

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.16
УДК 636.084:636.2:591.5

Андрій Золотарьов,

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач лабораторії годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва, Інститут тваринництва НААН України, м. Харків, Україна
ORCID ID 0009-0002-7073-4950
e-mail: apz_2013@ukr.net

Микола Косов,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва, Інститут тваринництва НААН України, м. Харків, Україна
ORCID ID 0000-0002-8850-745X
e-mail: nkosov479@gmail.com

Володимир Шабля,

доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри технологій та селекції у тваринництві, Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна; Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна
ORCID ID 0000-0001-6510-5397
e-mail: shabliavladimir@gmail.com

Іван Золотарьов,

здобувач 1 курсу, спеціальність 015 «Професійна освіта», Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID ID 0009-0001-7630-6765
e-mail: zolotariow07@gmail.com

Петро Шабля,

аспірант, спеціальність 204 – «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна
ORCID ID 0009-0006-1248-9925
e-mail: finngine2905@gmail.com

**ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ УПРАВЛІННЯ ГОДІВЛЕЮ
ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ В УМОВАХ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ**

Анотація

Висвітлено актуальне питання підвищення ефективності годівлі високопродуктивних корів у літній період за умов теплового стресу, який негативно впливає на споживання корму,

азотний баланс, здоров'я та продуктивність тварин. Метою дослідження було зменшити негативний вплив високих температур на організм корів шляхом зміщення часу основної годівлі на прохолодні періоди доби. Дослід проводився у СТОВ "Агрофірма Петродолинське" влітку 2024 року на технологічній групі з 85 корів голишинської породи. Встановлено, що при підвищенні температури повітря понад $+25^{\circ}\text{C}$, а особливо понад 29°C , спостерігається зниження споживання кормів, що прямо корелює зі зменшенням надоїв. Основну увагу приділено оптимізації технологічних рішень у системі годівлі, зокрема – режиму роздавання кормосуміші протягом доби. У дослідний період було змінено традиційний режим годівлі: 80% раціону роздавали у ранкові (5:00–6:00) та вечірні (21:00–22:00) години, що дало змогу забезпечити поїдання кормів у комфортніших умовах. Аналіз результатів показав, що середньодобове споживання корму обернено пропорційно залежить від температури повітря ($r = -0,769$, $p < 0,001$), а найбільший вплив має швидкість ранкового підвищення температури ($r = -0,780$, $p < 0,001$). Отримані дані засвідчили, що зміна часу згодовування кормів на більш прохолодні періоди доби сприяє зростанню рівня споживання корму, збереженню продуктивності та зниженню негативних проявів теплового стресу. Так, зокрема, у дослідний період зафіксовано збільшення споживання корму порівняно з контрольним – кількість залишків на кормовому столі скоротилася у середньому з 3,37 кг до 2,13 кг на голову/добу, або на 3,27 % від кількості заданого корму. Таким чином, запропоноване технологічне рішення може бути ефективним засобом адаптації системи годівлі високопродуктивних корів до умов змінного клімату, дозволяючи мінімізувати економічні втрати та підвищити загальну ефективність молочного виробництва в літній період.

Ключові слова: високопродуктивні корови, годівля, кормосуміш, режим годівлі, молочна продуктивність, тепловий стрес, температура повітря

Вступ. Останні дослідження в області фізіології живлення свідчать про те, що худоба, яка зазнала суттєвого впливу термічного навантаження, має негативний азотний баланс в основному як наслідок зменшення споживання корму. При цьому дефіцит азоту зазвичай приходить до компенсації збільшенням вмісту протеїну в сухій речовині раціону або іншими методами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо, що вплив показників мікроклімату на стан тварин та їхню продуктивність є різним [1]. Практика ведення тваринництва в Україні показала, що з усіх показників мікроклімату температура повітря має найбільший вплив на продуктивність тварин [2].

Відповідно до більшості останніх наукових досліджень, термонеутральна для великої рогатої худоби зона знаходиться в межах $+5...+20-25^{\circ}\text{C}$ [4]. Незважаючи на те, що вона (термонеутральна зона) для великої рогатої худоби досить широка, для високопродуктивного стада створення оптимального середовища, включаючи температуру повітря, є дуже важливим. Даний факт пов'язаний з тим, що інтенсивна експлуатація тварин вимагає максимальної напруги тіла. А це впливає на їхню стійкість, здоров'я та продуктивність. Наведені закономірності стосуються як теплого [3, 4], так і холодного [6, 7] періодів року.

В ідеалі фермери повинні забезпечити такі зоогігієнічні параметри мікроклімату, які б повністю задовольняли фізіологічні потреби організму та забезпечували гарне здоров'я тварин [8]. Комфортний мікроклімат сприяє

ефективному теплообміну, швидкій адаптації та профілактиці захворювань тварин. Він дає змогу підвищити природну резистентність, забезпечити високу репродуктивну здатність, зменшити витрати кормів та енергії, а також отримати генетично обумовлену кількість високоякісної продукції від тварин.

Продуктивність тварин на 10-30 % визначається мікрокліматом у тваринницьких приміщеннях та умовами утримання [9-12]. Зокрема, відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних меж може призвести до зниження надою на 10-20 %, приросту живої маси – на 20-35 %, до збільшення падежу молодняку – на 5-40 %, та погіршення стійкості тварин до хвороб. Створення та підтримка оптимального мікроклімату також пов'язані з продовженням терміну служби будівель та встановленого в них обладнання, зниженням витрат на додаткові корми, а також позитивно впливає на обслуговуючий персонал.

Втім досягти оптимальних параметрів мікроклімату на практиці вдається далеко не завжди в першу чергу через несприятливі погодні умови [9]. Адже забезпечення комфортного середовища для тварин та обслуговуючого персоналу має відповідати реальним економічним можливостям ферм. У такому випадку раціональність та практичність того чи іншого технологічного рішення зазвичай виступають критеріями оптимальності цих умов.

Особливо гострою проблемою комфорту худоби є значне підвищення температури оточуючого середовища у літню пору року. Адже саме впродовж літніх місяців спекотна погода призводить до виникнення у тварин теплового стресу [13-15].

Це разом з підвищеними сезонними ризиками порушення технологічних процесів приготування корму (структура кормосуміші, її поживність, вологість, якість змішування) та ритмічності його згодовування в умовах температурного навантаження на тварин призводить до значних втрат поживних речовин кормів, зниження продуктивності й обміну речовин, передчасного вибракування корів.

Дані питання вимагають детального вивчення, адже їх успішна реалізація, за інших рівних умов прогресивної технології виробництва молока, дає змогу отримати високу молочну продуктивність від кожної корови.

При цьому кожне з можливих технологічних або годівельних рішень перелічених проблем характеризується специфічними параметрами ефективності, які базуються на рівні їх ергономічності та технологічності щодо організації процесів завантаження, змішування, подачі, розподілу та згодовування кормів [16, 17].

Численні дослідження у Північній Америці та Європі показали, що велика рогата худоба, яка зазнала термічного навантаження, мала негативний азотний баланс внаслідок зменшення споживання корму [18, 19], що може бути компенсовано збільшенням вмісту білка в раціоні. Але такий прийом, своєю чергою, у низці випадків невиваженого застосування здатний призвести до надлишку азоту і негативного азотного балансу в рубці.

Низка дослідників дійшли висновку, що згодовування надлишку легкорозщеплюваного в рубці протеїну під час перегрівання було чинником зниження споживання сухої речовини і молочної продуктивності [20]. А для уникнення дефіциту протеїну, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів у раціонах корів найчастіше використовуються різні кормові добавки [21, 22].

За такого варіанту вирішення проблеми зменшення споживання сухої речовини раціонів під час теплового стресу виникає необхідність у збільшенні концентрації білка й енергії в сухій речовині раціону. При цьому необхідно враховувати якість протеїну, кількість обмінної енергії в раціоні, що може суттєво впливати на ефективність перетворень азотистих сполук у продукцію в організмі жуйних.

У попередні роки співробітниками лабораторії годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва Інституту тваринництва НААН було проведено дослідження з підвищення продуктивності корів та ремонтного молодняку за рахунок покращення ефективності використання кормів [23, 24]. Наразі існує необхідність доповнити підходи щодо організації процесу годівлі високопродуктивних тварин з урахуванням змін клімату, що і стало головним завданням наших досліджень.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є зміна підходу до організації годівлі дійних корів та згодовування кормів у літній період року.

Мета – дослідити можливість зменшення впливу фактора високої температури повітря на організм високопродуктивних корів, їх кормову поведінку та молочну продуктивність у літній період за рахунок удосконалення технологічних прийомів згодовування кормів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Матеріал і методика досліджень. В основу досліджень покладено робочу гіпотезу про те, що окрім збалансованого раціону, однією із основних умов повноцінної годівлі корів за підвищеної температури є забезпечення споживання тваринами кормосуміші в комфортних умовах. На додачу корми повинні бути у свіжому вигляді. Відтак забезпечити раціональніше згодовування кормів у спекотний сезон року можливо, скоригувавши режим роздавання, а отже, і згодовування кормів у напрямку більшого наголосу на комфортні щодо температури повітря періоди доби.

Наші дослідження з вивчення ефективності зміни часу та співвідношення даванок кормосуміші проведено у найбільш спекотний період – у липні-серпні 2024 року у СТОВ «Агрофірма Петродолинське», котре знаходиться у Південному регіоні України, а саме в південній частині Одеської області. Погодні умови господарства характеризуються помірно континентальним кліматом зі спекотним сухим літом. Середньодобова температура липня +21°C – +24°C.

Дослід проводили методом періодів на технологічній групі з 85 дійних корів голштинської породи першої третини лактації. Утримання тварин – безприв'язне, з вільним доступом до кормів та води.

Схема досліду представлена в таблиці 1. Було розроблено раціон годівлі піддослідних тварин з урахуванням фактичного хімічного складу кормів та вітчизняних норм годівлі [12]. При цьому поживність кормосумішей, які задавали коровам протягом контрольного та дослідного періодів, не відрізнялися між собою.

У контрольний період роздавання кормосуміші відбувалося рівними частинами за режимом, встановленим у господарстві: перша – о 7:00 - 8:00 годині, друга о 13:00 - 14:00, остання – 19:00. - 20:00.

Таблиця 1

Схема досліджень

Періоди			
Контрольний (1 липня – 17 липня)		Дослідний (18 липня – 28 серпня)	
Час роздавання кормосуміші, годин : хвилин	Частка кормосуміші (від добової даванки), яку задавали в цей час	Час роздавання кормосуміші, годин : хвилин	Частка кормосуміші (від добової даванки), яку задавали в цей час
7:00-8:00	33%	5:00 - 6:00	40%
13:00-14:00	34%	13:00 - 14:00	20%
19:00-20:00	33%	21:00 - 22:00	40%

У дослідний період більшу частину раціону (80 %) роздавали у прохолодніший час доби – о 5:00 - 6:00 (40 % кормосуміші) та 21:00 - 22:00 годині (40 % кормосуміші), з акцентом на розподілення їх кількості на світанковий та пізньовечірній час. Решту 20 % раціону задавали о 13:00-14:00.

Під час проведення досліджень як у контрольний, так і в дослідний періоди визначали наступні показники:

- фактичний хімічний склад кормів – за загальноприйнятими методиками, поживність – розрахунковим методом;
- фактичне споживання кормів – шляхом проведення контрольних годівель, – кожні 7 днів упродовж двох суміжних діб. При цьому визначали: кількість заданих групі кормів (кг), кількість їх залишків на кормовому столі наступного дня до роздавання нової порції раціону (кг), а також різницю між масою заданих кормів і їх залишків (кг), тобто кількість фактично спожитої коровами кормосуміші;
- показники температури повітря, виміряні у моменти доби, які відповідали часу роздавання кормів за контрольного і дослідного періоду (о 5:30, 7:30, 13:30, 19:30 і 21:30), – у період проведення контрольних годівель;
- молочну продуктивність корів – за результатами контрольних доїнь індивідуально по кожній голові у контрольний та дослідний періоди;

Статистичне опрацювання результатів досліджень здійснено загальноприйнятими статистичними та біометричними методами з використанням кореляційного і дисперсійного аналізів та визначенням рівня вірогідності.

Динаміку температури повітря під час даного дослідження представлено на рисунках 1 і 2, а середні її показники під час роздавання кормів – у таблиці 2.

Нашими попередніми спостереженнями встановлено, що підвищення температури повітря, починаючи з $+25^{\circ}\text{C}$ і вище може призводити до теплового стресу, наслідком якого часто стає зменшення споживання кормів, що у свою чергу супроводжується падінням рівня надоїв.

У даних дослідження також виявлено подібні закономірності. Так, за урахування всього періоду досліджень, коефіцієнт кореляції між середньою температурою повітря протягом доби і кількістю спожитої коровами за цю добу кормосуміші становив $r = -0,769$ ($p < 0,001$). Таким чином, маємо зворотну залежність між указаними показниками, що свідчить про краще споживання за прохолодніших (а отже, комфортніших для тварин) температур зовнішнього повітря.

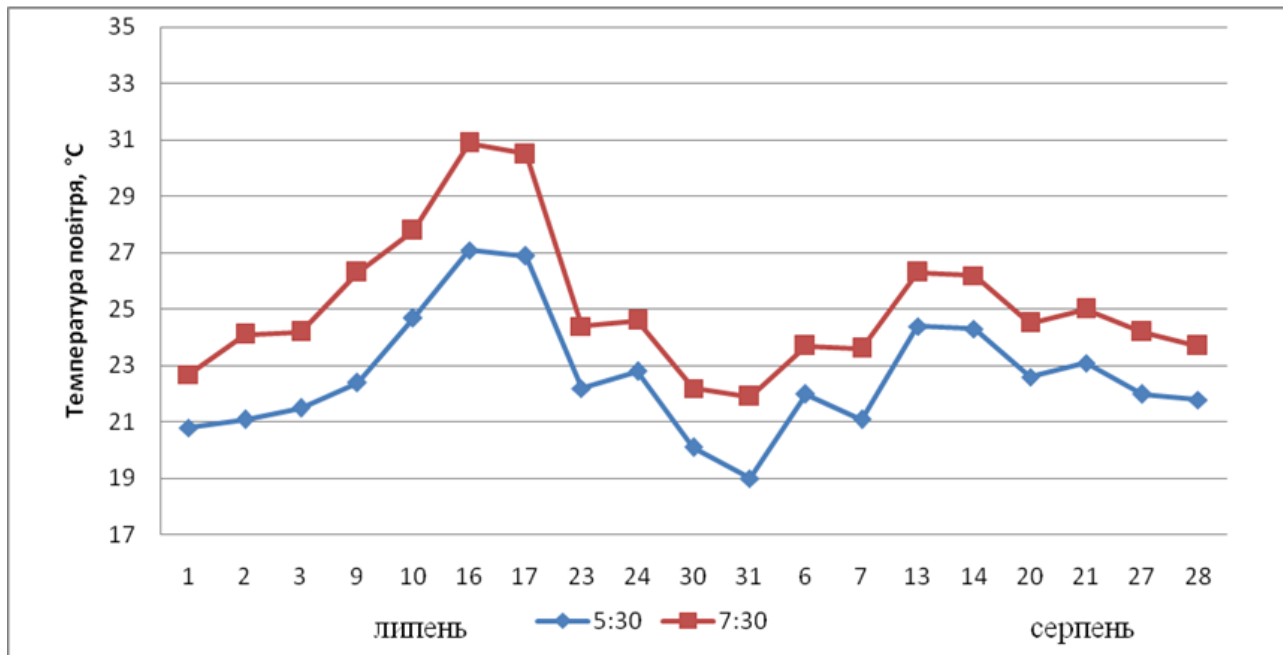


Рисунок 1. Динаміка температури повітря під час ранішньої годівлі (рисунок авторів)

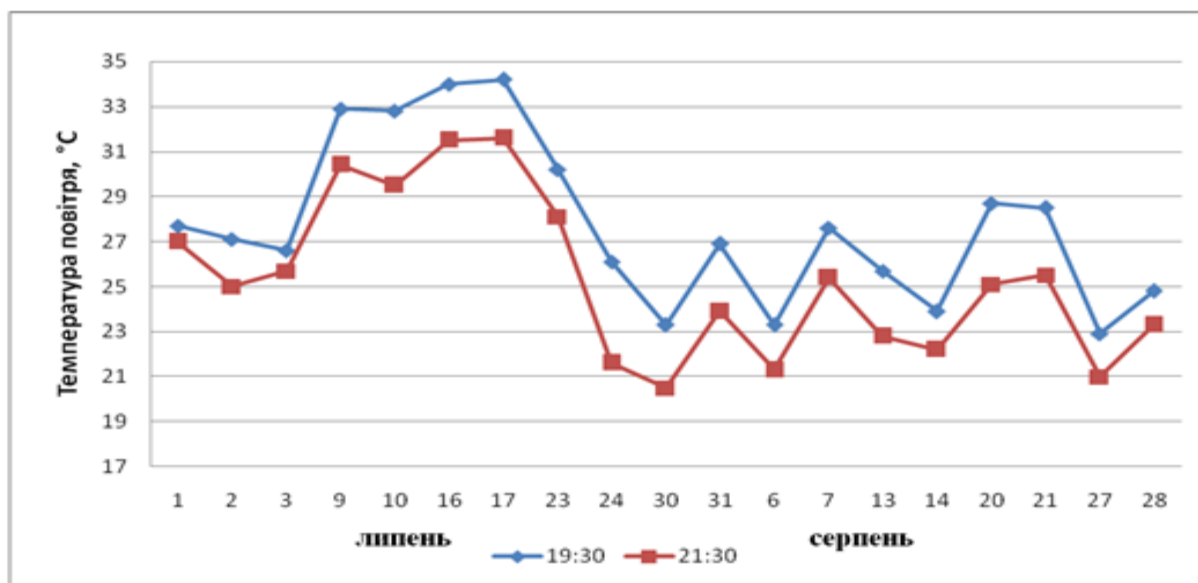


Рисунок 2. Динаміка температури повітря під час вечірньої годівлі (рисунки авторів)

Цікаво, що ще суттєвіший коефіцієнт кореляції встановлено між кількістю спожитої коровами за добу кормосуміші і різницею температур повітря о 7:30 і 5:30 ранку. У даному випадку кореляція становила $r = -0,780$ ($p < 0,001$). Такий результат означає, що ще більше значення, ніж середня температура повітря протягом доби, має вранішня швидкість зростання температури повітря.

Таблиця 2

Середня температура повітря під час роздавання корму, °C

Час роздавання кормосуміші	Періоди:	
	контрольний	дослідний
05.00-06.00	23,5±1,03	22,1±0,45
07.00-08.00	26,6±1,22	24,2±0,38
13.00-14.00	31,1±1,24	28,6±0,42
19.00-20.00	30,8±1,30	26,3±0,66
21.00-22.00	28,7±1,04	23,7±0,64

І чим інтенсивніше ця температура збільшується, – тим менше кормів споживають корови. У той же час щодо швидкості вечірнього спадання температури, то не встановлено вірогідного кореляційного зв'язку між цією характеристикою комфортності умов (її контролювали за різницею між температурою повітря о 21:30 і 19:30 вечора) та кількістю спожитих кормів: коефіцієнт кореляції $r = 0,085$ ($p > 0,05$). Отже, інтенсивність вечірнього змінювання температури повітря має набагато менше значення для споживання кормів порівняно з ранішнім.

Характерно й те, що хоча швидкість росту температури повітря з ранку до обіду (контрольована за різницею між температурою повітря о 13:30 і 5:30)

вірогідно ($p = 0,032$) корелювала зі споживанням кормів протягом доби, проте коефіцієнт кореляції ($r = 0,493$) був суттєво нижчим за найвідмітніші з описаних вище.

Слід відмітити, що культура приготування й роздавання кормів у господарстві знаходилася на високому рівні, про що свідчать мінімальні відмінності між добовими кількостями заданих групі кормів протягом періоду досліджень. Так, середня кількість заданої кормосуміші становила 39,78 кг в розрахунку на корову при вкрай низькому середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 0,04$ кг.

З огляду на це, цілком логічними виглядають встановлені нами прямо протилежні до описаних вище закономірності зв'язків між температурою повітря і кількістю нез'їдених залишків кормосуміші.

Так, очікувано отримано наступні коефіцієнти кореляції між кількістю залишків кормів на кормовому столі, з одного боку, та, з іншого боку:

- середньою температурою повітря протягом доби – $r = 0,766$ ($p < 0,001$);
- різницею температур повітря о 7:30 і 5:30 ранку – $r = 0,781$ ($p < 0,001$);
- різницею між температурою повітря о 21:30 і 19:30 – $r = -0,085$ ($p > 0,05$);
- різницею між температурою повітря о 13:30 і 5:30 – $r = 0,480$ ($p = 0,038$).

У період пікового теплового навантаження на високопродуктивних тварин ($+30$ °C та вище) організм реагував підвищенням частоти дихання до 70 рухів, що більше, ніж фізіологічна норма за комфортної температури. Також цей період характеризувався зміною кормової поведінки тварин; зокрема, корови суттєво збільшили споживання води й одночасно зменшили споживання корму.

Як видно з наведених даних, температура повітря у традиційний для господарства час роздавання корму була суттєво вищою порівняно з температурою у запропонований нами більш прохолодний час доби. Так, у контрольний період дослідження вранці різниця між цими показниками становила в середньому $3,1$ °C ($p < 0,001$), а ввечері – $2,1$ °C ($p < 0,001$). Під час дослідного періоду різниці температури між прийнятим у господарстві й відкоректованим часом роздавання кормосуміші становили: вранці $2,1$ °C, а наприкінці дня – $2,6$ °C ($p < 0,001$).

У результаті проведених досліджень встановлено, що зміна в дослідний період режиму годування та співвідношення між кількостями корму в різні даванки привела до збільшення споживання корму коровами.

Так, у цей період кількість фактично з'їденої кожною коровою за добу кормосуміші становила 37,65 кг проти 36,41 кг протягом контрольного періоду. Різниця між споживанням корму у дослідний і контрольний періоди вірогідна на рівні значущості $p < 0,001$ та становить $1,24$ кг на користь дослідного періоду. Одночасно ступінь впливу періоду (контрольний / дослідний) на кількість з'їденого корму становить $\eta^2 = 0,810$ ($p < 0,001$).

Відповідно кількість залишків на кормовому столі завдяки перенесенню часу роздавання кормосуміші на прохолодніший час доби у дослідний період скоротилася в середньому на $1,25$ кг ($36,9$ %) на голову. При цьому різниця за

кількістю залишків кормів між дослідним і контрольним періодами була також вірогідною ($p < 0,001$), а ступінь впливу періоду на кількість нез'їдених залишків кормосуміші $\eta^2 = 0,809$ ($p < 0,001$).

Водночас відмічено зростання рівня надоїв за переведення корів на запропонований нами графік годівлі з 28,9 кг у контрольний до 30,1 кг на голову на добу у дослідний період, або на 4,2 % (табл. 3).

Таблиця 3

**Споживання кормосуміші та надої корів залежно від режиму
годування та співвідношення даванок корму**

Показники	Режим годування та співвідношення даванок корму в період:	
	контрольний	дослідний
Задано кормів, кг/гол./добу	39,79±0,02	39,78±0,01
Залишки корму на кормовому столі, кг/гол./добу	3,37±0,11	2,13±0,09
Молочна продуктивність, кг/гол./добу	28,9±1,14	30,1±0,85

Виявлені нами закономірності щодо погіршення споживання кормів та надоїв за високих температур навколишнього середовища цілком узгоджуються з результатами досліджень інших авторів. Зокрема, Beauregard-García J. et al [25], Mylostyvyi, R. V. et al. [26, 27], Захаренко М. О. та ін. [28], Hauliková A. et al. [29], Шабля В. П. та ін. [2] також констатували погіршення кормової поведінки, споживання кормів і зниження надоїв при зростанні температури повітря. Частина з них зауважували щодо поступового нарощування негативної дії чинника підвищення температури навколишнього середовища вище +21 °С, інші ж – до різкого при рості t вище +29 °С.

Проведені дослідження показали, що зміщення часу роздавання основної частки кормосуміші на комфортніший (за температурою повітря) час доби сприяє більш повному споживанню кормосуміші і, відповідно, скороченню кількості її залишків на кормовому столі. Це дозволяє раціональніше використовувати корми, підвищує продуктивність тварин та рентабельність виробництва молока.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Виявлено кореляційну залежність між середньою температурою повітря протягом доби влітку і кількістю спожитої коровами за цю добу кормосуміші ($r = -0,769$, $p < 0,001$), що свідчить про краще споживання за прохолодніших (а отже, комфортніших для тварин) температур повітря.

2. Встановлено, що зміна прийнятого у господарстві режиму годування на варіант роздавання кормів о 5.00 - 6.00, 13.00 - 14.00 та 21.00 - 22.00, а також співвідношення кількості розданого корму відповідно в пропорції 40 % : 20 % : 40 % у дослідний період призвели до збільшення добового споживання кормосуміші з 36,41 кг до 37,65 кг. Різниця вірогідна ($p < 0,001$) і становить 1,24 кг (3,4 % від заданої кількості).

3. У результаті такого удосконалення режиму годівлі кількість залишків кормосуміші на кормовому столі скоротилася у середньому з 3,37 кг до 2,13 кг на голову/добу, або на 3,27 % від кількості корму в раціоні (ступінь впливу режиму годівлі $\eta^2 = 0,809$, $p < 0,001$). Водночас відмічено зростання рівня надоїв з 28,9 кг до 30,1 кг на голову/добу (на 4,1 %) порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень полягають у науковій перевірці можливостей розробки й оцінки моделей прогнозування споживання коровами кормосуміші та їхніх надоїв залежно від режимів годівлі, а також від умов навколишнього середовища.

Список використаної літератури

1. Kucevic D., Plavsic M., Trivunović S., Radinovic M., Bogdanović V. Influence of microclimatic conditions on the daily production of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2013. № 29. P. 45–51. URL: <https://doi.org/10.2298/BAH1301045K>
2. Шабля В.П., Осипенко Т.Л., Адміна Н. Г., Панченко О. М., Ковтун С. Б. Вплив погодних умов на продуктивність корів у теплий період року. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. Вип. 2, № 27. Суми. С. 161–165. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2015_2_41.
3. Michael, P., de Cruz, C. R., Mohd Nor N., Jamli, S., Meng Goh, Y. Evaluation of heat stress threshold and impacts on milk yield in dairy cattle crossbreds in a hot and humid climate. *TheorApplClimatol*. 2023. № 154, P. 235–244. URL: <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04549-3>
4. Polsky L., von Keyserlingk M. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci*. 2017. Vol. 100. № 11. P. 8645–8657. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>.
5. Song J., Yu Q., Wang X., Wang Y., Zhang Y., Sun, Y. Relationship between microclimate and cow behavior and milk yield under low-temperature and high-humidity conditions. *Front. Ecol. Evol*. 2023. Vol. 11, № 1058147. URL: <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1058147>
6. Ahmed H., Tamminen L. M., Emanuelson U. Temperature, productivity, and heat tolerance: Evidence from Swedish dairy production. *Climatic Change*. 2022. Vol. 175, № 10. URL: <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03461-5>
7. Angrecka S., Herbut P., Godyń D., Vieira F. M. C., Zwolenik M. Dynamics of Microclimate Conditions in Freestall Barns During Winter – a Case Study from Poland. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21, № 5. P. 129–136. URL: <https://doi.org/10.12911/22998993/122235>
8. Assatbayeva G., Issabekova S., Uskenova R., Karymsakov T., Abdrakhmanova T. Influence of microclimate on ketosis, mastitis and diseases of cow reproductive organs. *J. Anim. Behav. Biometeorol*. 2022. Vol. 10, № 3. P. 2230. URL: <https://doi.org/10.31893/jabb.22030>
9. Volodymyr Shablia, Victoria Kunets, Tetiana Danilova, Petro Shablia. Influence of weather conditions in the cold period of year on the microclimate in cowsheds and milk productivity of cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2024. Vol. LXVII, № 1. University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Animal Productions Engineering and Management. Bucharest. P. 177–184. URL: https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/vol2024_1.pdf
10. Назаренко Ю. В., Маслак О. М., Чекал О. М., Божко Н. В. Підвищення ефективності молочного скотарства в сільськогосподарських підприємствах сировинної зони ПАТ «Бель Шостка Україна». ЗВІТ про науково-дослідну роботу (заключний). / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Сумський національний аграрний університет. 2014. 73 с. URL: <https://is.gd/GSntuV>
11. Демчук М. В., Чорний М. В., Захаренко М. О., Високос М. Н. Гігієна тварин. Харків: Еспада. 2006. 520 с.

12. Ткач Д. М. Шляхи удосконалення методів і систем забезпечення мікроклімату у тваринницьких приміщеннях в умовах «Хаджидер-Агро» Татарбунарського району Одеської області. КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА на здобуття освітнього ступеня магістр. / Міністерство освіти і науки України. Одеський державний аграрний університет. Факультет ветеринарної медицини та біотехнологій. Кафедра технології і переробки продукції тваринництва. Одеса, 2019. 77 с.
13. Зотько, М. О. Вплив різних факторів на молочну продуктивність корів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Т. 1 № 100. С. 48–56.
14. Іванов, В. О., Безалтична, О. О. Спосіб підвищення комфорту корів в умовах температурного стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету, Серія: Тваринництво*. 2018. Т. 7. № 35. С. 174–178.
15. Кушнеренко, В. Г., Котовська, Ю. С. Зелені насадження як спосіб зменшення теплового стресу у великій рогатій худоби в умовах змін клімату. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 65–73. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.11>.
16. Pezzuolo A., Chiumenti A., Sartori L., Borso F. Automatic feeding system: evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm. *Engineering for rural development*. 2016. Vol. 25. P. 882–887.
17. Karszes J., Howlett A. Cost of loading, mixing, and delivering feed: feed center activity analysis. New York: Cornell University Ithaca, 2016. 19 p.
18. Shwartz G., Rhoads M. L., VanBaale M. J., Rhoads R. P., Baumgard L.H. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* Vol. 92, № 3. P. 935–942. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1496>.
19. O'Brian M. D., Rhoads R. P., Sanders S. R., Duff G. C., Baumgard L. H. Metabolic adaptation to heat stress in growing cattle. *Domest Anim Endocrinol.* 2010. Vol. 38, № 2. P. 86–94. URL: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2009.08.005>.
20. Tyrrel H. F., Reynolds P. J., Moe P. W. Effect of diet on partial efficiency of acetate use for body tissue synthesis by mature cattle. *J Anim Sci.* 1979. Vol. 48, №3. P. 598-606. URL: <https://doi.org/10.2527/jas1979.483598x>.
21. Bach A., Calsamiglia S., Stern M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 2005. № 88. P. 9–21.
22. Богданов Г. О., Кандиба В. М. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби. Київ : Аграрна наука, 2012. 296 с.
23. Кравченко Ю. С., Прусова Г. Л., Золотарьов А. П., Єлеська Л. М., Тимченко Л. А. Температура навколишнього середовища, як фактор впливу на продуктивність великої рогатої худоби. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 121. С. 136–145. URL: <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>.
24. Zolotarov A., Rodionova K., Khimych M., Vyrvykyshka S., Khokhlov A. Ways to reduce the impact of the external environment in summer on the milk productivity of cows. *Scientific Horizons*, 2023. Vol. 26. № 4. P. 9–20. URL: <https://doi.org/10.48077/scihor4.2023.09>
25. Beauregard-García J., Prado-Rebolledo O., García-Márquez L., García-Casillas A., Macedo-Barragán R., Hernández-Rivera J. Productivity of Holstein dairy cows without shade at two seasons of the year. *Abanico veterinario*. 2018. Vol. 8, № 3. P. 51–67. URL: <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.3>
26. Mylostyvyi R. V., Sejian V. Welfare of dairy cattle in conditions of global climate change. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 2019. Vol. 7, № 1. P. 47–55. URL: <https://doi.org/10.32819/2019.71009>
27. Милостивий Р., Крюкова Л. Неізольовані приміщення у спекотний період: як забезпечити комфорт коровам. *Тваринництво. Ветеринарія*. 2020. № 5. С. 2–6.
28. Захаренко М. О., Хоценко А. В., Ващенко П. А., Шостя А. М., Слінько В. Г., Кузьменко Л. М., Шаферівський Б. С. Вплив підвищеної температури у корівнику на поведінку дійних корів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 55–58. URL: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.09>

29. Hauliková A., Lendelová J., Kuchar P. Evaluation of heat load in cattle. *Book of Extended Abstracts "XXIII. International Scientific Conference of Young Scientists"* (June 22, 2021, Zvolen, Slovakia). 2021. P. 20–23.

UDK 636.084:636.2:591.5

Andrii Zolotarov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher, Head of the Laboratory of Feeding, Nutritional Physiology of Farm Animals and Feed Production, Livestock farming institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID 0009-0002-7073-4950
e-mail: apz_2013@ukr.net

Mykola Kosov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher, Laboratory of Feeding, Nutritional Physiology of Farm Animals and Feed Production, Livestock farming institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID 0000-0002-8850-745X
e-mail: nkosov479@gmail.com

Volodymyr Shablia,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technologies and Breeding in Livestock, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine; Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-6510-5397
e-mail: shabliavladimir@gmail.com

Ivan Zolotarov,

First-year Student, Specialty 015 «Vocational Education», State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID 0009-0001-7630-6765
e-mail: zolotariow07@gmail.com

Petro Shablia,

Postgraduate Student, Specialty 204 – “Technology of production and processing of livestock products”, Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine
ORCID ID 0009-0006-1248-9925
e-mail: finngine2905@gmail.com

TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR FEEDING MANAGEMENT OF HIGH-PRODUCTIVE COWS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS

Abstract

The current issue of increasing the efficiency of feeding high-yielding cows in the summer under conditions of heat stress, which negatively affects feed consumption, nitrogen balance, health and productivity of animals, is highlighted. The aim of the study was to reduce the negative impact of high temperatures on the body of cows by shifting the time of the main feeding to cooler periods of the day. The experiment was conducted at the “Agrarian firm Petrodolynske” in the summer of 2024 on a technological group of 85 Holstein cows. It was established that when the air temperature increases above +25 °C, and especially above 29 °C, there is a decrease in feed consumption, which directly correlates with a decrease in milk yield. The main attention is paid to optimizing technological solutions in the feeding system, in particular, the mode of distributing the feed mixture throughout the day. During the experimental period, the traditional feeding regime was changed: 80% of the ration was distributed in the morning (5:00–6:00) and evening (21:00–22:00) hours, which made it possible to ensure that the feed was eaten in more comfortable conditions. Analysis of the results showed that the average daily feed consumption is inversely proportional to the air temperature ($r = -0.769$, $p < 0.001$), and the rate of morning temperature increase has the greatest influence on daily feed consumption ($r = -0.780$, $p < 0.001$). The data obtained showed that changing the time of feeding feed to cooler periods of the day contributes to an increase in the level of feed consumption, maintaining productivity and reducing negative manifestations of heat stress. Thus, in particular, in the experimental period, an increase in feed consumption was recorded compared to the control period - the amount of residues on the feed table decreased on average from 3.37 kg to 2.13 kg per head/day, or by 3.27% of the amount of feed given. Thus, the proposed technological solution can be an effective means of adapting the feeding system of high-yielding cows to the conditions of a changing climate, allowing to minimize economic losses and increase the overall efficiency of dairy production in the summer period.

Keywords: high-yielding cows, feeding, feed mixture, feeding regime, milk productivity, heat stress, air temperature

Reference

1. Kucevic, D., Plavsic, M., Trivunović, S., Radinovic, M., & Bogdanović, V. (2013). Influence of microclimatic conditions on the daily production of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29, 45-51. <https://doi.org/10.2298/BAH1301045K>
2. Shablia, V. P., Osypenko, T. L., Admina, N. H., Panchenko, O. M., & Kovtun, S. B. (2015). Influence of weather conditions on the productivity of cows in the warm period of the year. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu*. Sumy, 2 (27), 161-165. Retrived Nov 2, 2023. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2015_2_41 [in Ukrainian].
3. Michael, P., de Cruz, C. R., Mohd Nor, N., Jamli, S., & Meng Goh, Y. (2023). Evaluation of heat stress threshold and impacts on milk yield in dairy cattle crossbreds in a hot and humid climate. *TheorApplClimatol*, 154, 235-244. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04549-3>
4. Polsky, L., & von Keyserlingk, M. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci*, 100(11), 8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>.
5. Song, J., Yu, Q., Wang, X., Wang, Y., Zhang, Y., & Sun, Y. (2023). Relationship between microclimate and cow behavior and milk yield under low-temperature and high-humidity conditions. *Front. Ecol. Evol.*, 11, 1058147. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1058147>
6. Ahmed, H., Tamminen, L.M., & Emanuelson, U. (2022). Temperature, productivity, and heat tolerance: Evidence from Swedish dairy production. *Climatic Change*, 175(10). <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03461-5>

7. Angrecka, S., Herbut, P., Godyń, D., Vieira, F. M. C., & Zwolenik, M. (2020). Dynamics of Microclimate Conditions in Freestall Barns During Winter – a Case Study from Poland. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 129-136. <https://doi.org/10.12911/22998993/122235>
8. Assatbayeva, G., Issabekova, S., Uskenova, R., Karymsakov, T., & Abdrakhmanova, T. (2022). Influence of microclimate on ketosis, mastitis and diseases of cow reproductive organs. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, 10(3), 2230. <https://doi.org/10.31893/jabb.22030>
9. Volodymyr, Shablia, Victoria, Kunets, Tetiana, Danilova, & Petro, Shablia (2024). Influence of weather conditions in the cold period of year on the microclimate in cowsheds and milk productivity of cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXVII(1). University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Animal Productions Engineering and Management. Bucharest, 177-184. https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/vol2024_1.pdf
10. Nazarenko, Yu. V., Maslak, O. M., Chekan, O. M., & Bozhko, N. V. (2014). Increasing the efficiency of dairy cattle breeding in agricultural enterprises of the raw material zone of PJSC "Bel Shostka Ukraine" [REPORT on scientific research work (final)] Ministerstvo ahrarnoyi polityky ta prodovol'stva Ukrayiny, Sums'kyi natsional'nyi ahrarnyy universytet. <https://is.gd/GSntuV> [in Ukrainian].
11. Demchuk, M. V., Chornyy, M. V., Zakharenko, M. O., Vysokos, M. N. (2006). *Animal Hygiene*. Kharkiv: Espada. [in Ukrainian].
12. Tkach D. M. (2019). Ways to improve methods and systems for ensuring microclimate in livestock premises in the conditions of "Khadzhider-Agro" Tatarbunarsky district of Odessa region. [QUALIFICATION THESIS for the degree of Master]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrayiny. Odes'kyi derzhavnyi ahrarnyy universytet. Fakul'tet veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy. Kafedra tekhnolohiyi i pererobky produktsiyi tvarynnyystva. Odessa, [in Ukrainian].
13. Zot'ko, M. O. (2018). The influence of various factors on the milk productivity of cows. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi*, 1 (100), 48-56. [in Ukrainian].
14. Ivanov, V. O., & Bezalychna, O. O. (2018). A method for increasing the comfort of cows under temperature stress. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu, Seriya: Tvarynnyystvo*, № 7 (35), 174-178. [in Ukrainian].
15. Kushnerenko, V. H., & Kotov's'ka, Yu. S. (2021). Green spaces as a way to reduce heat stress in cattle in the face of climate change. *Ahrarni innovatsiyi*, 7, 65-73. <https://doi.org/10.32848/ahar.innov.2021.7.11>. [in Ukrainian].
16. Pezzuolo, A., Chiumentl, A., Sartori, L., & Borso, F. (2016). Automatic feeding system: evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm. *Engineering for rural development*, 25, 882-887.
17. Karszes, J. & Howlett, A. (2016). Cost of loading, mixing, and delivering feed: feed center activity analysis. New York: Cornell University Ithaca.
18. Shwartz, G., Rhoads, M. L., VanBaale, M. J., Rhoads, R. P., Baumgard, L. H. (2009). Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 92(3), 935-42. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1496>.
19. O'Brian, M. D., Rhoads, R. P., Sanders, S. R., Duff, G. C., & Baumgard, L. H. (2010). Metabolic adaptation to heat stress in growing cattle. *Domest Anim Endocrinol.*, 38(2), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2009.08.005>.
20. Tyrrel, H. F., Reynolds, P. J., & Moe, P. W. (1979). Effect of diet on partial efficiency of acetate use for body tissue synthesis by mature cattle. *J. Anim Sci.*, 48(3), 598-606. <https://doi.org/10.2527/jas1979.483598x>.
21. Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 88, 9-21.
22. Bohdanov, H. O., & Kandyba, V. M. (2012). *Norms and rations of full-fledged feeding of highly productive cattle*. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].

23. Kravchenko, Yu. S., Prusova, H. L., Zolotar'ov, A. P., Yelets'ka, L. M., & Tymchenko, L. A. (2019). Ambient temperature as a factor influencing the productivity of cattle. *Naukovo-tekhnichnyy byuleten' Instytutu tvarynnytstva NAAN*. Kharkiv, № 121. S. 136-145. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146> [in Ukrainian].
24. Zolotarov, A., Rodionova, K., Khimych, M., Vyrvykyshka, S., & Khokhlov, A. (2023). Ways to reduce the impact of the external environment in summer on the milk productivity of cows. *Scientific Horizons*, 26(4), 9-20. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2023.09>. [in Ukrainian].
25. Beauregard-García, J., Prado-Rebolledo, O., García-Márquez, L., García-Casillas, A., Macedo-Barragán, R., & Hernández-Rivera, J. (2018). Productivity of Holstein dairy cows without shade at two seasons of the year. *Abanico veterinario*, 8(3), 51-67. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.3>
26. Mylostyvyi, R. V., & Sejian, V. (2019). Welfare of dairy cattle in conditions of global climate change. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(1), 47–55. <https://doi.org/10.32819/2019.71009>
27. Mylostyvyi, R., & Kryukova, L. (2020). Uninsulated premises in the hot season: how to provide comfort to cows. *Tvarynnytstvo. Veterynariya*, 5, 2-6. [in Ukrainian].
28. Zakharenko, M. O., Khotenko, A. V., Vashchenko, P. A., Shostya, A. M., Slin'ko, V. H., Kuz'menko, L. M., & Shaferivs'kyi, B. S. (2023). The influence of elevated temperature in the cowshed on the behavior of dairy cows. *Scientific Progress & Innovations*. № 26(1), 55-58. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.09> [in Ukrainian].
29. Hauliková, A., Lendelová, J., & Kuchar, P. (2021). Evaluation of heat load in cattle. *Book of Extended Abstracts "XXIII. International Scientific Conference of Young Scientists"* (June 22, 2021, Zvolen, Slovakia), 20-23.

Стаття надійшла до редакції 06 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 10 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.