

# Забезпечення комфорту корів у спекотний період – непроста задача

*Ensuring the comfort of cows in the hot period is a difficult task*

Р. В. Милостивий,  
канд. вет.  
наук, доц.,  
О. М. Черненко,  
д-р с.-г.  
наук, проф.,  
О. О. Іжболдіна,  
канд. с.-г. наук,  
доц., Дніпровський  
ДАЕУ

**Г**лобальні зміни клімату супроводжуються не лише більш м'якими зимами, а й значними (екстремальними) підвищеннями температури в теплий період року, що може бути істотним викликом для вітчизняного тваринництва. Те-

плове навантаження призводить до зниження надоїв молока, порушення репродуктивної функції в корів і втрат, пов'язаних із погіршенням добробуту тварин, що може мати віддалені наслідки.

Приміщення полегшеної конструкції (або ж неізольовані –

uninsulated barn, як їх називають у зарубіжних джерелах) вважають найбільш прийнятними з точки зору як виробництва молока, так і здоров'я корів. Порівняно з капітальними (типovими) приміщеннями, в них нижча концентрація шкідливих газів та комфортніші



умови для перебування тварин. За рахунок використання полегшених огорожувальних конструкцій та сучасних систем природної вентиляції скотомісце обходиться дешевше на 24–28%, проте вартість доільного та іншого технологічного обладнання на третину здорожує будівництво.

З одного боку, основною перевагою цих будівель є їхні енергоощадні властивості, оскільки загалом природна вентиляція не вимагає електричної енергії для роботи вентиляторів, а з іншого — ця житлова система особливо вразлива до зміни клімату, оскільки мікроклімат у приміщенні напряму залежить від умов навколишнього середовища. Якщо низькі температури молочна худоба переносить легше, то вищі за зону її температурного комфорту (за даними FAO — від +4 до +24 °C) призводять до погіршення добробуту та зниження продуктивності тварин.

Для пом'якшення теплового стресу корів більшість підприємств покладається на системи природної вентиляції з додатко-

вими системами охолодження (наприклад, охолоджувальними вентиляторами, стельовою вентиляцією, охолодженням з труботощо) у випадку, коли природна вентиляція є недостатньою (завичай за жаркої, вологої, безвітряної погоди). Однак ефекти такого додаткового охолодження в багатьох випадках є недостатніми. Тому пошук недорогих ефективних методів охолодження або ж оптимізації роботи нинішніх вентиляційних систем під час теплового навантаження найближчим часом буде затребуваним.

Класично тепловий стрес оцінюється за температурно-вологісним індексом (temperature-humidity index, THI), заснованим на одночасному вимірюванні температури повітря і відносної вологості, комбінований вплив яких може бути надзвичайно фатальним для всього поголів'я худоби в періоди спеки. Іноді в розрахунках таких індексів (наприклад, еквівалентного температурного індексу ETIC тощо) беруть до уваги додаткові змінні, які можуть збільшувати або зменшувати теплове наванта-

ження, такі як сонячне випромінювання або швидкість повітря. Уважають (П. Хербут та ін.), що показник температурно-вологісного індексу, нижчий від 68 одиниць, відповідає комфортним умовам для тварин і є межею, вище якої вони схильні до теплового стресу. Значення THI на рівні 68–71 відповідає невеликому стресу, в межах 72–79 — помірному, тоді як за 80–89 корови перебувають у стані сильного, а 90–99 — дуже сильного (жорсткого) стресу. Завичай дія теплового стресу може проявлятися вже за температури +22 °C, якщо відносна вологість повітря перевищуватиме 50%.

Помилковим було б uważати, що проблема теплового стресу не є актуальною для України, принаймі для її центральної частини. Аналіз надоїв корів на двох високотехнологічних молочних комплексах Дніпропетровщини засвідчив їх падіння у спекотний період (рис. 1).

Зокрема, порівняно з найбільш сприятливими погодними умовами травня, удій серед швіців у червні знизився на 3,0%, ви-



Рис. 1. Залежність середньодобового надою корів від середніх величин температурно-вологісного індексу

хід молочного жиру – на 5,2 %, вміст молочного білка – на 3,4 %. У липні та серпні надій молока зменшився на 4,6 і 5,5 %, вихід молочного жиру – на 3,1 і 7,3 %, вміст молочного білка – 3,4 і 5,7 % ( $P < 0,001$ ). Однак, здавалося б, невисокі середньомісячні значення ТНІ (наведені на рис. 1) не в змозі охарактеризувати вплив спеки на продуктивність тварин, оскільки показник ТНІ за наведений період перевищував комфортне значення протягом 100 днів (піднімаючись в окремі дні до 82 од.). Це призвело до зниження

удою на 146 кг, а збитки становили 39,5 євро на корову. Щодо голштинів, то окремих економічних розрахунків ми не проводили, проте це неважко зробити, зважаючи на зниження надоїв корів (на 0,7 кг на голову впродовж серпня і вересня) та закупівельні ціни на молоко (навіть без урахування зниження вмісту білка та жиру в молоці, яке мало місце вже починаючи з червня). Відмінності стосовно реакції тварин на погодні умови, ймовірно, пов'язані як з умовами утримання (наведемо нижче), так і з породними особливостями корів

та рівнем їхньої продуктивності, виходячи з численних даних літературних джерел.

Важливо запобігти виникненню теплового стресу, прогножуючи його, дотримуючись місцевих умов мікроклімату та використовуючи метеорологічні прогнози. Завдяки цим заходам тваринники можуть підготувати та впровадити відповідні рішення для захисту корів. Для оцінки ТНІ в неізольованих приміщеннях переважно використовують зовнішні значення температури і вологості (з найближчих метеостанцій) або ж ураховують



Фото 2. Корпус приміщення полегшеної конструкції на 600 дійних корів: а) внутрішній вигляд приміщення зі сторони кормового столу; б) бокси для відпочинку корів



Фото 3. Корпус приміщення ангарного типу з тентовим покриттям на 600 дійних корів: а) внутрішній вигляд приміщення зі сторони кормового столу; б) бокси для відпочинку корів





Фото 4. Прояви ознак теплового стресу в швіцьких корів (гіперсолівація, тахікардія та поліпноє) в тіні вигульового майданчика (а) та в приміщенні в зоні відпочинку тварин (б)

середньодобові значення (чи максимуми) цих параметрів, виміряні в центрі будівлі. Проте ці мікрокліматичні параметри в приміщенні розподілені нерівномірно, адже ні джерела тепла та вологи, ні швидкість повітря не є однорідними по всьому корівнику. Так само, як донині немає доступних рекомендацій щодо кількості та розташування вимірювальних пристроїв або частоти вимірювань для досягнення точності реєстрації мікрокліматичних умов у неізолюваних приміщеннях.

Дослідження на вже згаданих молочних комплексах протягом 2018 року виявили деякі особливості формування мікроклімату в неізолюваних корпусах у спекотний період. Використовувалися дистанційні датчики Ambient Weather WS-10 (Ambient LLC, США), закріплені на рівні спокою тварин безпосередньо в центральних і крайніх боксах секцій.

Добову динаміку температури і вологості реєстрували через кожні 10 хв одночасно як у приміщеннях, так і зовні (в затінку). Зокрема, за зовнішніх температур від  $+16,6$  до  $+37,2$  °C в корпусі каркасного типу з покрівлею із сендвіч-панелей (фото 2) середні

температури впродовж доби відрізнялися лише на  $0,2$ – $4,0$  °C; відносна вологість повітря – на  $0,7$ – $6,8$  % (з різницею ТНІ в  $1,5$  од.). Розподіл цих параметрів у корпусі виявився нерівномірним – різниця між окремими його частинами становила  $1,1$ – $3,6$  °C і  $6,8$ – $11,8$  %, за максимальних відмінностей за ТНІ в  $1,6$ – $5,1$  од. Отже, упродовж доби швіці, які перебували в центральній та південно-східній частинах приміщення, могли відчувати дискомфорт впродовж 18 год, у північно-західній – 22 год, тоді як значення ТНІ, що відповідали стресовому стану тварин зовні приміщення (в затінку), тривали лише 16 год.

Дослідження в корпусі ангарного типу (фото 3) були проведені в інтервалі зовнішніх температур від  $+19,2$  °C до  $+36,9$  °C, що відповідало значенням ТНІ від  $64,9$  до  $79,7$  од. Величини ТНІ в приміщенні варіювали від  $64,1$  до  $81,0$  од. (за різниці між середніми значеннями всередині та зовні в  $0,1$ – $2,7$  од.). Між окремими частинами приміщення відмінності в показнику ТНІ сягали  $2,5$ – $4,4$  одиниць, перевищуючи комфортні значення (ТНІ < 68) навіть у ранкові та вечірні години. Загалом

показник температурно-вологісного індексу, вищий за комфортний, реєстрували впродовж 18 год на добу, що пов'язано з великою ймовірністю виникнення теплового стресу в голштинських корів. Тож отримані дані вказують на необхідність додаткового застосування активного вентилявання не лише в спекотний період (як ми вважали раніше), а й в інші години доби, залежно від зони приміщення. Важливість цього заходу підтверджують учені (Т. К. Пандбандха та ін.), які повідомляють, що ефект теплового стресу може бути пом'якшений, якщо температура в приміщенні впаде нижче за  $+21$  °C, принаймні протягом 3–6 год нічного часу, оскільки тварини зможуть повністю розсіяти своє теплове навантаження.

Слід зауважити, що природної вентиляції через відкриті брезентові штори, як і роботи осьових горизонтальних вентиляторів у досліджуваних приміщеннях, виявилось недостатньо для створення комфортних умов у спекотний період. Ми з'ясували, що рухливість повітря в зоні відпочинку тварин за додаткового активного вентилявання максимально зростала до  $0,9$  м/с (тобто була вищою

лише на 0,3 м/с, ніж за рахунок опущених штор і відкритих воріт). Водночас швидкість руху повітря в зоні гнойових проходів (зі сторони кормового столу) за додаткової примусової вентиляції зростала в середньому до 1,4–1,9 м/с (збільшувалась на 0,8–1,1 м/с, порівняно з природною). Це вкотре підтверджує дані інших дослідників (Р. Дж. Колера, Л.-К. Шуллера, С. Вана та ін.) про те, що зона відпочинку тварин (стійло чи бокс) є тим місцем, де молочні корови відчувають найбільше теплове навантаження на молочну продуктивність.

Однак саме ввімкнення осьових горизонтальних вентиляторів після виявлення перших ознак теплового стресу (фото 4), навіть за незначного прискорення руху повітря в боксах, запобігало подальшому прояву гіпертермії у швіців за зростання ТНІ до 77,2 од. (і це до 11 год ранку!). Поодинокі випадки посилення слинотечі та прискорення дихання були помічені й се-

ред голштинів, навіть в умовах цілодобової роботи горизонтальних вентиляторів за зростання ТНІ до 79,8 од. (о 13–14 год дня).

Узагальнюючи стратегії адаптації молочних корів в умовах високих температур, учені (Л. Полскі та М. фон Кейзерлінг) виділяють як фізіологічні, так і поведінкові механізми пристосування. При цьому деякі з цих стратегій подолання теплового навантаження можуть призвести до проблем добробуту, викликаючи депресію, агресію та біль, пов'язані з голодом і спрагою. Одна з поведінкових стратегій корів у відповідь на теплове навантаження – збільшення площі поверхні тіла для потенційного охолодження за рахунок конвекції, випаровування і випромінювання. Відомо, що більшість часу (близько 13 год на добу) корови проводять у стійлах. Якщо ж тварина зазнає впливу теплового стресу, вона довше стоятиме, щоби збільшити поверхню тіла і тим самим посилити

тепловіддачу. Саме зі зростанням часу перебування корів у положенні стоячи більшість дослідників (Х. Р. Вей і Дж. К. Шерер) пов'язує сезонне збільшення кулягавості в кінці літа.

Цілодобове спостереження за поведінкою корів засвідчило, що природна вентиляція через відкриті бокові штори не в змозі створити комфортні умови для тварин. В одній частині приміщення відбувалося надмірне їх скупчення (частіше поблизу напувалок), інша залишалася порожньою (фото 5), причому не лише вдень (а, б), а й уночі (с, d). Тож не всі тварини могли комфортно розміститися в боксах, тому час, проведений у положенні стоячи, значно зростає.

Змінювалася також і кормова поведінка корів (фото 6). У місцях скупчення тварин кормів бракувало (а), тоді як біля «порожніх» частин секції вони залишалися майже не торканими (б).

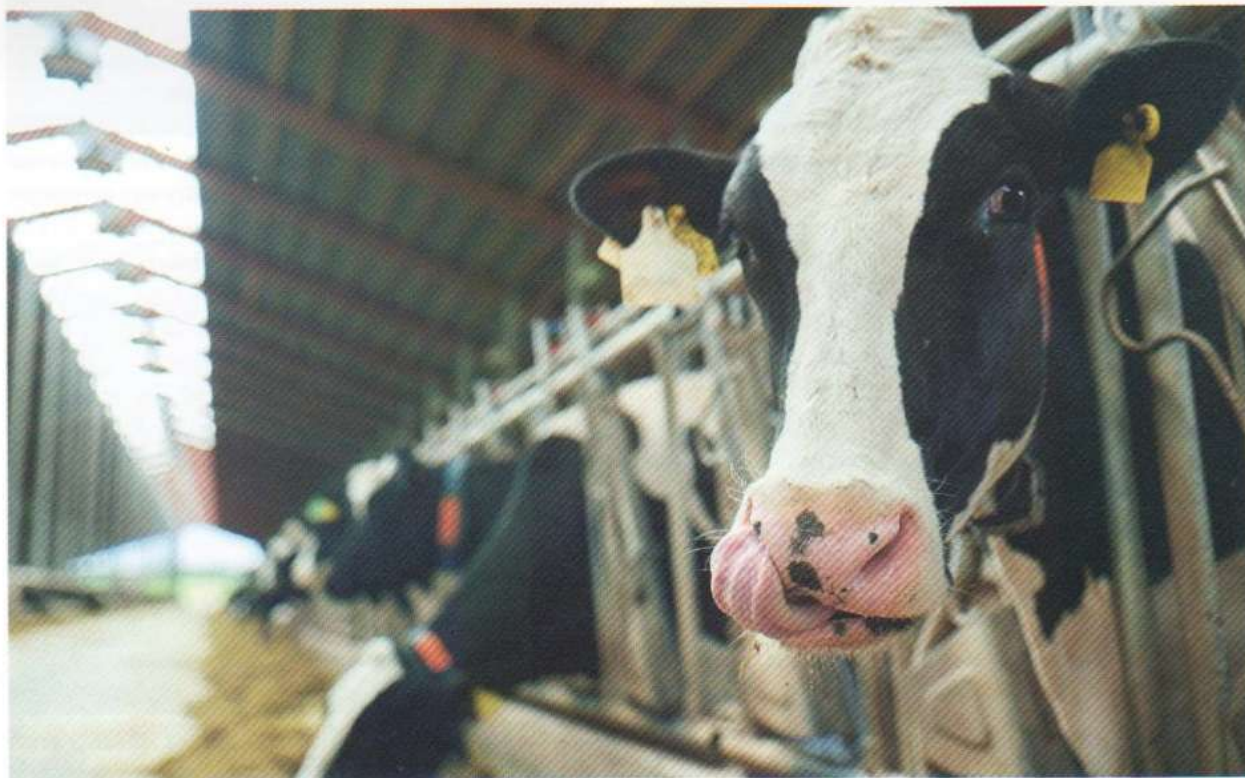




Фото 5. Переповнені (а, с) і «порожні» (b, d) частини секції

Необхідно відзначити, що після застосування додаткової примусової вентиляції спостерігався відносно рівномірний розподіл тварин у секціях упродовж доби та майже однакове споживання корму по всій довжині кормового столу.

Нас зацікавило, наскільки ефективною була робота додаткової примусової вентиляції щодо зниження температури в приміщенні, адже багато дослідників повідомляє про її зменшення за рахунок роботи горизонтальних вентиляторів на кілька градусів.

Це стало можливим завдяки обробці достатньої для математичного моделювання кількості вимірів

температури зовні, безпосередньо в боксах приміщення, а головне — постійній роботі температурного реєстратора NORSOL WH-T-42 (призначеного для автоматичного відкривання-закривання бокових штор залежно від температури в приміщенні), датчики якого розміщені на висоті близько 4 м від підлоги, над вентиляторами. Виявилося, що на рівні розміщення цих датчиків ефективність охолодження справді становила 1,8–2,1 °C (у найспекотніший період — з 12 до 14 год дня), тоді як у місці відпочинку тварин — лише 0,4 °C.

Так само як і в нашому дослідженні, вчені (В. Ф. Вторий та ін.) вимірювали температуру і воло-

гість повітря в режимі реального часу за допомогою електронних датчиків, які розміщувалися безпосередньо над стійлами тварин на висоті 2,5 м. Розміщення реєстраторів над підлогою на такій відстані було вмотивовано їхньою недосяжністю для тварин і обслуговуючого персоналу (вони не повинні були заважати виконанню технологічних процесів та операцій). Хоча таке розміщення датчиків і було зручним для збору даних, проте воно не повною мірою відображало стан середовища в зоні відпочинку корів. Ми розуміємо, що в нашому випадку перебування тварин біля датчиків могло впливати на точність їхніх вимірів



**Фото 6. Нерівномірне споживання корму на різних ділянках кормового столу (а – повністю з'їдений; б – майже не торканий)**

у разі безпосереднього контакту (облизування тощо), проте завчасне (за кілька діб) кріплення чохлів із металевої сітки в боксах (без датчиків) мало попередити «надмірну зацікавленість» корів щодо розміщених пристроїв.

Хоча деякі вчені (С. Хемпель та ін.) рекомендують вимірювати мікроклімат у полегшеному приміщенні на висоті близько 3–3,5 м від підлоги, зрозуміло, що в нашому випадку ці контрольні точки не будуть інформативними. Це може бути пов'язано не тільки з конструкцією будівлі, а й із численними факторами, що впливають на мікроклімат у зоні перебування тварин (наприклад, скученістю, станом підстилки і кількістю залишкового гною в приміщенні), а також із положенням тіла самих тварин, яке може суттєво впливати на розподіл повітряного потоку.

Це підтверджує думку, що розміщення датчиків у найбільш показових положеннях має бути індивідуальним для кожного приміщення, щоб зменшити помилку в оцінці благополуччя тварин з точки зору ТНІ. Такі контрольні точки повинні забезпечувати точну і репрезентативну оцінку всієї будівлі або конкретних про-

блемних зон (відпочинку корів, як у нашому випадку). Не менш важливим є те, що через неоднорідний розподіл джерел тепла і вологості (пов'язаний з роботою обладнання і турбулентністю повітряного потоку) точність вимірювання мікроклімату в будівлях значно відрізняється. Зокрема, похибки в даних температури (до  $\pm 2$  °C) та вологості повітря (до  $\pm 20$  %) були пов'язані з точністю приладів і просторовим розміщенням датчиків. Тож цілком зрозуміло, що одного датчика температури й вологості всередині будівлі недостатньо для оцінки ризику теплового стресу. У цьому сенсі температурно-вологісний індекс у приміщенні буде сумнівною мірою ризику теплового стресу.

Виробники молока можуть поліпшити здоров'я своїх стад, уживаючи заходів щодо збільшення часу перебування тварин у стійлах у лежачому положенні, коли температурно-вологісний індекс піднімається вище від межі теплового стресу (ТНІ > 68). З огляду на це нещодавно запропоновані (такими дослідниками, як М. Мондака та К. Чхве, С. Ван та ін.) системи вентиляції, засновані на концепції спрямування свіжого повітря без-

посередньо в зону тварини, можуть бути особливо затребувані.

Узагальнюючи досвід колег, а також результати власних напрацювань, можна окреслити деякі моменти, пов'язані з проблемою створення комфортних умов для корів саме в приміщеннях полегшеної конструкції:

- ◆ сучасні широкогабаритні приміщення великої місткості (на 600 голів і більше) висувають додаткові вимоги щодо систем забезпечення мікроклімату та вимагають нових підходів до їхньої оцінки та нормалізації, враховуючи специфіку формування в них повітряних потоків;
- ◆ причиною прорахунків є активне впровадження нових зарубіжних технологій та обладнання без урахування кліматичних особливостей регіону, що призводить до непередбачених відхилень реальних параметрів повітряного середовища від розрахункових та необґрунтованого використання потужностей вентиляційних систем;
- ◆ важливо запобігати виникненню теплового стресу, попереджаючи його прояв за допомогою метеорологічних прогнозів і підготовки та впровадження



відповідних рішень для захисту тварин, з огляду на достовірний зв'язок між погодними умовами та продуктивністю корів, яких утримують у неізолюваних приміщеннях;

- ♦ використання температурно-вологісного індексу (ТНІ) для характеристики як стану повітряного середовища в приміщеннях, так і його впливу на організм тварин є зручним та інформативним; проте, на жаль, воно поки що не набуло широкого поширення серед вітчизняних науковців і практиків;
- ♦ незважаючи на високу залежність мікроклімату в приміщеннях від стану зовнішнього середовища, їхні конструктивні особливості, з одного боку, дозволяють запобігти надмірному перегріванню повітря в період денної спеки (створюючи тіньовий захист для тварин), а з іншого – призводять до затримки нагрітого повітря в приміщеннях, коли в навколишньому серед-

овищі воно охолоджується, тим самим подовжуючи вплив підвищених температур на організм;

- ♦ виявлено не лише відмінності між станом повітряного середовища всередині та зовні приміщень, а й істотну різницю в його формуванні в різних частинах приміщень, пов'язану з розміщенням будівель відносно сторін світу, тобто інтенсивністю прогрівання її окремих частин сонячними променями впродовж світлового періоду доби;
- ♦ особливості формування стану повітряного середовища вказують на необхідність диференційованого підходу до режиму і тривалості застосування систем охолодження впродовж доби для різних частин приміщення з природною вентиляцією;
- ♦ виявлення «критичних точок» погіршення мікроклімату в приміщенні та постійний моніторинг їхнього стану може запобігти погіршенню добробуту та зниженню продуктивності тварин;

- ♦ те, що навіть цілодобове застосування потужних осьових вентиляторів було недостатнім для створення комфортних умов у зоні відпочинку тварин, указує на необхідність застосування додаткових технічних рішень (наприклад, дрібнокрапельного зрошення) для нормалізації мікроклімату в спекотний період;
- ♦ концепції адаптації до теплового стресу з точки зору інтелектуальної вентиляції повинні враховувати особливості, пов'язані з індивідуальними фізіологічними й поведінковими реакціями корів на реальні мікрокліматичні умови.

Сьогодення вимагає обізнаності в певній (своїй) галузі науки чи виробництва. Щодо сучасних тенденцій у нашому випадку, то зарубіжні дослідники вже давно не обмежуються лише моніторингом мікроклімату (хоч і тут ще залишається чимало прогалин) – у тренді його прогнозування та розробка «інтелектуальних» систем вентиляції, заснованих на математичному моделюванні. Його широко використовують для передбачення реакції тварин на тепловий стрес, воно може бути корисним інструментом у прогнозуванні мікроклімату, оптимізації вентиляційних систем та створенні теплового комфорту в приміщеннях. Ми також працюємо в цьому напрямі. Останні дослідження свідчать про високу точність (> 90 %) передбачення ТНІ в приміщеннях полегшеної конструкції залежно від погодних умов. Наразі триває робота над розробкою алгоритму застосування математичного моделювання для прогнозу щодо комфорту корів та оцінки ефективності роботи вентиляційного устаткування.

*Список використаної літератури надаємо на вимогу читачів*

