

ТЕПЛОВИЙ СТРЕС У ВИСОКОУДІЙНИХ КОРІВ

М. М. КОЩАВКА, аспірантка кафедри терапії і клінічної діагностики*
Н. І. БОЙКО, кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри терапії і клінічної діагностики

М. І. ЦВІЛІХОВСЬКИЙ, академік НААН України, д. б. н., професор кафедри терапії і клінічної діагностики

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail:koshavcka31@gmail.com; boyko_ni@nubip.edu.ua

Анотація. Тепловий стрес є типовою проблемою літнього періоду у високопродуктивних молочних корів незалежно від географічного розміщення підприємств з виробництва молока і відрізняється лише ступенем його інтенсивності. Підвищення частоти виникнення теплового стресу, вірогідно є явним наслідком глобальних змін клімату, що впливає на молочне скотарство, яке обумовлено підвищенням температури зовнішнього середовища. Так, прогнозується, що молочна галузь України в найближче десятиліття буде здійснювати свою діяльність в умовах більш теплого навколишнього середовища зі збільшенням потреби у високій ефективності галузі. Тому молочні господарства, що розвиваються, мають бути готовими до глобальних змін клімату, а ветеринарне забезпечення їх доведеться адаптувати до цих змін.

Необхідно критично оцінити ризики теплового стресу в дійних корів щодо рівня продуктивності і рентабельності молочної галузі. За теплового перегрівання змінюється поведінка корів, фізіологічні процеси, енергетичний баланс і стан антиоксидантної системи в їх організмі, в результаті чого знижується якість молока (зниження вмісту жиру і білка), продуктивність (зменшення надоїв), погіршується загальний стан, відтворна здатність, підвищуються ризики виникнення ацидозу рубця, маститів, ендометритів тощо. Для профілактики теплового стресу в корів слід контролювати в приміщеннях температурно-вологісний індекс (ТНІ) в межах < 72, не допускати температури > 24 °С і вологості > 70%. Необхідно також вчасно і якісно змінювати умови утримання та годівлі для зниження впливу теплового стресу на високопродуктивних корів.

Ключові слова: високопродуктивні молочні корови, тепловий стрес, температурно-вологісний індекс, температура тіла, терморегуляція, серцево-судинна недостатність

* Науковий керівник - доктор біологічних наук, професор М. І. Цвіліховський
© М. М. КОЩАВКА, Н. І. БОЙКО, М. І. ЦВІЛІХОВСЬКИЙ, 2018

Актуальність. Всупереч популярній думці про те, що глобальне потепління – явище досить нове, вчені стверджують: температура на Землі почала підвищуватися вже в XIX столітті. І причина цього криється у все більш активній господарській діяльності людини. В цілому вчені сходяться на думці, що в найближчі кілька років нам загрожує не стільки різке потепління, скільки зміна структури клімату. Ці зміни характеризуються великою кількістю погодних аномалій, які ми спостерігаємо вже зараз.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За даними Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) 2016 рік став найтеплішим за всю історію метеоспостережень: середня температура була вище на 1,1 градуса. Навіть незначні зміни температури вже призвели до серйозних наслідків. Дослідники вважають, що саме зміна клімату стала причиною пожеж в Канаді, злив – в Каліфорнії і землетрусів – в Італії, які відбулися в 2016 році [1].

За даними фахівців, кліматичні зміни в Арктиці, активне танення льодовиків приведуть до зсуву в більш широких структурах океанічної й атмосферної циркуляції, що серйозно вплине на погоду в різних точках планети. У лютому цього року фахівці NASA зафіксували рекордно тонкий за всю історію спостережень (починаючи з 1979 року) крижаний покрив Антарктиди і Арктики. Аномалії вже були зафіксовані взимку 2017 року і далі їх буде більше, попереджають експерти. За даними WMO, мінімум три рази в Арктиці спостерігався «полярний еквівалент хвилі тепла». Це явище було викликане припливом теплого вологого повітря через потужні атлантичні шторми. Майже 12 тисяч температурних рекордів було зафіксовано в лютому в Америці. Від тривалої і екстремальної спеки в січні-лютому страждала Австралія, а в окремих районах Аравійського півострова і Північної Африки стояли незвично сильні холоди [1].

Результатом цих процесів стала аномальна погода, яку спостерігали в грудні минулого року, коли було побито відразу декілька температурних рекордів. Крім того, 2016 рік став абсолютним рекордсменом за кількістю небезпечних метеорологічних явищ, в тому числі тих, які завдали шкоди. Було зафіксовано 590 випадків спеки, морозів, сильних вітрів і опадів, а також заморозки і заметілі. Роком раніше їх було 570, а 10-15 років тому – 150-400. Даних по цьому року, зрозуміло, поки немає, але, судячи з усього, нинішня аномальна погода – продовження торішніх тенденцій [1].

Глобальні зміни клімату, економіки, суспільства, демографії та вільних ресурсів будуть впливати і на управління охороною здоров'я на молочних фермах. Прогнозується, що молочна галузь України в найближче десятиліття буде здійснювати свою діяльність в умовах більш теплого навколишнього середовища зі збільшенням потреби в високій ефективності галузі. То ж молочні господарства повинні бути готові до глобальної зміни клімату, а ветеринарне забезпечення їх доведеться адаптувати до цих змін [21].

Навіть у кліматичних зонах, де історично сформована технологія отримання молока влітку не розглядається як лімітуючий фактор (Британські виробники молока), усвідомлюють виклики, з якими стикаються виробники молока на Близькому Сході та Півночі Америки, де середньодобові

температури часто перевищують 40 °C. Все більше є доказів, що навіть відносно низькі показники температури влітку в Британії приводять до зниження споживання корму, зменшення виробництва молока, зниження фертильності та підвищення ризиків розвитку маститу [2, 21].

Мета дослідження. Проаналізувати літературні джерела з розповсюдження, патогенезу та клінічного прояву теплового стресу у високопродуктивних корів і вивчити критерії діагностики комфортних умов для корів під час застосування охолоджуючих систем.

Аналіз проблеми. Молочні корови є гомеотермічними (homeothermic) тваринами і їм потрібно підтримувати постійну температуру тіла близько 38,8 °C +/- 0,5 °C. Вони чутливі до факторів, які впливають на їх теплообмін з навколишнім середовищем. Ці чинники включають в себе температуру повітря, променисту енергію, швидкість руху повітря та відносну вологість. Температура повітря і температура випромінювання безпосередньо впливають на теплообмінну здатність тварини. Швидкість руху повітря збільшує кількість тепловіддачі з поверхні корови. Рух повітря також може покращити випаровування, яке сприяє втраті тепла. Надмірна вологість повітря зменшує тепловіддачу і має виснажливий вплив на корів [6, 21, 24, 25].

Сучасні високоудійні корови мають надінтенсивний обмін речовин. Під час синтезування молока та протікання процесів травлення відбувається потужне виділення тепла. У першій третині лактації дійні корови виділяють близько 1.500 Вт теплової енергії, що відповідає продуктивності досить великої батареї. І якщо через кліматичні умови організм корови не має можливості віддати це тепло назовні, то тварина страждає від теплового стресу (теплового перегрівання) [22].

Молочні корови особливо чутливі до підвищення температури навколишнього середовища через високу швидкість обміну речовин та недосконалі механізми водно-електролітного обміну. У корів, як і у всіх ссавців, центр терморегуляції знаходиться в гіпоталамусі головного мозку, куди надходить інформація від всіх рецепторів, що знаходяться на периферії і де вона доповнюється інформацією про зміни температури. Терморекцептори сприймають зміни температури навколишнього середовища і у вигляді імпульсів передають її в центральну нервову систему, яка і впливає на терморегуляцію [3,4, 6, 22].

Під час підвищення температури навколишнього середовища за прямої дії сонячного випромінювання, збільшення теплопродукції організму (м'язова робота) терморегуляція здійснюється за допомогою реакцій зміни тепловіддачі – починають працювати компенсаторні механізми. Найважливішим компенсаторним механізмом є судинна регуляція, яка характеризується зміною кровонаповнення шкіри і швидкості об'ємного кровотоку через неї шляхом зміни тону судин. В цей час відбувається перерозподілення тепла в організмі, тобто тепло внутрішніх органів надходить до поверхні шкіри і шляхом конвекції переміщується в зовнішнє середовище [3, 23].

Важливу роль у розвитку теплового перегрівання має стан водно-електролітного балансу. За гіпертермії, внаслідок порушення діяльності гіпоталамічного центру терморегуляції виникають розлади водно-електролітного балансу. Підвищується збудливість мембран, виникає судинний синдром, серцево-судинна недостатність. Порушенню кровообігу сприяє токсична дія на міокард надлишку в крові Калію, який вивільняється із еритроцитів. Під час теплового перегрівання в корів збільшується виділення мінеральних речовин з організму [3, 23].

Теплове перегрівання високоудійних корів як один із видів технологічних стресів супроводжується підвищенням у крові концентрації кортикостерону, лептину і глюкагону, зниженням концентрації гормонів щитоподібної залози та інсуліну. Зміни гормонального стану призводять до порушення метаболізму і зниження споживання корму. Так, споживання корму високоудійними коровами починає знижуватися за температури повітря 25-26 °С [6-8] за рахунок зниження споживання сухої речовини корму і є способом зменшення виробництва тепла в умовах теплового перегрівання [8], в той час як потреба в енергії у них підвищується. Доведено, що в корів за теплового стресу споживання сухої речовини є на 10-15% меншим, ніж у корів, яким застосовували охолоджувальні системи [2, 9, 22, 23].

Північно-американські вчені, вивчаючи поведінку корів за теплового стресу, дійшли висновку, що під час підвищення температури тіла всього лише на 0,5 °С тварини набагато більше стояли, ніж лежали. Корови намагалися таким чином віддати більше тепла, оскільки під час стояння обвітрюється велика площа тіла і є можливість віддати більше тепла завдяки руху повітря. Але коли корови менше лежать, це негативно впливає на процес пережовування, відрижки і на використання енергії. Тобто, за теплового стресу спостерігаються зміни в поведінці корів, такі як зниження рухової діяльності, менша кількість підходів до кормового столу, зменшення кількості відрижок, жуйок, жувальних рухів, а відтак – зменшення кількості виробництва і надходження в рубець слини, як головної буферної речовини, та збільшення ризиків виникнення ацидозу рубця [22].

У корів за теплового стресу відмічають компенсаторне збільшення частоти дихання та пульсу, а також посилене потовиділення, що призводить до ще більшої втрати організмом рідини внаслідок підвищеної потреби в регуляції дегідратації та гомеостазу крові [8]. Берман А. та інші. [10] виявили, що у високопродуктивних корів частота дихання починала зростати вище 50-60 вдихів за 1 хв за температури навколишнього середовища вище 25°C. В цей час тварини важко дихали, висували язика з ротової порожнини. Надмірне випаровування вологи і виведення вуглекислого газу під час перегрівання зумовлює виникнення стану декомпенсації за рахунок дегідратації, згущення, збільшення в'язкості, а отже і зменшення об'єму циркулюючої крові, що в свою чергу, приводить до погіршення кровообігу, тканинної гіпоксії і респіраторного алкалозу [2, 3, 10].

Дослідження, що були проведені в 2011 році сільськогосподарською палатою Північної Рейн-Вестфалії [22], чітко показують, що разом із підвищенням температури навколишнього середовища підвищується

кількість соматичних клітин в молоці. Крім того, висока температура навколишнього середовища зумовлює зниження інших показників якості молока, зокрема, жирності і вмісту в ньому білка. Так, вже у випадку підвищення показника денної температури вище 18°C, відмічається зниження показників жиру і білка в молоці, а пізніше відмічається і зниження надоїв. Інші дослідження показали, що зниження надоїв молока за теплового стресу в період ранньої лактації корів може досягти 14 % та 35 % – у період середньої лактації [11]. Під дією високих температур навколишнього середовища порушується відтворення у корів, оскільки знижується експресія поведінки, змінюється ріст фолікулів та гальмується ембріональний ріст і розвиток. За теплового перегрівання в корів порушується діяльність дихального центру, функції нирок, уражається центральна нервова система з розвитком гіперемії і набряку оболонок і тканин мозку. Загибель корови настає від паралічу центрів регуляції серцево-судинної системи і дихання.

Внаслідок впливу високих температур молочна промисловість зазнає значних фінансових втрат. Так, щорічні фінансові втрати молочної промисловості США внаслідок теплового стресу в корів оцінюються від 900 до 1500 мільйонів доларів [12].

Головним заходом профілактики теплового перегрівання високоудійних корів та утримання рентабельності молочної продукції на належному рівні є забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату із застосуванням охолоджуючих систем. Дію охолоджуючих систем можна поділити на дві групи [24, 25]:

- ті, що змінюють умови навколишнього середовища для запобігання чи обмеження ступеня теплового стресу, якому піддаються корови. Практично це означає збільшення швидкості охолодження корів шляхом випаровування або зволоження повітря навколо них (використання пасток та спринклерів);
- ті, що посилюють теплообмін між коровами та навколишнім середовищем. Тобто для збільшення швидкості передачі конвективного тепла шляхом збільшення швидкості руху повітря над коровами (використання вентиляторів) [13, 14].

Для профілактики теплового стресу в дійних корів були проведені численні дослідження із застосування систем охолодження. Більша частина досліджень систем охолодження була проведена в субтропічних регіонах (на півдні США, Ізраїлі та Саудівській Аравії) в умовах від помірного до сильного теплового стресу, який тривав декілька місяців (за температури > 30 °C та відносної вологості > 40 %). Хоча епізодичний м'який до помірного тепловий стрес (за температури > 25 °C та відносної вологості > 75 %), який виникає в умовах вологого континентального клімату (у Східній Канаді та Північній частині США), також визнано проблематичним [15-18].

Оцінюють вплив навколишнього середовища на тварин та ефективність охолоджуючих систем на комфорт для корів за спеціальним тестом – температурно-вологісним індексом (Temperature Humidity Index (THI)), використовуючи діаграми температури та вологості. Проведені

дослідження вказують, що в обох кліматичних зонах (як в субтропічних регіонах, так і у вологому континентальному кліматі) THI теплового стресу відповідає майже одному і тому ж значенню 75-77 [5, 19, 21, 24, 29].

Численними дослідженнями в Середземному басейні було встановлено наступні порогові показники THI для теплового стресу у великої рогатої худоби: комфорт (THI < 68); легкий дискомфорт (68 < THI < 72); дискомфорт (72 < THI < 75); тривога (75 < THI < 79); небезпека (79 < THI < 84); надзвичайна ситуація (THI > 84) [19].

Результати досліджень співробітників The Dairy Group вказують, що якщо температура навколишнього середовища піднімається вище 24 °С, а вологість повітря становить понад 70 %, у корів починається тепловий стрес. Для контролю з визначення комфортних умов для корів вони пропонують користуватися таблицею 1, в якій блакитним кольором позначені комфортні умови для корів, зеленим – помірний тепловий стрес, жовтим – важкий тепловий стрес, а червоним – умови несумісні з життям корів [21].

1. Температурно-вологісний індекс (Temperature Humidity Index (THI)) для визначення комфортних умов утримання корів за Ian Ohnstad, The Dairy Group [21]

t, °C	Вологість, %								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	68	69	70	70	71	72	73	74	75
26	70	71	72	73	74	75	77	78	79
28	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	78	80	82	84	85	87	89	91	93
36	80	82	84	86	88	90	93	95	97
38	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	84	86	89	91	94	96	99	101	104
Умови комфортні – теплового стресу у корів немає									
Помірний тепловий стрес									
Важкий стресовий стан у корів									
Загибель корів від теплового перегрівання									

Звичайно, для профілактики теплового перегрівання корів необхідно застосовувати охолоджувальні системи. Але поряд із забезпеченням постійної вентиляції можна провести ряд господарських заходів (часто дуже простих), які необхідно вчасно розпочати і якісно виконувати протягом усього спекотного періоду [22, 23]: без потреб не переганяти тварин у спеку; проводити боротьбу з комахами (мухами, комарами); забезпечити достатню кількість поїлок, з гарним доступом для кожної тварини, та воду хорошої якості; для прискорення руху повітря відкрити бічні стінки, ворота та двері, якщо можливо – вентиляційні отвори на даху, перфоровані пластини на фронтонах; для примусової вентиляції: розмістити повільні вентилятори діаметром 1,2-1,5 м в ряд, паралельно

кормової осі, над кормовим проходом і лежачками, в зоні очікування перед доїльними залом або перед доїльним роботом, з нахилом 10-15 °, 2,7 м над проходом і включати їх, коли температура досягає 18-20 °С (автоматичне керування було б доцільним); у разі підвищення температури повітря вище 24 °С можна охолоджувати корів водою. При цьому крупнокраплинне розпилення або 5-хвилинний душ повинен змінюватися 10-хвилинними перервами, а вологе повітря повинно мати можливість рухатися. Однак, слід пам'ятати, що занадто сильна примусова вентиляція може зумовити розвиток пневмонії у корів, тому розташовувати її слід біля кормового столу або на зворотному шляху від доїльного залу, а не в зоні очікування чи лежаків; для зниження теплового випромінювання від даху корівника використовувати світле накриття даху або ізолюючі сендвіч-панелі (не підходить прозоре накриття). Добре себе зарекомендувало затінення з використанням сонячних батарей; стежити, щоб на випасі було достатньо тіні; збільшити щоденне задавання коровам мінерального корму та кормової солі на 10 % (додаткові лизунці); застосовувати бікарбонат натрію (соду) або інші засоби з буферною дією; для стабілізації умов у рубці ввести до раціону живі дріжджі; знизити частку клітковини в раціоні, але без порушення необхідного співвідношення клітковини до концентратів (частка грубих кормів > 50 %); для підвищення енергетичної щільності ввести до раціону: стабільні в рубці кормові жири, глюкопластичні носії енергії такі, як пропіленгліколь і гліцерин; стимулювати споживання корму багаторазовим підсовуванням кормів на кормовому столі; роздавати корм два або більше разів на добу; уникати повторного нагрівання корму, задаючи якісний високопоживний сінаж і консерванти (наприклад, Калію сорбат в кількості 400 г на 1 тону), кислоти або суміші кислот у дозуванні відповідно до рекомендацій виробника і норм годівлі; в якості антиоксидантів щоденно вводити до раціону вітамін Е, селен, бета-каротин та ін.

Висновки і перспективи. Необхідною є критична оцінка ризиків теплового стресу у високоудійних корів щодо рівня продуктивності та рентабельності молочної галузі. За теплового перегрівання змінюється поведінка корів, їх фізіологічні процеси, енергетичний баланс і стан антиоксидантної системи, в результаті чого знижується якість молока (зменшується вміст жиру і білка), продуктивність (зменшення надоїв), погіршується загальний стан, відтворна здатність, збільшується ризик виникнення ацидозу рубця, маститів, ендометритів тощо. Для профілактики теплового стресу в корів слід контролювати в приміщеннях температурно-вологісний індекс (ТНІ) в межах < 72, не допускати температури > 24°C і вологості > 70%. Вчасно і якісно змінювати умови утримання та годівлі для зниження впливу теплового стресу на високопродуктивних корів.

Список використаних джерел

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cikavosti.com/y-chomy-prichina-globalnoyi-zmini-klimaty/>.
2. Gauly, M. Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review / M. Gauly,

H. Bollwein, G. Breves, K. Brügemann, S. Dänicke, G. Daş et al. // *Animal*. – 2013. – Vol. 7. – P. 843–859.

3. Кондрахин, И. П. Гипертермия животных, патогенез, лечение, профилактика / И. П. Кондрахин // *Ветеринарна медицина України*. – 2007. – № 3. – С. 19–20.

4. Молодковець, О. Ю. Температурно-вологісний режим корівників за дії високих температур повітря примусового і добровільного доїння корів / О. Ю. Молодковець, М. О. Захаренко // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини* : зб. наук. праць. – Вип. 34, ч. 2 – С. 350–356.

5. DeShazer, J. A. Basic principles of the thermal environment and livestock energetics / J. A. DeShazer, G. L. Hahn, H. Xin. In : J. A. DeShazer, ed. *Livestock Energetics and Thermal Environmental Management*. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE). – St. Joseph, MI, USA : 2009. – P. 1–22.

6. Smith, J. F. Strategies to reduce the impact of heat and cold stress in dairy cattle facilities / J. F. Smith, J. P. Harner. In : R. J. Collier, J. L. Collier, eds. *Environmental Physiology of Livestock*. – Wiley-Blackwell; Chichester, UK, 2012. – P. 267–288.

7. Das, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review / R. Das, L. Sailo, N. Verma, P. Bharti, J. Saikia // *Vet. World*. – 2016. – Vol. 9. – P. 260–268. doi: 10.14202/vetworld.2016.260-268.

8. Kadzere, C. T. Heat stress in lactating dairy cows: A review / C. T. Kadzere, M. R. Murphy, N. Silanikove, E. Maltz // *Livest. Prod. Sci.* – 2002. – Vol. 77. – P. 59–91. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X.

9. Monteiro, A. P. A. Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostral and calf factors // A. P. A. Monteiro, S. Tao, I. M. Thompson, G. E. Dahl // *J. Dairy Sci.* – 2014. – Vol. 97. – P. 6426–6439. doi: 10.3168/jds.2013-7891.

10. Berman, A. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate / A. Berman, Y. Folman, M. Kaim, M. Mamen, Z. Herz, D. Wolfenson, A. Arieli, Y. Graber // *J. Dairy Sci.* – 1985. – Vol. 68. – P. 1488–1495. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80987-5.

11. Bernabucci, U. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants / U. Bernabucci, N. Lacetera, L. H. Baumgard, R. P. Rhoads, B. Ronchi, A. Nardone // *Animal*. – 2010. – Vol. 4. – P. 1167–1183. doi: 10.1017/S175173111000090X.

12. St-Pierre, N. R. Economic losses from heat stress by us livestock industries / N. R. St-Pierre, B. Cobanov, G. Schnitkey // *J. Dairy Sci.* – 2003. – Vol. 86. – E52–E77. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5.

13. Renaudeau, D. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production / D. Renaudeau, A. Collin, S. Yahav, V. de Basilio, J. L. Gourdiere, R. J. Collier // *Animal*. – 2012. – Vol. 6. – P. 707–728. doi: 10.1017/S1751731111002448.

14. House, H. K. Dairy Housing-Ventilation Options for Free Stall Barns (accessed on 6 May 2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/15-017.htm>.

15. Ominski, K. H. Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress / K. H. Ominski, A. D. Kennedy, K. M. Wittenberg, S. A. Moshtaghi Nia // *J. Dairy Sci.* – 2002. – Vol. 85. – P. 730–737. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74130-1.

16. Beede, D. K. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress / D. K. Beede, R. J. Collier // *J. Anim. Sci.* – 1986. – Vol. 62. – P. 543–554. doi: 10.2527/jas1986.622543x.
17. OURANOS. Summary of the Synthesis on Climate Change Knowledge in Québec. OURANOS. – Montreal, QC, Canada, 2015. – P. 1–13.
18. Collier, R. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle / R. J. Collier, G. E. Dahl, M. J. VanBaale // *J. Dairy Sci.* – 2006. – Vol. 89. – P. 1244–1253. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2.
19. Segnalini, M. Temperature humidity index scenarios in the mediterranean basin / M. Segnalini, U. Bernabucci, A. Vitali, A. Nardone, N. Lacetera // *Int. J. Biometeorol.* – 2013. – Vol. 57. – P. 451–458. doi: 10.1007/s00484-012-0571-5.
20. [Электронный ресурс] / Режим доступа : http://www.schaeferventilation.com/media/1703/dairy-cooling-in-humid-continental-climates_2816.pdf.
21. [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.nadis.org.uk/bulletins/managing-heat-stress-in-dairy-cows.aspx?altTemplate=PDF>
22. [Электронный ресурс] / Режим доступа : <https://soft-agro.com/korovy/teplovoj-stress-u-korov-kak-spasti-korovu-ot-zhary.html>.
23. [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.milkua.info/ru/post/zara-i-kormlenie>.
24. Fournel, S. Practices for Alleviating Heat Stress of Dairy Cows in Humid Continental Climates: A Literature Review / S. Fournel, V. Ouellet, E. Charbonneau // *Animals.* – 2017. – Vol. 7. – P. 37.
25. [Электронный ресурс] / Режим доступа : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5447919/>.

References

1. Available at : <http://cikavosti.com/y-chomy-prichina-globalnoyi-zmini-klimaty/>.
2. Gauly, M., Bollwein, H., Breves, G., Brügemann, K., Dänicke, S., Daş, G et al. (2013). Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review. *Animal*, 7, 843–859.
3. Kondrahin, I. P. (2007). Gipertermiya zhivotnyih, patogenez, lechenie, profilaktika [Hyperthermia of animals, pathogenesis, treatment, prevention]. *Veterinary medicine of Ukraine*, 3, 19–20.
4. Molodkovets, O. Iu., Zakharenko, M. O. Temperaturno-volohisnyi rezhym korivnykiv za dii vysokikh temperatur povitria prymusovoho i dobrovilnoho doinnia koriv [Temperature-humidity regime of cows for the action of high air temperatures of forced and voluntary milking of cows]. *Problems of zoinengineering and veterinary medicine*, 34 (2), 350–356.
5. DeShazer, J. A., Hahn, G. L., Xin, H. (2009). Basic principles of the thermal environment and livestock energetics. In : J. A. DeShazer, ed. *Livestock Energetics and Thermal Environmental Management*. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE). St. Joseph, MI, USA, 1–22.
6. Smith, J. F., Harner, J. P. (2012). Strategies to reduce the impact of heat and cold stress in dairy cattle facilities. In : R. J. Collier, J. L. Collier, eds. *Environmental Physiology of Livestock*. Wiley-Blackwell; Chichester, UK, 267–288.

7. Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Imtiwati, Kumar, R. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Vet. World*, 9, 260–268. doi: 10.14202/vetworld.2016.260-268.
8. Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livest. Prod. Sci.*, 77, 59–91. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X.
9. Monteiro, A. P. A., Tao, S., Thompson, I. M., Dahl, G. E. (2014). Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostrum and calf factors. *J. Dairy Sci.*, 97, 6426–6439. doi: 10.3168/jds.2013-7891.
10. Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., Arieli, A., Graber, Y. (1985). Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.*, 68, 1488–1495. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80987-5.
11. 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, 1167–1183. doi: 10.1017/S175173111000090X.
12. St-Pierre, N. R., Cobanov, B., Schnitkey, G. (2003). Economic losses from heat stress by us livestock industries. *J. Dairy Sci.*, 86, E52–E77. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5.
13. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdière, J.L., Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6, 707–728. doi: 10.1017/S1751731111002448.
14. House, H. K. Dairy Housing-Ventilation Options for Free Stall Barns (accessed on 6 May 2016). Available at : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/15-017.htm>.
15. Ominski, K. H., Kennedy, A. D., Wittenberg, K. M., Moshtaghi Nia, S. A. (2002). Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress. *J. Dairy Sci.*, 85, 730–737. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74130-1.
16. Beede, D. K., Collier, R. J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J. Anim. Sci.*, 62, 543–554. doi: 10.2527/jas1986.622543x.
17. OURANOS (2015). Summary of the Synthesis on Climate Change Knowledge in Québec. OURANOS. Montreal, QC, Canada, 1–13.
18. Collier, R. J., Dahl, G. E., VanBaale, M. J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89, 1244–1253. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2.
19. Segnalini, M., Bernabucci, U., Vitali, A., Nardone, A., Lacetera, N. (2013). Temperature humidity index scenarios in the mediterranean basin. *Int. J. Biometeorol.*, 57, 451–458. doi: 10.1007/s00484-012-0571-5.
20. Available at : http://www.schaeferventilation.com/media/1703/dairy-cooling-in-humid-continental-climates_2816.pdf.
21. Available at : <http://www.nadis.org.uk/bulletins/managing-heat-stress-in-dairy-cows.aspx?altTemplate=PDF>
22. Available at : <https://soft-agro.com/korovy/teplovoj-stress-u-korov-kak-spasti-korovu-ot-zhary.html>.
23. Available at : <http://www.milkua.info/ru/post/zara-i-kormlenie>.

24. Fournel, S., Ouellet, V., Charbonneau, É. (2017). Practices for Alleviating Heat Stress of Dairy Cows in Humid Continental Climates: A Literature Review. *Animals*, 7, 37.

25. Available at : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5447919/>.

ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС У ВЫСОКОУДОЙНЫХ КОРОВ

М. Н. Кошавка, Н. И. Бойко, М. И. Цвилиховский

Аннотация. *Тепловой стресс является типичной проблемой летнего периода у высокопродуктивных молочных коров независимо от географического размещения предприятий по производству молока и отличается лишь степенью его интенсивности. Повышение частоты теплового стресса вероятно является следствием глобальных изменений климата, которое обусловлено повышением температуры внешней среды и влияет на молочное скотоводство. Так, прогнозируется, что молочная отрасль Украины в ближайшее десятилетие будет осуществлять свою деятельность в условиях более теплой окружающей среды с увеличением потребности в высокой эффективности отрасли. Поэтому развивающиеся молочные хозяйства должны быть готовы к глобальным изменениям климата и их ветеринарное обеспечение придется адаптировать к этим изменениям.*

Необходимо критически оценить риски воздействия теплового стресса дойных коров на уровень производительности и рентабельности молочной отрасли. При тепловом перегревании меняется поведение коров, физиологические процессы, энергетический баланс и состояние антиоксидантной системы в их организме, в результате чего снижается качество молока (снижение содержания жира и белка), производительность (уменьшение надоев), ухудшается общее состояние, воспроизводительная способность, повышаются риски возникновения ацидоза рубца, маститов, эндометритов и тому подобное. Для профилактики теплового стресса у коров следует контролировать в помещениях температурно-влажностный индекс (ТНІ) в пределах < 72, не допускать температуры > 24 °С и влажности > 70 %. Необходимо также своевременно и качественно изменять условия содержания и кормления для снижения влияния теплового стресса на высокопродуктивных коров.

Ключевые слова: **высокопродуктивные молочные коровы, тепловой стресс, температурно-влажностный индекс, температура тела, терморегуляция, сердечнососудистая недостаточность**

HEAT STRESS IN DAIRY COWS

M. N. Koshavka, N. I. Boyko, M. I. Tsviliovskyu