



## ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

УДК 636.083.31:636.2.09:615.35:616.8

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.38>**Данчук В. В.**

*доктор сільськогосподарських наук, професор,  
головний науковий співробітник,  
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України  
с-ще Хлібодарське, Україна;  
професор кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
Кам'янець-Подільський, Україна  
E-mail: dan-vv1@ukr.net  
ORCID: 0000-0003-2156-1758*

**Чесак М. Г.**

*завідувач аспірантури,  
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України  
с-ще Хлібодарське, Україна  
E-mail: olexdan@ukr.net  
ORCID: 0009-0001-8225-9598*

**Данчук О. В.**

*доктор ветеринарних наук, професор,  
заступник директора з наукової роботи,  
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України  
с-ще Хлібодарське, Україна  
E-mail: olexdan@ukr.net  
ORCID: 0000-0002-9226-1499*

**Мідик С. В.**

*кандидат ветеринарних наук,  
доцент кафедри гігієни тварин і харчових продуктів ім. А. К. Скороходька,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Київ, Україна  
E-mail: svit.mid@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-2682-2884*

**Сенін С. А.**

*кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник  
Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Київ, Україна  
E-mail: sergejsen@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-7972-5714*

## МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА СКЛАД МОЛОКА КОРІВ ІЗ РІЗНИМ ТОНУСОМ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЗА ХРОНІЧНОГО ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ

### Анотація

Для визначення особливостей впливу хронічного теплового стресу на молочну продуктивність корів української чорно-рябої породи з різним тонутом автономної нервової системи було проведено дослід в умовах с. Калиня Кам'янець-Подільського району Хмельницької обл. На фермі утримують велику рогату худобу, утримання безприв'язне на глибокій підстилці. Доступ до кормів та води – вільний. Середня продуктивність по фермі – 7–8 тис л молока за лактацію. В умовах господарства було відібрано три групи корів відповідно до тонутом автономної нервової системи (нормотоніки, симпатотоніки та ваготоніки), по 10 тварин у групі з продуктивністю 20–25 л молока за добу. Тонус автономної нервової системи визначали за методом Баєвського. Хронічний тепловий стрес лактуючих корів досліджували в липні після тривалого теплового навантаження на тварин (20 діб), визначення температурно-вологісного індексу (ТНІ) проводили щоденно. Матеріалом для досліджень слугували зразки молока, отримані від тварин дослідних груп. Фізико-хімічні показники молока-сировини визначали на приладі EKOMILK M MILK ANALYZER MILKANA KAM98-2A. Для визначення жирнокислотного складу з молока виділяли жир, використовуючи метод Фолча. Аналіз метилових ефірів ЖК проводили на газовому хроматографі Trace GC Ultra (США) з полум'яно-іонізаційним детектором згідно з DCTV ISO 5509-2002. Умови хроматографування: температура колонки – 140–240°C, температура детектора – 260°C.

Молочна продуктивність корів та їхня адаптаційна здатність до надмірного теплового навантаження залежать від тонутом автономної нервової системи. Лактуючі корови з групи нормотоніків володіють найвищим рівнем молочної продуктивності, найнижчий – у ваготоніків, причому тварини даної дослідної групи були найчутливішими до хронічного теплового стресу. Симпатотоніки найлегше переносили тепловий стрес. Інтенсивність секреції молочною залозою загальних ліпідів та окремих жирних кислот у корів із хронічним тепловим стресом залежить від тонутом нервової системи, зокрема нормотоніки характеризуються максимальним відносним умістом ненасичених жирних кислот: C4:0, C18:2n6c та найнижчим – C11:0; ваготоніки мають максимальний відносний уміст ненасичених жирних кислот та мононенасичених жирних кислот: C18:3n3, найнижчий уміст у молоці C4:0, C8:0, C18:2n6c, C4:0–C10:0; симпатотоніки характеризувалися найвищим умістом C8:0, C11:0, C14:0, C6:0–C11:0 та найнижчими показниками C18:3n3.

**Ключові слова:** молоко-сировина, хронічний тепловий стрес, жирні кислоти.

**Вступ.** Тварини адаптуються до навколишнього середовища через рухову активність задля уникнення загроз здоров'ю, знаходження ресурсів, забезпечення свого добробуту тощо. Індивідуальні відмінності у сприйнятті навколишнього середовища та поведінкових реакціях призводять до появи низки типів поведінки в межах популяції [3]. Те, що тонус нервової системи великої рогатої худоби може впливати на їхню лактацію, відомо відносно давно [7]. Вегетативна нервова система (ВНС) контролює синоатріальний вузол (СА) серця, який є його кардіостимулюючою одиницею [7; 13]. Парасимпатична активність (часто звана вагусним тонутом) домінує під час спокою, а симпатична активність – під час активності. Таким чином, тонус нервової системи може бути використано як індикатор симпатовагального балансу ВНС [5; 10].

Дуже багато у цьому напрямі зроблено фізіологічною школою професора Національного університету біоресурсів і природокористування України Валентина Івановича Карповського [1; 6]. Було з'ясовано особливості нервової регуляції продуктивності різних видів сільськогосподарських тварин. Однак глобальна зміна клімату вносить свої корективи. З'являються аномальні літні температури, тваринницькі приміщення здебільшого непристосовані й проходять часткову модернізацію. Розбудова нових тваринницьких комплексів поки що є неможливою.

Тепловий стрес у молочних корів – це серйозна проблема, яка може негативно вплинути на виробництво молока, здоров'я та репродукцію. Корови намагаються адаптуватися до спеки, змінюючи свою поведінку, щоб підтримувати стабільну температуру тіла. Коли корови перебувають у складних термічних умовах, край важливо виявити ознаки теплового стресу. Індикаторами теплового стресу у корів є почастищення серцебиття, прискорене дихання та підвищена температура тіла [11].

Тепловий стрес у тварин характеризується підвищеною температурою навколишнього середовища вище зони теплового комфорту. Коли тварина знаходиться в термонеутральній зоні, теплопродукція залишається стабільною без витрат енергії на активацію терморегуляторних механізмів, що дає тварині змогу проявляти свій максимальний продуктивний потенціал [12].

Коли температура навколишнього середовища перевищує критичний поріг, спостерігається збільшення теплопродукції тварини, оскільки вона активує терморегуляторні механізми для розсіювання тепла в навколишнє середовище та підтримки гомеотермії та стабільної температури тіла [11].

Зміна клімату та підвищення глобальної температури (приблизно на 1,2°C) зменшили час, протягом якого велика рогата худоба залишається в зонах теплового комфорту. Температура навколишнього середовища для європейських лактуючих корів, щоб залишатися термонеутральною, коливається від -0,5°C до 20°C, тоді як відносна вологість коливається від 40% до 60% [4; 9].

Молочні породи зазвичай чутливіші до теплового стресу, ніж м'ясні породи, а тварини з вищою продуктивністю більш схильні до теплового стресу, оскільки вони виробляють більше метаболічного тепла. Під час теплового стресу жуйні тварини, як і інші гомеотермічні тварини, збільшують шляхи втрати тепла та зменшують теплопродукцію, намагаючись підтримувати ейтермію. Причому лактуючі корови більш схильні до теплового стресу порівняно із сухостійними коровами. Це пояснюється виробництвом молока та підвищеною метаболічною активністю [2; 14].

**Мета роботи.** Установити фізіологічні особливості нервової регуляції адаптації та молокоутворення лактуючих корів залежно від тонуру автономної нервової системи за умов зміни клімату.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для визначення особливостей впливу хронічного теплового стресу на молочну продуктивність корів із різним тонуру автономної нервової системи за умов Лісостепу України було проведено дослід в умовах с. Калиня Кам'янець-Подільського району Хмельницької обл. На фермі утримують велику рогату худобу української чорно-рябої породи, утримання безприв'язне на глибокій підстилці. Доступ до кормів та води – вільний. Середня продуктивність по фермі – 7–8 тис л молока за лактацію.

Визначення показника ТНІ проводили щоденно [8].

$$\text{ТНІ} = 1.8 \times T - (1 - \text{RH}/100) \times (T - 14.3) + 32,$$

де ТНІ – індекс температури та вологості, Т – температура повітря, °С, RH – відносна вологість, %.

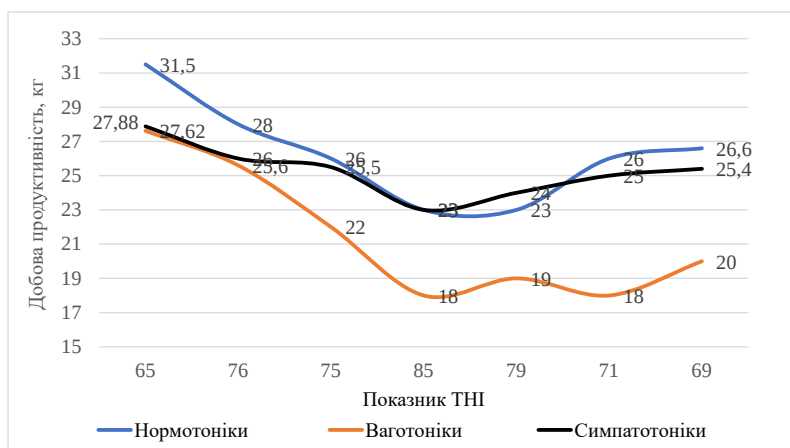
В умовах господарства було відібрано три групи корів відповідно до тонуру автономної нервової системи (нормотоніки, симпатотоніки та ваготоніки), по 10 тварин у групі з продуктивністю 20–25 л молока за добу.

Для дослідження варіабельності серцевого ритму використовували електрокардіограф. Електрокардіологічний гель наносили на місця кріплення електродів після попередньої обробки шкіри спиртом. Для дослідження використовували три місця: перше розташоване між 3–5 міжреберними проміжками зліва, за ліктем, до якого кріпили електрод правої кінцівки; друге – у зоні каудальної частини яремної борозни; третє (нейтральний відвід) – у холці тварини. Тонус автономної нервової системи визначали за методом Баєвського, що включало визначення моди (Мо, інтервал, який найчастіше зустрічається в інтервалі R–R серцебиття), амплітуди моди (АМо), діапазону варіацій ( $\Delta x$ ; різниця між максимальним та мінімальним значеннями моди), індексу вегетативного балансу ( $\text{ARI} = 1 \div (\text{Мо} \times \Delta x)$ ), індексу вегетативного ритму (показник, що відображає вплив симпатичної та парасимпатичної нервової системи на організм, що визначається різницею між амплітудою моди та діапазоном варіації) та індексу стресу ( $\text{SI} = \text{АМо} \div (2 \times \text{Мо} \times \Delta x)$ ).

На основі результатів дослідження було встановлено три експериментальні групи тварин: нормотоніки, ваготоніки та симпатотоніки [6].

Хронічний тепловий стрес лактуючих корів досліджували в липні після тривалого теплового навантаження на тварин (20 діб), визначення ТНІ проводили щоденно, показник постійно знаходився у зоні теплового стресу для дійних корів (мін ТНІ 71), температура в окремі дні могла досягати і 36°C з max ТНІ – 85.

Матеріалом для досліджень слугували зразки молока, отримані від тварин дослідних груп. Лабораторні дослідження молока проводили на базі лабораторії кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві ЗВО «Подільський державний університет» та Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. У молоці визначали: сухий знежирений молочний залишок, %; масову частку жиру, %; густину, кг/м<sup>3</sup>; масову частку білка, %; масову частку лактози, %; масову частку мінеральних речовин, %; точку замерзання, (мінус) °С; електропровідність, мс/см; активну кислотність, од. рН; жирнокислотний склад. Фізико-хімічні показники молоко-сировини визначали на приладі ЕКОМІLK М MILK ANALYZER MILKANA KAM98-2A. Аналіз метилових ефірів ЖК проводили на газовому хроматографі Trace GC Ultra (США) з полум'яно-іонізаційним детектором. Умови хроматографування: температура колонки – 140–240°C, температура детектора – 260°C.



**Рис. 1. Продуктивність корів за хронічного теплового стресу за різного тонуру нервової системи**

Показники ТНІ, молочну продуктивність стада, фізіологічний стан та поведінку тварин визначали щодобово. Контрольні надії проводили раз на два тижні з травня по вересень та за потреби під час вивчення клінічної картини теплового стресу. Для порівняння використовували ДСТУ 3662:2018 «Молоко – сировина коров'яче. Технічні умови».

Результати досліджень свідчать, що тонус автономної нервової системи лактуючих корів має вагомий вплив на їхню добову продуктивність за різного рівня теплового навантаження на їх організм (рис. 1). Так, за умов відносного температурного комфорту для молочних корів їхня продуктивність була на відносно однаковому

рівні за винятком нормотоніків, середньодобовий удій яких був приблизно на 3,5 кг вищим. Слід зауважити, що аналогічну закономірність було встановлено й у кіз, зокрема виявлено, що найвище річне виробництво молока є у кіз-нормотоніків, а найнижче – у симпатотоніків [1].

Одразу слід зауважити, що незалежно від тонусу нервової системи всі лактуючі корови на наростання показника ТНІ реагували аналогічно – зниженням лактаційної активності молочної залози. Однак крива лактаційної активності симпатотоніків указувала на найнижчий рівень чутливості до теплового навантаження. Зокрема, зниження середньодобових надоїв у корів групи симпатотоніків за умов стрімкого зростання з ТНІ 65 до ТНІ 85 становило лише 4,9 кг молока, тоді як у нормотоніків – 8,5 кг, а у ваготоніків – 9,6 кг молока за добу. Деяке зниження показника ТНІ на наступних етапах дослідження супроводжувалося поступовим відновленням інтенсивності молокоутворення у молочної залози корів усіх дослідних груп, однак і тут спостерігалися істотні відмінності. Найгіршу адаптацію фізіологічної активності молочної залози до хронічного теплового навантаження лактуючих корів продемонстрували тварини з групи ваготоніків.

Слід також зауважити, що за хронічного теплового стресу у високопродуктивних корів може змінюватися склад молока, переважно за рахунок коливань вмісту жиру у бік зниження ( $2,27 \pm 0,41\%$ ) (табл. 1). Однак інтенсивність зменшення цього показника залежала від тонусу нервової системи: нормотоніки –  $2,48 \pm 0,49\%$ ; симпатотоніки –  $2,62 \pm 1,05\%$ ; ваготоніки –  $1,17 \pm 0,19\%$  ( $P < 0,05$ ). У лактуючих корів із групи ваготоніків на тлі істотного зниження вмісту жиру у молоці прослідковувалася тенденція до підвищення відносного вмісту сухого знежиреного молочного залишку –  $9,45 \pm 0,11\%$ . У загальній групі показник коливався в межах  $9,09 \pm 0,10\%$ . Відповідно до норм ДСТУ 3662:2018, інші одержані показники коливалися в межах існуючих норм.

**Таблиця 1. Показники молока корів із різним тонусом АНС за хронічного теплового стресу ( $M \pm m$ ),  $n=5$**

| Показники                                    | Тонус АНС         |                   |                   |
|----------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                              | Нормотоніки       | Ваготоніки        | Симпатикотоніки   |
| Середньодобовий надій, кг                    | $25,66 \pm 3,67$  | $20,67 \pm 1,94$  | $23,60 \pm 3,67$  |
| Сухий знежирений молочний залишок, %         | $9,04 \pm 0,27$   | $9,35 \pm 0,11$   | $9,04 \pm 0,23$   |
| Масова частка жиру, %                        | $2,48 \pm 0,49\%$ | $1,17 \pm 0,19\%$ | $2,62 \pm 1,05\%$ |
| Густина, $\text{кг/м}^3$                     | $1033,7 \pm 1,21$ | $1036,2 \pm 0,20$ | $1034,5 \pm 1,07$ |
| Масова частка білка, %                       | $3,37 \pm 0,08$   | $3,48 \pm 0,04$   | $3,43 \pm 0,05$   |
| Масова частка лактози, %                     | $5,35 \pm 0,12$   | $5,11 \pm 0,41$   | $5,52 \pm 0,06$   |
| Масова частка мінеральних речовин, %         | $0,80 \pm 0,02$   | $0,82 \pm 0,01$   | $0,81 \pm 0,01$   |
| Точка замерзання, (мінус) $^{\circ}\text{C}$ | $0,598 \pm 0,01$  | $0,605 \pm 0,03$  | $0,601 \pm 0,01$  |
| Електропровідність, $\text{мс/см}$           | $5,20 \pm 0,01$   | $5,20 \pm 0,06$   | $5,23 \pm 0,08$   |
| Активна кислотність, од. рН                  | $6,60 \pm 0,02$   | $6,35 \pm 0,41$   | $6,61 \pm 0,01$   |

Відносний вміст окремих жирних кислот також дещо різнився залежно від тонусу нервової системи. Зокрема, відносний вміст масляної кислоти у молоці корів-ваготоніків був найнижчим і становив  $2,53 \pm 0,23\%$  ( $P < 0,05$ ), тоді як у нормотоніків і симпатотоніків – відповідно  $3,71 \pm 0,28\%$  та  $3,16 \pm 0,37\%$ . Аналогічна ситуація складалася і під час визначення каприлової кислоти (C8:0): ваготоніки –  $1,42 \pm 0,01\%$  ( $P < 0,001$ ), тільки найвищий відносний вміст тепер уже спостерігався у симпатотоніків ( $1,80 \pm 0,05\%$ ). Кислота C11:0 також мала найвищий відносний вміст у симпатотоніків –  $0,29 \pm 0,01\%$  ( $P < 0,05$ ), тоді як найнижчий рівень показника спостерігався у нормотоніків –  $0,20 \pm 0,05\%$ . Відносний вміст міристинової кислоти (C14:0) у молоці корів із хронічним тепловим стресом був найнижчий у ваготоніків ( $10,06 \pm 0,10\%$ ,  $P < 0,001$ ), а найвищий – у симпатотоніків –  $11,73 \pm 1,46\%$  (табл. 2).

Серед ненасичених жирних кислот вірогідні різниці у молоці від корів із хронічним тепловим стресом спостерігалися щодо жирної кислоти C18:2n6c у нормотоніків –  $4,75 \pm 0,08\%$  порівняно з ваготоніками –  $4,02 \pm 0,22\%$  ( $P < 0,05$ ). Відносний вміст жирної кислоти C18:3n3 у ваготоніків був найвищим –  $0,37 \pm 0,02\%$ , тоді як у симпатотоніків спостерігався найнижчий показник ( $0,20 \pm 0,01$ ,  $P < 0,001$ ).

**Таблиця 2. Відносний вміст окремих жирних кислот у корів із різним тонусом автономної нервової системи ( $M \pm m$ ),  $n=5$**

| Жирна кислота                        | Контроль   | Тонус АНС    |             |                 |
|--------------------------------------|------------|--------------|-------------|-----------------|
|                                      |            | Нормотоніки  | Ваготоніки  | Симпатикотоніки |
| Хронічний тепловий стрес (ТНІ 75-85) |            |              |             |                 |
| C4:0                                 | 4,10±0,18  | 3,71±0,28    | 2,53±0,23** | 3,16±0,37       |
| C6:0                                 | 2,50±0,08  | 2,46±0,16    | 2,17±0,02** | 2,35±0,15       |
| C8:0                                 | 1,55±0,04  | 1,52±0,09    | 1,42±0,01*  | 1,80±0,05**     |
| C10:0                                | 3,57±2,61  | 3,28±0,14    | 3,06±0,18   | 3,13±0,48       |
| C11:0                                | 0,38±0,07  | 0,20±0,05    | 0,24±0,01   | 0,29±0,01       |
| C12:0                                | 4,05±0,53  | 4,77±0,04    | 4,65±0,82   | 4,59±0,52       |
| C14:0                                | 10,93±1,34 | 11,44±0,16   | 10,06±0,10  | 11,73±1,47      |
| C14:1                                | 1,53±0,05  | 1,52±0,01    | 1,31±0,19   | 1,32±0,08       |
| C15:0                                | 1,63±0,31  | 1,66±0,05    | 2,21±0,56   | 1,94±0,74       |
| C16:0                                | 31,06±1,15 | 30,46±0,86   | 31,65±1,62  | 31,00±1,29      |
| C16:1                                | 1,64±0,13  | 1,50±0,07    | 1,51±0,01   | 1,47±0,23       |
| C17:0                                | 1,75±0,31  | 1,88±0,55    | 1,60±0,28   | 1,50±0,40       |
| C18:0                                | 9,83±1,29  | 11,45±1,41   | 10,96±0,62  | 10,37±0,42      |
| C18:1n9c                             | 22,13±1,50 | 19,11±0,52** | 21,84±0,88  | 20,65±1,48*     |
| C18:2n6c                             | 3,41±0,27  | 4,75±0,08    | 4,02±0,22   | 4,25±0,15       |
| C20:0                                | 0,25±0,03  | 0,28±0,06    | 0,33±0,16   | 0,27±0,08       |
| C18:3n3                              | 0,30±0,01  | 0,34±0,03    | 0,37±0,02*  | 0,20±0,01**     |

Примітка: дані представлено як масова частка жирної кислоти у % від суми жирних кислот.

У ваготоніків відзначалися найнижчі концентрації жирних кислот C4:0-C10:0 ( $9,18 \pm 0,38\%$ ), тоді як у нормотоніків ( $10,97 \pm 0,68\%$ ) та симпатотоніків ( $10,43 \pm 0,24\%$ ) цей показник був дещо вищим. У симпатотоніків також дещо підвищувався вміст ЖК C6:0-C11:0 ( $7,57 \pm 0,61$ ), тоді як у ваготоніків та нормотоніків цей показник становив відповідно  $6,89 \pm 0,17$  та  $7,45 \pm 0,44\%$ .

За дії як короткотривалого, так і довготривалого теплового стресу незалежно від тонуусу нервової системи всі тварини знижували свою молочну продуктивність.

**Висновки.** Молочна продуктивність корів та їхня адаптаційна здатність до надмірного теплового навантаження залежать від тонуусу автономної нервової системи. Лактуючі корови з групи нормотоніків володіють найвищим рівнем молочної продуктивності, найнижчий – у ваготоніків, причому тварини даної дослідної групи були найчутливішими до хронічного теплового стресу. Симпатотоніки найлегше переносили тепловий стрес. Інтенсивність секреції молочною залозою загальних ліпідів та окремих жирних кислот у корів із хронічним тепловим стресом залежить від тонуусу нервової системи, зокрема нормотоніки характеризуються максимальним відносним умістом ненасичених жирних кислот, кислот C4:0, C18:2n6c та найнижчим – C11:0; ваготоніки мають максимальний відносний уміст ненасичених жирних кислот та мононенасичених жирних кислот, кислоти C18:3n3, найнижчий уміст у молоці C4:0, C8:0, C18:2n6c, C4:0–C10:0; симпатотоніки характеризувалися найвищим умістом C8:0, C11:0, C14:0, C6:0–C11:0 та найнижчими показниками C18:3n3.

#### Список використаних джерел

1. Молочна продуктивність кіз за різного тонуусу автономної нервової системи / Б.І. Бойчук та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія «Ветеринарні науки»*, 2024. Т. 26, № 115.
2. Bernabucci U., Lacetera N., Baumgard L.H., Rhoads R.P., Ronchi B., Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 2010. vol. 4, no. 7. pp. 1167–1183. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>.
3. Colditz I.G. Adrenergic Tone as an Intermediary in the Temperament Syndrome Associated With Flight Speed in Beef Cattle. *Frontiers in Animal Science*, 2021, vol. 2, 652306. DOI: <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.652306>.
4. Frigeri K.D.M., Kachinski K.D., Ghisi N.C., Deniz M., Damasceno F.A., Barbari M., Herbut P., Vieira F.M.C. Effects of Heat Stress in Dairy Cows Raised in the Confined System: A Scientometric Review. *Animals*, 2023, vol. 13, no. 3, p. 350. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13030350>.
5. Frondelius L., Järvenranta K., Koponen T., Mononen J. The effects of body posture and temperament on heart rate variability in dairy cows. *Physiology & Behavior*, 2015, vol. 139, pp. 437–441. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.12.002>.
6. Hryshchuk I., Postoi R., Horbay R., Hryshchuk A., Karpovskiy V. Determination of heart rate variability as an indicator of the influence of autonomic nervous system tone in cows. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 2023, vol. 14, no. 2.
7. Kézér F.L., Kovács L., Tózsér J. Step behaviour and autonomic nervous system activity in multiparous dairy cows during milking in a herringbone milking system. *Animal*, 2015, vol. 9, no. 8, pp. 1393–1396. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731115000130>.
8. Kibler H.H. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. Environmental physiology and shelter engineering. *Research Bulletin, Missouri Agricultural Experiment Station*, 1964, no. 862, pp. 1–42.
9. Manzoor A., Maqbool I., Ganaie Z.A., Afzal I., Khan H.M., Zaffe B. Mitigating winter vagaries in dairy animals: A review. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 1–5.
10. Nagy D.W., Shoemaker B.M. Examining the Nervous System of the Ruminant. In: Leith G., Eaton S., Englar R.E., Bentley S., Hallam L. (eds.). *Performing the Large Animal Physical Examination*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119830382.ch22>.
11. Oliveira C.P., Sousa F.C., Silva A.L., Schultz É.B., Valderrama Londoño, R.I., Souza P.A.R. Heat Stress in Dairy Cows: Impacts, Identification, and Mitigation Strategies—A Review. *Animals*, 2025, vol. 15, no. 2, p. 249. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani15020249>.
12. Ouellet V., Boucher A., Dahl G.E., Laporta J. Consequences of maternal heat stress at different stages of embryonic and fetal development on dairy cows' progeny. *Animal Frontiers*, 2021, vol. 11, no. 6, pp. 48–56.
13. Porges S.W. Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 1995, vol. 19, no. 2, pp. 225–233. DOI: [https://doi.org/10.1016/0149-7634\(94\)00066-A](https://doi.org/10.1016/0149-7634(94)00066-A).
14. Rakib M.R.H., Messina V., Gargiulo J.I., Lyons N.A., Garcia S.C. Graduate Student Literature Review: Potential use of HSP70 as an indicator of heat stress in dairy cows—A review. *Journal of Dairy Science*, 2024, vol. 107, no. 12, pp. 11597–11610. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24947>.

**Danchuk V. V.**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor,  
Chief Researcher,*

*Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine  
Khlibodarske, Ukraine;*

*Professor at the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology,  
Higher educational institution «Podillia State University»*

*Kamianets-Podilskyi, Ukraine*

**E-mail:** dan-vv1@ukr.net

**ORCID:** 0000-0003-2156-1758

**Chesak M. G.**

*Head of Postgraduate Studies,*

*Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine  
Khlibodarske, Ukraine*

**E-mail:** olexdan@ukr.net

**ORCID:** 0009-0001-8225-9598

**Danchuk O. V.**

*Doctor of Veterinary Sciences, Professor,  
Deputy Director for Scientific Work*

*Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine  
Khlibodarske, Ukraine*

**E-mail:** olexdan@ukr.net

**ORCID:** 0000-0002-9226-1499

**Midyk S. V.**

*Candidate of Veterinary Sciences,*

*Associate Professor at the Department of Animal and Food Hygiene named after Professor A.K. Skorokhodko,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine*

**E-mail:** svit.mid@gmail.com

**ORCID:** 0000-0002-2682-2884

**Senin S. A.**

*Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher,  
Ukrainian Laboratory of Quality and Safety of Agricultural Products,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine*

**E-mail:** sergejsen@gmail.com

**ORCID:** 0000-0001-7972-5714

## **MILK PRODUCTIVITY AND MILK COMPOSITION OF COWS WITH DIFFERENT TONE OF THE AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM UNDER CHRONIC HEAT STRESS**

### **Abstract**

To determine the specifics of the impact of chronic heat stress on milk production of Ukrainian black-and-white cows with different tones of the autonomic nervous system, an experiment was conducted in the village of Kalynia, Kamianets-Podilskyi district, Khmelnytskyi region. The farm keeps cattle, free-range on deep litter. Access to feed and water is free. The average productivity on the farm is 7–8 thousand liters of milk per lactation. In the conditions of the farm, three groups of cows were selected according to the tone of the autonomic nervous system (normotonic, sympathotonic and vagotonic) with 10 animals in each group with a productivity of 20–25 liters of milk per day. The tone of the autonomic nervous system was determined by the Baevsky method. Chronic heat stress of lactating cows was studied in July after prolonged heat stress on animals (20 days) determination of temperature-humidity index (THI) was carried out daily. The material for the studies was milk samples obtained from animals of the experimental groups. Physico-chemical parameters of raw milk were determined on the EKOMILK M MILK ANALYZER MILKANA KAM98-2A device. To determine the fatty acid composition of milk, fat was isolated using the Folch method. Analysis of fatty acid methyl esters was carried out on a Trace GC Ultra gas chromatograph (USA) with a flame ionization detector according to DSTU ISO 5509-2002. Chromatography conditions: column temperature 140–240°C, detector temperature 260°C.

Milk productivity of cows and their adaptive ability to excessive heat stress depend on the tone of the autonomic nervous system. Lactating cows from the normotonic group have the highest level of milk productivity, the lowest – in vagotonics, and the animals of this

experimental group were the most sensitive to chronic heat stress. Sympathotonics tolerated heat stress the most easily. The intensity of secretion by the mammary gland of total lipids and individual fatty acids in cows with chronic heat stress depends on the tone of the nervous system, in particular, normotonics are characterized by the maximum relative content of unsaturated fatty acids: C4:0, C18:2n6c and the lowest – C11:0; vagotonics have the maximum relative content of unsaturated fatty acids and monounsaturated fatty acids: C18:3n3, the lowest content in milk C4:0, C8:0, C18:2n6c, C4:0–C10:0; sympathotonics were characterized by the highest content of C8:0, C11:0, C14:0, C6:0–C11:0 and the lowest C18:3n3.

**Key words:** raw milk, chronic heat stress, fatty acids.

### References

1. Boichuk, B.I., Karpovskiy, V.I., Hutyi, B.V., Hryshchuk, I.A., & Hryshchuk, A.V. (2024). Molochna produktyvnist' kiz za riznoho tonusu avtonomnoi nervovoi systemy [Milk productivity of goats with different autonomic nervous system tone]. *Naukovyi visnyk L'vivskoho natsional'noho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriya: Veterynarni nauky*, 26(115) [in Ukrainian].
2. 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*, 4(7), 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X> [in English].
3. Colditz, I.G. (2021). Adrenergic tone as an intermediary in the temperament syndrome associated with flight speed in beef cattle. *Frontiers in Animal Science*, 2, 652306. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.652306> [in English].
4. Frigeri, K.D.M., Kachinski, K.D., Ghisi, N.C., Deniz, M., Damasceno, F. A., Barbari, M., Herbut, P., & Vieira, F.M.C. (2023). Effects of heat stress in dairy cows raised in the confined system: A scientometric review. *Animals*, 13(3), 350. <https://doi.org/10.3390/ani13030350> [in English].
5. Frondelius, L., Järvenranta, K., Koponen, T., & Mononen, J. (2015). The effects of body posture and temperament on heart rate variability in dairy cows. *Physiology & Behavior*, 139, 437–441. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.12.002> [in English].
6. Hryshchuk, I., Postoi, R., Horbay, R., Hryshchuk, A., & Karpovskiy, V. (2023). Determination of heart rate variability as an indicator of the influence of autonomic nervous system tone in cows. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 14(2) [in English].
7. Kézér, F.L., Kovács, L., & Tózsér, J. (2015). Step behaviour and autonomic nervous system activity in multiparous dairy cows during milking in a herringbone milking system. *Animal*, 9(8), 1393–1396. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000130> [in English].
8. Kibler, H.H. (1964). Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. *Environmental Physiology and Shelter Engineering. Research Bulletin, Missouri Agricultural Experiment Station*, 862, 1–42 [in English].
9. Manzoor, A., Maqbool, I., Ganaie, Z.A., Afzal, I., Khan, H.M., & Zaffe, B. (2019). Mitigating winter vagaries in dairy animals: A review. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 4(1), 1–5 [in English].
10. Nagy, D.W., & Shoemaker, B.M. (2025). Examining the nervous system of the ruminant. In G. Leith, S. Eaton, R.E. Englar, S. Bentley, & L. Hallam (Eds.), *Performing the large animal physical examination* (ch. 22). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119830382.ch22> [in English].
11. Oliveira, C.P., Sousa, F.C., Silva, A.L., Schultz, É.B., Valderrama Londoño, R.I., & Souza, P.A.R. (2025). Heat stress in dairy cows: Impacts, identification, and mitigation strategies – A review. *Animals*, 15(2), 249. <https://doi.org/10.3390/ani15020249> [in English].
12. Ouellet, V., Boucher, A., Dahl, G.E., & Laporta, J. (2021). Consequences of maternal heat stress at different stages of embryonic and fetal development on dairy cows' progeny. *Animal Frontiers*, 11(6), 48–56.
13. Porges, S.W. (1995). Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 19(2), 225–233. [https://doi.org/10.1016/0149-7634\(94\)00066-A](https://doi.org/10.1016/0149-7634(94)00066-A) [in English].
14. Rakib, M.R.H., Messina, V., Gargiulo, J.I., Lyons, N.A., & Garcia, S.C. (2024). Graduate student literature review: Potential use of HSP70 as an indicator of heat stress in dairy cows – A review. *Journal of Dairy Science*, 107(12), 11597–11610. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24947> [in English].

Отримано: 23.09.2025

Рекомендовано: 17.10.2025

Опубліковано: 16.12.2025