups of calves of different stress status was statistically significant ($P < 0.05$) in the period of 3.1–6.0 months. In terms of the average daily live weight gain, stress-resistant heifers were superior to their peers. With age, the difference in this indicator increased from 18 to 51 g. In the period of 9.1–12.0 months, the between-group difference in this indicator was statistically significant ($P < 0.05$).

To study the features of the adaptive ability of calves, the duration of the manifestation of the stress reaction in calves after experimentally induced stress (moving calves to another room) was determined. The baseline (average before stress exposure) serum cortisol level was higher in the group of stress-sensitive calves (18.0 ± 2.59 ng/ml) compared to the stress-resistant group (12.2 ± 2.21 ng/ml). The serum cortisol level of heifers sharply and significantly ($P < 0.001$) increases 30 minutes after stress. Subsequently, the cortisol level gradually decreases to baseline: after 60 minutes – by 52% and 59%; for the group of stress-resistant and stress-sensitive calves, respectively. For the group of stress-resistant calves, a faster recovery of the baseline cortisol level is observed (in 2 hours) compared to the stress-sensitive (12 hours). The obtained data on the dynamics of the cortisol level in the two groups of calves demonstrate the peculiarities of the development and attenuation of the stress reaction, which is relevant for determining the level of adaptive capacity of animals. That is why the determination of the individual reaction and duration of homeostasis disturbance in response to the stressor using biomarkers is of practical importance for early identification and typing of calves according to their sensitivity to stress.

Differentiation of heifers according to the results of the eosinophil test at an early age is related to the level of cortisol in the blood serum. The presence of individual variability according to the sign of sensitivity to stress requires further research and may be the basis for the selection of young animals according to the sign of stress resistance.

Key words: Ukrainian Black-and-White dairy breed, heifer, stress resistance, stress sensitivity.

Вступ

Сільськогосподарські тварини піддаються впливу різних чинників (біотичних, абіотичних), що потенційно можуть викликати стресове навантаження. У сучасному тваринництві стрес визначають як мобілізацію фізіологічних резервів у відповідь на зовнішні чи внутрішні фактори, що викликають зміни в нейроендокринних, імунних та метаболічних системах живого організму (Грабовський, 2012; Vova et al., 2014; Brandl et al., 2022; Lazzari et al., 2024; Lovarelli et al., 2024). Постійний вплив стресових факторів може супроводжуватись негативними наслідками для організму тварин: зниженням загальної життєздатності (Маковська та ін., 2016), інтенсивності росту (Черненко, 2011;

Маковська і Чулков, 2020; Masmeijer et al., 2021), репродуктивної здатності (Ruttle et al., 2015; Fernandez-Novo et al., 2020; da Silva et al., 2023). У багатьох дослідженнях показано (Hedlund & Lovlie, 2015; Bewley et al., 2017; Стовбецька та ін., 2021; Koenneker et al., 2023; Nielsen et al., 2023; Razzaghi et al., 2023), що підтримання достатнього рівня добробуту і зниження рівня стресових чинників для тварин у промислових підприємствах є обов'язковою умовою реалізації їх генетичного потенціалу за господарськи корисними ознаками.

Реакція на стрес є генетично зумовленою ознакою, яка характеризується індивідуальною мінливістю (Becker et al., 2020; Eisen et al., 2024). Тому дослідження індивідуальної реакції на стресор та динаміки біомаркерів

після завершення дії стресора є актуальним з наукової точки зору, а також має практичне значення для селекції. Дослідження зв'язку рівня чутливості до стресу у молодняку з динамікою рівня кортизолу у сироватці є актуальним з практичної точки зору, оскільки саме у ранньому онтогенезі формуються фізіологічні основи продуктивності і можлива індивідуальна селекція молодняку за ознакою стресостійкості (Collier et al., 2017; Van der Laan et al., 2022).

У молочній худобі, як і в інших сільськогосподарських тварин, реакція на стрес включає складні фізіологічні адаптації, що охоплюють нейроендокринну, імунну та метаболічну системи (Jurkovich et al., 2024), вказуючи на рівень добробуту тварин (Moberg, 2000). Відповідь на вплив стресових факторів супроводжується каскадом нейрогуморальних змін на рівні всіх систем організму тварини (Tiemann et al., 2023). Глюкокортикоїдний гормон кортизол часто пов'язують зі стресом, оскільки його концентрація у крові значно підвищується за наявності стресових умов (Van Reenen et al., 2005; Bristow & Holmes, 2007; Vova et al., 2014; Lee et al., 2015; Chebel et al., 2016; Grelet et al., 2022). Гематологічні показники, як частина адаптаційної відповіді, також відіграють важливу роль у визначенні рівня стресостійкості. Зокрема, у молочних корів виявлено, що тварини з високою стресостійкістю мають більш стабільні біохімічні профілі крові, що може бути використано як маркер адаптації (Finkemeier et al., 2018). Це узгоджується з даними щодо природної резистентності молочної худоби, де гематологічні параметри відображують загальний стан організму та його здатність протистояти стресорам (Osorio, 2020; Cartwright et al., 2021). Досліджувався вплив рівня годівлі і утримання на рівень чутливості до стресу у телят. У той же час, літературні дані щодо дослідження стресової реакції у молодняку обмежені. Дослідження динаміки біомаркерів та типізація телят за чутливістю до стресу має практичне значення для контролю вирощування та селекційної роботи.

Метою досліджень було виявлення особливостей росту та динаміки стресової реакції у телят з різною реакцією на стрес

Матеріал і методи

Дослідження проводилися у стаді української чорно-рябої молочної породи Державного підприємства дослідного господарства «Шевченківське» (Київська область) на телятах (n=112).

Для вивчення динаміки росту телят у період від народження до 12 місяців використовували дані первинного зоотехнічного обліку в господарстві. Визначали показники абсолютного, середньодобового приростів при використанні результатів контрольного зважування.

Гематологічні дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками. Для типізації телят за ознакою чутливості до стресу у віці два місяці проводили еозинофільний тест, що враховує кількість еозинофільних клітин у зразках крові телят після впливу стресового чинника. Стрес-статус визначали за відхиленням від середньої кількості еозинофілів в 1 мл крові у дослідній групі. При класифікації телят за типом стійкості до стресу тварин розподіляли за таким принципом: до стресостійких відносили тих, що мають вміст еозинофільних клітин вищий за середнє по досліджуваній вибірці, а до стресочутливих – нижчий за середній показник (Зубець та ін., 1999). Для вимірювання рівня кортизолу у сироватці крові відбирали групу телят (11 стресочутливих, 12 стресостійких), серед яких було 12 телиць і 11 бичків. Використовували імуноферментний аналізатор (Stat Fax 4700, США) та стандартний набір для кількісного визначення кортизолу (DRG, Німеччина). Рівень кортизолу у сироватці крові визначали до впливу стресового чинника (базовий рівень), через 30 хвилин, 60 хвилин, 120 хвилин, 12 годин після впливу стресора.

Статистичну обробку даних проведено за використання програми Statistica Statistica 13.6.0 (StatSoft). Вірогідність різниці між показниками оцінювали за критерієм Ст'юдента, враховуючи три рівні значущості ($P < 0,05$, $P < 0,01$ та $P < 0,001$).

Результати та їх обговорення

Встановлено, що у дослідній групі телят наступні середні показники – жива маса новонароджених телят ($35,1 \pm 0,31$ кг), жива маса телят у віці 2 місяці ($53,4 \pm 0,82$ кг), середня кількість лейкоцитів ($11,3 \pm 0,38$ тис./мкл), еозинофілів ($24,7 \pm 3,51$ кл/мкл) та еритроцитів ($7,1 \pm 0,23$ млн/мкл) знаходились в межах вікової фізіологічної норми. Отже, тварини, що використовувалися у дослідженнях, були клінічно здоровими і мали фізіологічні показники росту.

За результатами еозинофільного тесту у віці два місяці телиці були диференційовані за ознакою чутливості до стресу, що визначалась через мінливість кількості еозинофілів 1 мкл крові після впливу стрес-

сора. Виявлена індивідуальна мінливість за цією ознакою стала в основі розподілу тварин на групи (стресочутливі, стресостійкі). У загальній групі телят було виявлено 56,5% стресостійких особин, 43,5% – стресочутливих. Різниця за вмістом еозинофілів в крові між групами стресостійких та стресочутливих телят ($21,3 \pm 2,01$ та $27,4 \pm 2,09$, відповідно) була достовірною ($P < 0,05$).

Аналіз динамки росту живої маси телят з різним стрес-статусом впродовж періоду вирощування показав, що тварини віднесені до стресостійких, переважали тих, що виявилися менш стійкими до стресу, за живую масою при народженні на 0,7 кг (рис. 1).

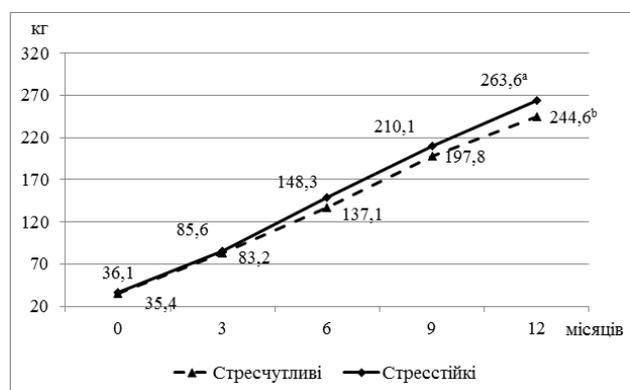


Рис. 1. Динаміка живої маси телят з різним стрес-статусом

Примітка: $a:b - P < 0,05$. Тут та далі різні суперскрипти вказують на вірогідну різницю.

У віці трьох і шести місяців також спостерігали перевагу за живую масою у стресостійких телят – на 2,4 кг і 11,2 кг, відповідно. При аналізі подальшого росту живої маси телят обох дослідних груп у період від 9 місяців до 12 місяців, спостерігали стабільну перевагу стресостійких тварин за живую масою. У цьому віці (9 та 12 місяців) стресостійкі телята переважали стресочутливих за живую масою на 12,3 кг та 19,0 кг, відповідно. Різниця за живую масою між середніми показниками по групі була достовірною ($P < 0,05$) при порівнянні живої маси стресостійких та стресочутливих телят у віці 12 місяців ($263,6 \pm 6,3$ кг та $244,6 \pm 5,7$ кг, відповідно), для інших вікових груп статистично значущої різниці не спостерігали.

Таким чином, встановлено, що різниця за живую масою між стресостійкими та стресочутливими телятами поступово зростає з віком та стає найбільшою (19 кг) і та вірогідною ($P < 0,05$).

Досліджували динаміку абсолютного приросту живої маси телят з урахуванням їх розподілу за типом реакції на стрес. Впродовж всіх вікових періодів стресостійкі телята переважали стресочутливих за цим показником (від 2,8 до 7,5 кг залежно від вікового періоду (табл. 1). Різниця за показниками абсолютного приросту живої маси між групами телят різного стрес-статусу була статистично значущою ($P < 0,05$) лише у період 3,1–6,0 місяців, для інших періодів різниця була невірогідною.

Таблиця 1

Динаміка абсолютного приросту живої маси (кг) телят з різним стрес-статусом

Вік, місяців	Стресочутливі	Стресостійкі	Різниця, кг
0–3,0	$47,9 \pm 1,9$	$50,3 \pm 1,6$	+2,8
3,1–6,0	$55,3 \pm 2,2^a$	$62,8 \pm 2,3^b$	+7,5
6,1–9,0	$59,7 \pm 2,4$	$63,1 \pm 2,8$	+3,4
9,1–12,0	$48,7 \pm 3,3$	$53,9 \pm 3,2$	+5,2

Примітка: $b:a - P < 0,05$.

За показником середньодобового приросту живої маси спостерігали поступове зростання переваги стресостійких телят над стресочутливими від 18 до 51 г залежно від певного вікового періоду (табл. 2). Протягом всього періоду спостережень, лише у період 9,1–12,0 місяців, міжгрупову різницю за цим показником була статистично значущою ($P < 0,05$). У інші вікові періоди ця різниця була невірогідною.

Таблиця 2

Динаміка середньодобового приросту (г) телят

Вік, місяців	Стресочутливі	Стресостійкі	Різниця, г
0–3,0	$517 \pm 21,9$	$535 \pm 23,5$	+18
3,1–6,0	$649 \pm 23,4$	$681 \pm 32,7$	+32
6,1–9,0	$652 \pm 23,7$	$692 \pm 25,9$	+40
9,1–12,0	$661 \pm 17,7^a$	$712 \pm 18,2^b$	+51

Примітка: $b:a - P < 0,05$.

Таким чином, підтверджено існування зв'язку між рівнем реакції на стрес та показниками росту у молодняку, що встановлений у дослідженнях інших науковців (Черненко, 2011; Грабовський, 2012; Гайдей, 2012; Волощук та ін., 2015; Маковська і Чулков, 2020; Левченко, 2020).

Отримані нами дані кореспондуються з даними інших дослідників, що встановили більшу інтенсивність росту у стресостійких телиць (Черненко, 2011), що важливо для майбутньої молочної продуктивності.

Підтверджено у дослідженнях (Маковська і Чулков, 2020) на первістках української чорно-рябої молочної породи, що тварини, які у ранньому віці були оцінені як стресостійкі, продемонстрували достовірно вищий рівень надою за 305 днів першої лактації. Отже, дослідження ступеня реакції тварин на стрес у ранньому віці має практичне значення і потребує поглибленого вивчення.

Відомо (Bristow & Holmes, 2007; Tiemann et al., 2023), що каскад нейрогуморальних реакцій під час короткотривалого стресу може призводити до поведінкових змін у тварин, формуючи адаптивну поведінку для збереження гомеостазу (Sun et al., 2022; Ginger et al., 2023). У той же час, хронічний стрес або порушення у системі адаптації можуть призводити до зниження життєздатності і продуктивних ознак (Eberhard von Borell et al., 2007; Thompson-Crispi et al., 2012; Левченко, 2020). Етологічні прояви у стресових умовах можуть бути не чітко виражені або спотворені впливом інших чинників (Ruttle et al., 2015; Ginger et al., 2023; Kness et al., 2023; Davis et al., 2023). Саме тому визначення індивідуальної реакції та тривалість порушення гомеостазу у відповідь на дію стресора за використання біомаркерів має практичне значення для раннього визначення та типізації телят за чутливістю до стресу.

Кортизол – ключовий медіатор гормональної відповіді організму на стресовий вплив, він відіграє провідну роль у формуванні адаптаційної відповіді організму (Lee et al., 2015; Chebel et al., 2016; Grelet et al., 2022). Відомо, що на рівень добробуту сільськогосподарських тварин впливають низка чинників, у тому числі не лише технологічні, а й соціальні фактори групової поведінки (Proudfoot et al., 2018). Доведено (Foris et al., 2021; Jurkovich et al., 2024), що перегрупування у процесі стандартного управління стадом викликає у тварин стресову реакцію.

Для дослідження особливостей стресової реакції у телят (динаміки рівня кортизолу у сироватці після експериментального стресового впливу) була сформована репрезентативна вибіркова група (n=23). У якості стресового чинника використовували перегонку телят у інше приміщення (протягом 20 хвилин спонукали тварин до руху з використанням звуків).

Встановлено, що базовий (передстресовим впливом) середній по виборці рівень кортизолу в сироватці становив $16,3 \pm 2,04$ нг/мл.

Базовий рівень кортизолу був більший у групі стресочутливих телят ($18,0 \pm 2,59$ нг/мл) порівняно з групою стресостійких ($12,2 \pm 2,21$ нг/мл) (рис. 2). Різниця між дослідними групами не була статистично значущою, але спостерігалась тенденція до наближення до вірогідної.

Через 30 хвилин після впливу стресового фактору спостерігали різке статистично значуще ($P < 0,001$) збільшення рівня кортизолу порівняно до базового рівня в сироватці крові у телят в обох дослідних групах (стресочутливі – $58,4 \pm 4,12$ нг/мл та, стресостійкі – $36,0 \pm 3,93$ нг/мл, відповідно), що відображає фізіологічну реакцію організму на вплив стресового чинника. Проте, варто зазначити, що середній рівень кортизолу у сироватці крові у даному випадку для групи стресостійких телят був на $22,4$ нг/мл вірогідно ($P < 0,001$) нижчим, ніж середній рівень у групі стресочутливих телят.

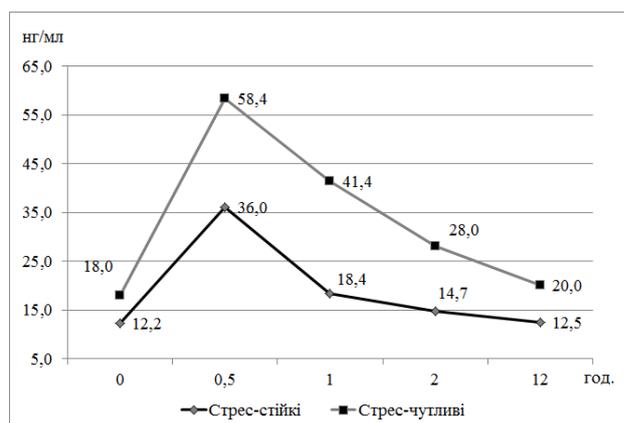


Рис. 2. Динаміка рівня кортизолу у сироватці телят різних дослідних груп протягом 12 годин після впливу стресового фактору

Через 60 хвилин після дії стресового чинника спостерігали також вірогідну ($P < 0,001$) різницю у рівні кортизолу в сироватці тварин з різним стрес-статусом (стресочутливі – $41,4 \pm 2,93$ нг/мл та, стресостійкі – $18,4 \pm 3,01$ нг/мл, відповідно). Встановлено, що зниження рівня кортизолу у сироватці крові телят відбувалося нерівномірно для двох груп телят – у період від максимального підвищення кортизолу (30 хвилин після впливу стресора) до 60 хвилин після впливу стресора зниження концентрації кортизолу для групи стресостійких тварин склало 49%, тоді як у групі стресочутливих телят – 29%. Варто зазначити, що якщо для групи стресостійких телят різниця між базовим рівнем

кортизолу в сироватці та через годину після стресу лише наближалась до вірогідної, то для групи стресочутливих телят ця різниця залишалася статистично значущою ($P < 0,001$).

Через 2 години після дії стресорного чинника спостерігали вірогідну ($P < 0,05$) різницю у рівня кортизолу в сироватці між дослідними групами (стресочутливі – $28,0 \pm 3,03$ нг/мл та, стресостійкі – $14,7 \pm 2,56$ нг/мл, відповідно). Через 60 хвилин після впливу стресора середній рівень кортизолу у групі стресочутливих телят знизився на 52%, а у групі стресостійких зниження рівня відбувалося швидше (на 59%) порівняно до показника максимального рівня кортизолу (через 30 хвилин після впливу стресора). Для групи стресостійких телят не встановлено статистично значущої різниці між концентрацією кортизолу у сироватці крові через 2 години після впливу стресора і її базовим рівнем. У групі стресочутливих телят ця різниця (10 нг/мл) була достовірною ($P < 0,05$).

Через 12 годин після впливу стресового чинника не було встановлено статистично значущої різниці за показником концентрації кортизолу у сироватці крові як між дослідними групами так і порівняно з базовим рівнем кортизолу в сироватці для обох груп телят. У групі стресостійких телиць спостерігали концентрацію кортизолу подібну до базової (до дії стресора – $12,5$ нг/мл). У середньому по групі стресочутливих телят спостерігали дещо вищий від базового рівень (на 2 нг/мл), проте ця різниця не була статистично значущою.

Отримані дані щодо динаміки рівня кортизолу у двох групах телят демонструє особливості розвитку стресової реакції та особливості її затухання. Процес розвитку стресу підпорядкований біологічним закономірностям і супроводжується зміною рівня кортизолу в крові (Moberg, 2000; Tiemann et al., 2023), проте наявність різної інтенсивності прояву такої реакції, а також відмінності у швидкості затухання, створюють підґрунтя для використання кортизолу як біомаркера стресу у певні часові проміжки після короткотривалого стресового впливу. Більш повільне затухання стресової реакції у групі стресочутливих телят вказує на зни-

жену здатність до реалізації механізмів адаптації (Moberg, 2000; Thompson-Crispi et al., 2012). Можна зробити припущення, що порушення адаптаційної здатності у ранньому віці може спричиняти порушення росту, розвитку, прояву продуктивних ознак, а також загальної резистентності організму тварин.

Перспективу подальших досліджень визначає необхідність виявлення співвідносної мінливості ознак загальної життєстійкості, продуктивних ознак та рівня стресостійкості, виявлення механізмів успадкування чутливості до стресу.

Висновки

Диференціація телиць за результатами еозинофільного тесту у ранньому віці має зв'язок із рівнем кортизолу у сироватці крові та особливостями росту молодняка.

Протягом всього періоду вирощування спостерігали тенденцію переважання стресостійких телят за живою масою. Ця різниця з віком поступово зростала, досягаючи статистично значущого рівня у віці 12 місяців ($+19$ кг, $P < 0,05$).

Різниця між показниками абсолютного приросту живої маси між групами телят різного стрес-статуса була статистично значущою ($P < 0,05$) у період 3,1–6,0 місяців. За показником середньодобового приросту живої маси стресостійкі телиці переважали ровесниць. З віком різниця за цим показником зростала з 18 до 51 г. У період 9,1–12,0 місяців, між групова різниця за цим показником була статистично значущою ($P < 0,05$).

Рівень кортизолу у сироватці телят вірогідно ($P < 0,001$) збільшується і досягає максимального значення через 30 хвилин після дії стресора. Подальше зниження рівня кортизолу спостерігається нерівномірно: через 60 хвилин – на 52 % і 59 %; по групі стресочутливих і стресостійких телят, відповідно. Для групи стресостійких телят спостерігається більш швидке відновлення базового рівня кортизолу (через 2 години) порівняно з стресочутливими (понад 12 годин).

Наявність індивідуальної мінливості за ознакою чутливості до стресового навантаження потребує подальших досліджень і може бути основою для селекції молодняка.

Список використаної літератури

- Волощук В. М., Іванов В. О., Погрібна Н. М. М'ясні якості кнурців різного рівня стрес-схильності. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. №1. С. 166–170.
Гайдей О.С. Стрес (наукові дослідження). К : ІПГТ, 2012. 108с.

- Грабовський С. С. Стреси сільськогосподарських тварин та його наслідки. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2012. Т. 14. №32 (53). Ч. 2. С. 47–58.
- Зубець М.В., Буркат В.П., Єфіменко М.Я., Подоба Б.Є. Генетико-селекційний моніторинг у молочному скотарстві. Київ : Аграрна наука, 1999. 88с.
- Левченко І.С. Вплив факторів технологічного стресу на продуктивність сільськогосподарських тварин. *Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути: тези доп. І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 6-7 лютого 2020 р. Дніпро*, 2020. Т. 2. С. 54–57.
- Маковська Н. М., Бірюкова О.Д., Бодряшова К.В. Комплексне оцінювання резистентності та стресостійкості телят. *Розведення і генетики тварин*. 2016. Вип. 51. С. 101–106.
- Маковська Н.М., Чулков С.А. Зв'язок природної стійкості до хвороб та стресу з господарськи корисними ознаками молочної худоби. *Розведення і генетики тварин*. 2020. Вип. 60. С. 54–60. <https://doi.org/10.31073/abg.60.07>
- Стовбецька Л.С., Порошинська О.А., Ніщепенко М.П., Шмаюн С.С., Ємельяненко А.А., Козій В.І. Вплив стресу на продуктивність та фізіологічні функції свиней. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*. 2021. Т. 23. № 102. С. 14–23. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10203>
- Черненко О.М. Ріст і розвиток та стресостійкість голштинських корів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2011. Вип. 13. № 2–2 (48). С. 173–177.
- Becker C.A., Collier R.J., Stone A.E. Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2020. Vol.103. Issue8. PP. 6751–6770. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17929>.
- Bewley J.M., Robertson L.M., Eckelkamp E.A. A 100-Year Review: Lactating Dairy Cattle Housing Management. *J. Dairy Sci.* 2017. Vol. 100. PP. 10418–10431. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13251>
- Bova T.L., Chiavaccini L., Cline G.F., Hart C.G., Matheny K., Muth A.M., Voelz B.E., Kesler D., Memili E. Environmental stressors influencing hormones and systems physiology in cattle. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2014. Vol.12. P.58. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-58>.
- Brandl H.B., Pruessner J. C., Farine D. R. The social transmission of stress in animal collectives. *Proc Biol Sci.* 2022. Vol. 289. Issue1974. e20212158. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2158>
- Bristow D.J., Holmes D.S. Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiol. Behav.* 2007. Vol. 90. Issue 4. PP. 626–628. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.11.015>.
- Cartwright S.L., McKechnie M., Schmied J., Livernois A.M., Mallard B.A. Effect of in-vitro heat stress challenge on the function of blood mononuclear cells from dairy cattle ranked as high, average and low immune responders. *BMC Vet Res.* 2021. Vol.17. Issue1. P. 233. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02940-8>.
- Chebel R.C., Silva P.R.B., Endres M.I., Ballou M.A., Luchterhand K.L. Social stressors and their effects on immunity and health of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2016. Vol.99. Issue 4. PP. 3217–3228. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10369>
- Collier R.J., Beede D.K., Thatcher W.W. A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. PP. 1–32. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11323>.
- da Silva W.C., da Silva J.A.R., Camargo-Júnior R.N.C., da Silva É.B.R., Dos Santos M.R.P., Viana R.B., Silva A.G.M.E., da Silva C.M.G., Lourenço-Júnior J.B. Animal welfare and effects of per-female stress on male and cattle reproduction-A review. *Front. Vet. Sci.* 2023. Vol. 10. e1083469. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1083469>
- Davis L., French E.A., Aguerre M.J., Ali, A. Impact of parity on cow stress, behavior, and production at a farm with guided traffic automatic milking system. *Front. Anim. Sci.* 2023. Vol. 4. e1258935. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1258935>
- Eberhard von Borell, Dobson H., Prunier A. Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior*. 2007. Vol. 52. Issue 1. PP. 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.014>
- Eisen A.M., Bratman G.N., Olvera-Alvarez H.A. Susceptibility to stress and nature exposure: Unveiling differential susceptibility to physical environments; a randomized controlled trial. *PLoS One*. 2024. Vol.19. Issue 4. e0301473. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301473>

- Fernandez-Novo A., Pérez-Garnelo S.S., Villagrà A., Pérez-Villalobos N., Astiz S. The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Beef Cattle-A Review. *Animals*. 2020. Vol. 10. e2096. <https://doi.org/10.3390/ani10112096>
- Finkemeier M.-A., Langbein J., Puppe B. Personality Research in Mammalian Farm Animals: Concepts, Measures, and Relationship to Welfare. *Front. Vet. Sci.* 2018. Vol.5. P.131. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00131>
- Foris B., Haas H.G., Langbein J., Melzer N. Familiarity influences social networks in dairy cows after regrouping. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol.104. PP. 3485–3494. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18896>
- Ginger L., Ledoux D., Bouchon M., Rautenbach I., Bagnard C., Lurier T., Foucras G., Germon P., Durand D., de Boyer des Roches A. Using behavioral observations in freestalls and at milking to improve pain detection in dairy cows after lipopolysaccharide-induced clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 2023. Vol. 106. PP. 5606–5625. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22533>
- Grelet C., Vanden Dries V., Leblois J. Identification of chronic stress biomarkers in dairy. *Animal*. 2022. Vol.16. e100502. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100502>
- Hedlund L., Lovlie H. Personality and production: Nervous cows produce less milk. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol.98. PP. 5819–5828. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8667>
- Jurkovich V., Hejel P., Kovács L. A Review of the Effects of Stress on Dairy Cattle Behaviour. *Animals (Basel)*. 2024. Vol.14. Issue 14. a2038. <https://doi.org/10.3390/ani14142038>
- Kness D., Grandin T., Velez J., Godoy J., Manriquez D., Garry F., Pinedo P. Patterns of milking unit kick-off as a proxy for habituation to milking in primiparous cows. *JDS Commun.* 2023. Vol. 4. PP. 385–389. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0384>
- Koenneker K., Wagener K., Erhard M. Comparative assessment of the stress response of cattle to common dairy management practices. *Animals*. 2023. Vol.13. Issue 3. a2115. <https://doi.org/10.3390/ani1312115>
- Lazzari J., Isola J.V.V., Szambelan V.L., Menegazzi G., Busanello M., Rovani M.T., Sarubbi J., Schmitt E., Ferreira R., Gonçalves P.B.D. Thermoregulatory Response of Black or Red Lactating Holstein Cows in the Hot and Cold Season in Southern Brazil. *J. Therm. Biol.* 2024. Vol.121. a103833. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.103833>
- Lee D.Y., Kim E., Choi M.H. Technical and clinical aspects of cortisol as a biochemical marker of chronic stress. *BMB Reports*. 2015. Vol.48. PP. 209–216. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2015.48.4.275>
- Lovarelli D., Minozzi G., Arazi A., Guarino M., Tiezzi F. Effect of extended heat stress in dairy cows on productive and behavioral traits. *Animals*. 2024. Vol.18. a101089. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101089>
- Masmeijer Ch., Deprez P., Van Leenen K., De Cremer L., Cox E., Devriendt B., Pardon B. Arrival cortisol measurement in veal calves and its association with body weight, protein fractions, animal health and performance. *Preventive Veterinary Medicine*. 2021. Vol. 187. a105251. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105251>
- Moberg G.P. Biological response to stress: Implications for animal welfare. In *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*; Moberg G.P., Mench J.A.(Eds.). CAB International Publishing: New York, USA. 2000. PP. 1–21.
- Nielsen S.S., Alvarez J., Bicoût D. J., Calistri P., Canali E., Drewe J. A. Welfare of dairy cows. EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW). *EFSA Journal*. 2023. Vol.21. Issue 5. e07993. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7993>
- Osorio J.S. Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves: the host side of host-pathogen interactions. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2020. Vol.11. a105. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00509-3>
- Proudfoot K.L., Weary D.M., LeBlanc S.J., Mamedova L.K., von Keyserlingk M.A.G. Exposure to an unpredictable and competitive social environment affects behavior and health of transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2018. Vol.101. PP. 9309–9320. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14115>
- Razzaghi A., Ghaffari M.H., Rico D.E. The impact of environmental and nutritional stresses on milk fat synthesis in dairy cows. *Domest Anim Endocrinol*. 2023. Vol.83. a106784. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106784>
- Ruttle P.L., Shirtcliff E.A., Armstrong J.M., Klein M.H., Essex M.J. Neuroendocrine coupling across adolescence and the longitudinal influence of early life stress. *Dev Psychobiol*. 2015. Vol. 57. Issue 6. PP. 688–704. <https://doi.org/10.1002/dev.21138>

Sun F., Zhao Q., Chen X., Zhao G., Gu X. Physiological Indicators and Production Performance of Dairy Cows with Tongue Rolling Stereotyped Behavior. *Front. Vet. Sci.* 2022. Vol.9. a840726. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.840726>

Thompson-Crispi K.A., Sewalem A., Miglior F. Genetic parameters of adaptive immune response traits in Canadian Holsteins *J. Dairy Sci.* 2012. Vol.95. PP. 401–409. <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4452>.

Tiemann I., Fijn L.B., Bagaria M., Langen E.M.A., Van der Staay F.J., Arndt S.S., Leenaars C., Goerlich V.C. Glucocorticoids in relation to behavior, morphology, and physiology as proxy indicators for the assessment of animal welfare. A systematic mapping review. *Front. Vet. Sci.* 2023. Vol. 9. a954607. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.954607>

Van der Laan J.E., Vinke C.M. & Arndt S.S. Evaluation of hair cortisol as an indicator of long-term stress responses in dogs in an animal shelter and after subsequent adoption. *Sci Rep.* 2022. Vol.12. a51117. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09140-w>.

Van Reenen C.G., Hopster H., De Jong I.C. Responses of calves to acute stress: individual consistency and habituation. *Physiology & Behavior.* 2005. Vol.86. PP. 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.06.015>.

References

Voloshchuk, V.M., Ivanov, V.O., & Pohribna, N.M. (2015). Miasni yakosti knurtsiv riznoho rivnia stres-skhylnosti [Meat qualities of boars with different levels of stress susceptibility]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria [Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region]*, 1, 166–170 [in Ukrainian].

Haidai, O.S. (2012). Stres (naukovi doslidzhennia) [Stress (scientific research)]. Kyiv: IRGT [in Ukrainian].

Hrabovskiy, S.S. (2012). Stresy silskohospodarskykh tvaryn ta yoho naslidky [Stress in farm animals and its consequences]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhytskoho [Scientific Bulletin of the S.Z. Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology]*, 14, 32 (53), 47–58 [in Ukrainian].

Zubets, M.V., Burkat, V.P., Yefimenko, M.Ya., & Podoba, B.Ye. (1999). Henetyko-selektsiyni monitorynh u molochnomu skotarstvi [Genetic and breeding monitoring in dairy cattle breeding]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

Levchenko, I.S. (2020). Vplyv faktoriv tekhnolohichnoho stresu na produktyvnist silskohospodarskykh tvaryn [Influence of technological stress factors on the productivity of farm animals]. *Intehratsiia osvity, nauky ta biznesu v suchasnomu seredovyschi: zymovi dysputy [Integration of education, science and business in the modern environment: winter debates]*, tezy dop. I Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konferentsii, 6-7 liut. 2020. Dnipro, 54–57 [in Ukrainian].

Makovska, N.M., Biriukova, O.D., & Bodriashova, K.V. (2016). Kompleksne otsiniuvannia rezystentnosti ta stresostiikosti teliat [Comprehensive assessment of resistance and stress tolerance of calves]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]*, 51, 101–106 [in Ukrainian].

Makovska, N.M., & Chulkov, S.A. (2020). Zviazok pryrodnoi stiikosti do khvorob ta stresu z hospodarsky korysnymy oznakamy molochnoi khudoby [Relationship between natural resistance to diseases and stress and economically useful traits of dairy cattle]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]*, 60, 54–60. <https://doi.org/10.31073/abg.60.07>. [in Ukrainian].

Stovbetska, L.S., Poroshynska, O.A., Nishchemenko, M.P., Shmaiun, S.S., Yemelienenko, A.A., & Kozii, V.I. (2021). Vplyv stresu na produktyvnist ta fiziolohichni funksi s vynei [Effect of stress on productivity and physiological functions of pigs]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seria: Veterynarni nauky [Scientific Bulletin of the S.Z. Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology]*, 23 (102), 14–23. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10203> [in Ukrainian].

Chernenko, O.M. (2011). Rist i rozvytok ta stresostiikist holshtynskykh koriv [Growth, development and stress resistance of Holstein cows]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhytskoho [Scientific Bulletin of the S.Z. Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology]*, 13, 2–2 (48), 173–177 [in Ukrainian].

Becker, C.A., Collier, R.J., & Stone, A.E. (2020). Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103 (8), 6751–6770. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17929> [in English].

- 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. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13251> [in English].
- Bova, T.L., Chiavaccini, L., Cline, G.F., Hart, C.G., Matheny, K., Muth, A.M., Voelz, B.E., Kesler, D., & Memili, E. (2014). Environmental stressors influencing hormones and systems physiology in cattle. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 12, 58. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-58> [in English].
- Brandl, H.B., Pruessner, J.C., & Farine, D.R. (2022). The social transmission of stress in animal collectives. *Proc Biol Sci.*, 289 (1974), e20212158. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2158> [in English].
- Bristow, D.J., & Holmes, D.S. (2007). Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiology & Behavior*, 90 (4), 626–628. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.11.015> [in English].
- Cartwright, S.L., McKechnie, M., Schmied, J., Livernois, A.M., & Mallard, B.A. (2021). Effect of in-vitro heat stress challenge on the function of blood mononuclear cells from dairy cattle ranked as high, average and low immune responders. *BMC Veterinary Research*, 17 (1), 233 <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02940-8>. [in English].
- Chebel, R.C., Silva, P.R.B., Endres, M.I., Ballou, M.A., & Luchterhand, K.L. (2016). Social stressors and their effects on immunity and health of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99 (4), 3217–3228. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10369> [in English].
- Collier, R.J., Beede, D.K., & Thatcher, W.W. (2017). A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. *Journal of Dairy Science*, 100, 1–32. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11323> [in English].
- da Silva, W.C., da Silva, J.A.R., Camargo-Júnior, R.N.C., da Silva, É.B.R., Dos Santos, M.R.P., Viana, R.B., Silva, A.G.M.E., da Silva, C.M.G., & Lourenço-Júnior, J.B. (2023). Animal welfare and effects of per-female stress on male and cattle reproduction – A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, e1083469. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1083469> [in English].
- Davis, L., French, E.A., Aguerre, M.J., & Ali, A. (2023). Impact of parity on cow stress, behavior, and production at a farm with guided traffic automatic milking system. *Frontiers in Animal Science*, 4, e1258935. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1258935> [in English].
- Eberhard von Borell, Dobson, H., & Prunier, A. (2007). Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior*, 52 (1), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.014> [in English].
- Eisen, A.M., Bratman, G.N., & Olvera-Alvarez, H.A. (2024). Susceptibility to stress and nature exposure: unveiling differential susceptibility to physical environments. *PLoS ONE*, 19 (4), e0301473. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301473> [in English].
- Fernandez-Novo, A., Pérez-Garnelo, S.S., Villagrà, A., Pérez-Villalobos, N., & Astiz, S. (2020). The effect of stress on reproduction and reproductive technologies in beef cattle – A review. *Animals*, 10, e2096. <https://doi.org/10.3390/ani10112096>. [in English].
- Finkemeier, M.-A., Langbein, J., & Puppe, B. (2018). Personality research in mammalian farm animals: concepts, measures, and relationship to welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 131. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00131>. [in English].
- Foris, B., Haas, H.G., Langbein, J., & Melzer, N. (2021). Familiarity influences social networks in dairy cows after regrouping. *Journal of Dairy Science*, 104, 3485–3494. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18896> [in English].
- Ginger, L., Ledoux, D., Bouchon, M., Rautenbach, I., Bagnard, C., Lurier, T., Foucras, G., Germon, P., Durand, D., & de Boyer des Roches, A. (2023). Using behavioral observations in freestalls and at milking to improve pain detection in dairy cows after lipopolysaccharide-induced clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 106, 5606–5625. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22533> [in English].
- Grelet, C., Vanden Dries, V., & Leblois, J. (2022). Identification of chronic stress biomarkers in dairy. *Animal*, 16, e100502. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100502> [in English].
- Hedlund, L., & Løvlie, H. (2015). Personality and production: Nervous cows produce less milk. *Journal of Dairy Science*, 98, 5819–5828. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8667> [in English].
- Jurkovich, V., Hejel, P., & Kovács, L. (2024). A review of the effects of stress on dairy cattle behaviour. *Animals*, 14 (14), a2038. <https://doi.org/10.3390/ani14142038> [in English].
- Kness, D., Grandin, T., Velez, J., Godoy, J., Manríquez, D., Garry, F., & Pinedo, P. (2023). Patterns of milking unit kick-off as a proxy for habituation to milking in primiparous cows. *JDS Communications*, 4, 385–389. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0384> [in English].

Koenneker, K., Wagener, K., & Erhard, M. (2023). Comparative assessment of the stress response of cattle to common dairy management practices. *Animals*, 13 (3): a2115. <https://doi.org/10.3390/ani13132115> [in English].

Lazzari, J., Isola, J.V.V., Szambelan, V.L., Menegazzi, G., Busanello, M., Rovani, M.T., Sarubbi, J., Schmitt, E., Ferreira, R., & Gonçalves, P.B.D. (2024). Thermoregulatory response of black or red lactating Holstein cows in the hot and cold season in Southern Brazil. *Journal of Thermal Biology*, 121, a103833. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.103833> [in English].

Lee, D.Y., Kim, E., & Choi, M.H. (2015). Technical and clinical aspects of cortisol as a biochemical marker of chronic stress. *BMB Reports*, 48, 209–216. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2015.48.4.275> [in English].

Lovarelli, D., Minozzi, G., Arazi, A., Guarino, M., & Tiezzi, F. (2024). Effect of extended heat stress in dairy cows on productive and behavioral traits. *Animal*, 18, a101089. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101089> [in English].

Masmeijer, Ch., Deprez, P., Van Leenen, K., De Cremer, L., Cox, E., Devriendt, B., & Pardon, B. (2020). Arrival cortisol measurement in veal calves and its association with body weight, protein fractions, animal health and performance. *Preventive Veterinary Medicine*, 187, a105251. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105251> [in English].

Moberg, G.P. (2000). Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Welfare; Moberg G.P., Mench J.A. (Eds.). CAB International Publishing: New York, USA. 2000, 1–21. [in English].

Nielsen, S.S., Alvarez, J., Bicout, D.J., Calistri, P., Canali, E., & Drewe, J.A. (2023). Welfare of dairy cows. *EFSA Journal*, 21(5), e07993. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7993> [in English].

Osorio, J.S. (2020). Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11, a105. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00509-3> [in English].

Proudfoot, K.L., Weary, D.M., LeBlanc, S.J., Mamedova, L.K., & von Keyserlingk, M.A.G. (2018). Exposure to an unpredictable and competitive social environment affects behavior and health of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101, 9309–9320. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14115> [in English].

Razzaghi, A., Ghaffari, M.H., & Rico, D.E. (2023). The impact of environmental and nutritional stresses on milk fat synthesis in dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*, 83, a106784. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106784> [in English].

Ruttle, P.L., Shirtcliff, E.A., Armstrong, J.M., Klein, M.H., & Essex, M.J. (2015). Neuroendocrine coupling across adolescence and the longitudinal influence of early life stress. *Developmental Psychobiology*, 57(6), 688–704. <https://doi.org/10.1002/dev.21138> [in English].

Sun, F., Zhao, Q., Chen, X., Zhao, G., & Gu, X. (2022). Physiological indicators and production performance of dairy cows with tongue rolling stereotyped behavior. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, a840726. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.840726>. [in English].

Thompson-Crispi, K.A., Sewalem, A., & Miglior, F. (2012). Genetic parameters of adaptive immune response traits in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 95, 401–409. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4452> [in English].

Tiemann, I., Fijn, L.B., Bagaria, M., Langen, E.M.A., Van der Staay, F.J., Arndt, S.S., Leenaars, C., & Goerlich, V.C. (2023). Glucocorticoids in relation to behavior, morphology, and physiology as proxy indicators for the assessment of animal welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, a954607. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.954607> [in English].

Van der Laan, J.E., Vinke, C.M., & Arndt, S.S. (2022). Evaluation of hair cortisol as an indicator of long-term stress responses in dogs. *Scientific Reports*, 12, a5117. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09140-w> [in English].

Van Reenen, C.G., Hopster, H., & De Jong, I.C. (2005). Responses of calves to acute stress: individual consistency and habituation. *Physiology & Behavior*, 86, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.06.015> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 31.12.2025
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 29.01.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.03.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

