

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет
Спеціальність 204 Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва
Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:
Завідувач кафедри технології
годовлі і розведення тварин
д.с.-г. н., професор
_____ Віктор МИКИТЮК
« _____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти Магістр на тему:

Вплив теплового стресу на продуктивні якості молочних корів у
товаристві з обмеженою відповідальністю «Українська молочна компанія»
Згурівського району Київської області

Здобувачка другого (магістерського)
рівня вищої освіти _____ Маргарита КОЛЕСНИКОВА

Керівник кваліфікаційної роботи,
к.вет.н., доцент _____ Роман МИЛОСТИВИЙ

Дніпро – 2024

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Біотехнологічний факультет
Спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва»

Ступень вищої освіти: другий (магістерський) рівень
Кафедри технології годівлі і розведення тварин

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д.с.-г.н.,
професор _____ Віктор МИКИТЮК

“ _____ ” _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу

Колесниковій Маргариті Сергіївні

1. Тема роботи: Вплив теплового стресу на продуктивні якості молочних корів у товаристві з обмеженою відповідальністю «Українська молочна компанія» Згурівського району Київської області

Затверджена наказом по університету від «23» жовтня 2024 р. № 3557

2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи “10” грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Дослідити технологію утримання корів, узагальнити дані по надою молока, компонентам молока, господарські показники у товаристві з обмеженою відповідальністю «Українська молочна компанія», заходи щодо охорони навколишнього середовища, охорони праці при поводженні з худобою та роботі у доїльній залі промислового комплексу

4. Короткий зміст роботи – перелік питань, що розробляються в роботі:

1. Показники продуктивності.
2. Погодні умови.
3. Кореляція.
4. Споживання СР і конверсію корму.
5. Факторний аналіз.

5. Перелік графічного матеріалу _____ немає _____

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівник(ця) _____ (підпис)

Завдання прийняв(ла)
до виконання _____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/ п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Опрацювання літературних джерел	травень	Виконано
2.	Отримання первинних даних у господарстві	липень – серпень	Виконано
3.	Статистична обробка даних	вересень – жовтень	Виконано
4.	Оформлення чорнового варіанту КР	листопад	Виконано
5.	Представлення роботи на кафедрі	грудень	Виконано
6.	Захист основних положень кваліфікаційної роботи на ЕК	грудень	Виконано

Здобувачка другого (магістерського)
рівня вищої освіти _____ (підпис)

Керівник роботи _____ (підпис)

Анотація

Робота виконана особисто на 57 сторінках комп'ютерного тексту, містить 20 рисунків. Виконуючи роботу опрацьовано 52 літературних англомовних джерел. Основний зміст кваліфікаційної роботи викладений у розділах: вступ, огляд літератури, матеріал і методика виконання роботи, результати досліджень, охорона навколишнього середовища, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки та пропозиції.

За результатами досліджень встановлено, що сезонні коливання температурно-вологісного індексу (ТНІ) впливають на молочну продуктивність та добробут корів. Незважаючи на зростання ТНІ у літні місяці, середньодобовий удій залишався стабільним, що свідчить про адаптаційні механізми тварин та належні умови утримання. Виявлено позитивну кореляцію між ТНІ і вмістом жиру та білка в молоці, що підтверджує здатність корів підтримувати якість молока за змінних умов. Для оптимізації продуктивності та добробуту корів у літній період рекомендовано покращити вентиляцію, умови відпочинку та раціони харчування.

Ключові слова: температурно-вологісний індекс, молочна продуктивність, тепловий стрес, мастит, кульгавість.

The study results demonstrated that seasonal variations in the temperature-humidity index (THI) significantly influence dairy performance and the welfare of cows. Despite rising THI levels during the summer months, the average daily milk yield remained stable, indicating the animals' adaptive mechanisms and adequate housing conditions. A positive correlation between THI and the fat and protein content of milk was observed, confirming the cows' ability to maintain milk quality under changing conditions. To optimise productivity and welfare during the summer period, it is recommended to improve ventilation, resting conditions, and feeding regimes. Keywords: temperature-humidity index, dairy performance, heat stress, mastitis, lameness.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Актуальність теми.....	5
Мета і завдання дослідження.....	6
Об’єкт і предмет дослідження	6
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1.Наслідки теплового стресу для тваринництва	8
1.2. Прояв теплового стресу і його оцінка	13
2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	20
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1. Інноваційні рішення за промислового виробництва молока.....	23
3.2. Погодно-кліматичні умови під час проведення досліджень.....	24
3.3. Сезонна динаміка молочної продуктивності корів.....	25
3.4. Вплив факторів оточуючого середовища на продуктивні якості корів.....	31
3.5. Вплив факторів оточуючого середовища на споживання кормів...	34
3.6. Вплив факторів оточуючого середовища на добробут корів.....	37
4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	41
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	46
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ВСТУП

Актуальність теми

Тепловий стрес (HS, heat stress) має значний негативний вплив на молочну промисловість України, особливо під час спекотних періодів[1-2]. Основні наслідки теплового стресу для молочного скотарства включають зниження надоїв молока, погіршення його якості та збільшення захворювань серед корів. Підвищені температури спричиняють зниження споживання кормів, що безпосередньо впливає на продуктивність корів і зменшує кількість виробленого молока. Крім того, погіршується склад молока: знижується вміст жиру, білка та інших поживних речовин, що робить продукцію менш якісною для споживачів і переробників [3-4].

HS також негативно впливає на репродуктивну здатність корів, знижуючи ефективність запліднення та подовжуючи періоди між отеленнями, що погіршує загальну продуктивність стада[5-6]. Підвищена чутливість до захворювань через ослаблену імунну систему під час стресу призводить до додаткових витрат на лікування та профілактику хвороб, таких як мастит і респіраторні інфекції [7].

В умовах України, де теплі періоди можуть тривати кілька місяців, тепловий стрес стає суттєвим викликом для виробників молока. Це вимагає впровадження ефективних методів управління мікрокліматом на фермах, включаючи вентиляцію, водопостачання та використання спеціальних кормових добавок для підвищення стійкості корів до теплового навантаження. Дослідження показують, що влітку корови піддаються тепловому стресу протягом тривалого часу, зокрема в серпні, коли індекс температури та вологості (THI) перевищує комфортні межі [8].

Наприклад, у 2017 році було виявлено, що упродовж 22 днів тепловий стрес призводив до зниження добової продуктивності молока на 1,54 кг на корову, що спричинило значні економічні втрати для господарств. Дослідження також вказують на те, що в Україні, подібно до інших

європейських країн, корови можуть зазнавати впливу тепла до 18 годин на день, що веде до зниження молочної продуктивності на 5,5 кг щодня [1].

Ці факти підкреслюють необхідність комплексного підходу до вирішення проблеми теплового стресу у молочному скотарстві України, щоб забезпечити стабільність та зростання у цій важливій галузі аграрного сектору.

Мета і завдання дослідження

Мета дослідження полягала у визначенні впливу спекотних погодних умов на продуктивні якості дійних корів.

Завдання дослідження включали:

- дослідити стан проблеми у вітчизняній і зарубіжній науковій літературі;
- визначити сезонну динаміку продуктивності стада;
- вивчити сезонні коливання температури і відносної вологості;
- провести аналіз впливу погодних факторів на господарські ознаки корів;
- встановити частку впливу погодних факторів на молочну продуктивність і добробут корів;
- надати висновки і сформулювати пропозиції.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження виступали взаємозв'язки між погодними умовами і господарсько-корисними ознаками голштинських корів за утримання їх у природно-вентильованих приміщеннях із цілорічним використанням збалансованого загально-змішаного раціону.

Предметом були метеорологічні параметри (температура, відносна вологість), споживання корму (споживання сухої речовини, конверсія корму) та продуктивність корів (удій, вміст жиру і білка).

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Наслідки теплового стресу для тваринництва

Тепловий стрес у молочних корів є важливим фактором, що впливає на продуктивність і фізіологічні показники тварин. Біокліматичні індекси, такі як температурно-вологісний індекс (ТНІ), активно використовуються для прогнозування теплового стресу, оскільки він базується на таких погодних параметрах, як температура повітря та відносна вологість [9-10]. Серед різних індексів, ТНІ є найбільш поширеним показником, що дозволяє точно оцінити вплив теплового стресу на молочних корів, особливо в умовах низької циркуляції повітря в приміщеннях без сонячної радіації [11-13].

Очікується, що глобальне потепління, спричинене зростанням викидів парникових газів, посилюватиме вплив теплового стресу. Прогнозується, що до 2040 року глобальна середня температура може підвищитися на $0,5^{\circ}\text{C}$, а загальний приріст температури може досягти $1,5^{\circ}\text{C}$ вище доіндустріального рівня, що збільшить ризики теплового стресу для худоби.

Дослідники відзначають, що використання ТНІ є ефективним для моніторингу теплового стресу в корів голштинської породи, при цьому ТНІ 72 часто визначають як поріг початку теплового стресу, коли знижується продуктивність молока, відбувається зниження вмісту молочного жиру та білка [14-17]. Однак інші дослідження встановили нижчі порогові значення для ТНІ, такі як 65 [18] і 69 [19], що відображають варіативність в сприйнятливості корів до стресу залежно від регіону та умов утримання.

Факторами, що визначають теплове навантаження на корів, є температура, вологість, швидкість вітру та сонячне випромінювання [20]. Висока температура і вологість ускладнюють тепловіддачу тіла через піт і дихання, а вітер і сонячне випромінювання можуть додатково впливати на тепловий баланс корів. Незважаючи на деякі обмеження, ТНІ є ефективним

інструментом для оцінки теплового стресу в корів, порівняно з біологічними показниками, такими як температура тіла або частота дихання.

Температурно-вологісний індекс (ТНІ) часто використовується для оцінки теплового стресу у молочних корів, але він має кілька обмежень. ТНІ враховує лише температуру і вологість, не беручи до уваги інші екологічні чинники, такі як сонячне випромінювання, швидкість вітру та рух повітря, які можуть значно впливати на тепловий стрес. Це обмеження означає, що ТНІ може не повністю відображати фактичне теплове навантаження, якого зазнають корови в певних умовах, особливо якщо присутні інші стресори, наприклад, пряма сонячна експозиція. Наприклад, навіть при помірному ТНІ корови під прямими сонячними променями можуть зазнавати сильнішого теплового стресу, ніж передбачає індекс.

Крім того, ТНІ не враховує індивідуальні характеристики тварин, такі як різниці між породами, стан тіла та колір шерсті, які впливають на здатність до терморегуляції та реакції на тепловий стрес. Через ці обмеження інші індекси, такі як Комплексний кліматичний індекс (CCI), який враховує більше змінних, таких як швидкість вітру та сонячне випромінювання, можуть надати точнішу оцінку теплового стресу у корів, особливо у контрольованих умовах, таких як фристайли [21-22].

Голштинські корови схильні до зниження продуктивності за впливу теплового стресу через негативний енергетичний баланс, що впливає на метаболізм глюкози і синтез лактози [23]. Швіцькі корови демонструють кращу адаптацію до теплового стресу завдяки зміні метаболізму жирів і білків, що допомагає підтримувати секрецію молока [24-25]. Окрім зниження продуктивності, тепловий стрес викликає фізіологічні (клінічні) зміни, такі як підвищення ректальної температури та частоти дихання [13].

Одним із основних наслідків теплового стресу є зниження споживання корму, що, в свою чергу, призводить до порушення енергетичного балансу. Зменшення споживання корму у корів під час теплового стресу відбувається через кілька фізіологічних причин. По-перше, у відповідь на високу

температуру, організм тварини активує механізми терморегуляції, зокрема підвищене дихання та потовиділення, що спрямовані на зниження внутрішньої температури тіла. Оскільки травлення корму також генерує тепло (так званий "тепловий ефект травлення"), корови інстинктивно знижують споживання їжі, щоб уникнути додаткового теплового навантаження. По-друге, високі температури викликають зміни в гормональній регуляції апетиту. Зокрема, знижується концентрація гормону греліну, який стимулює апетит, та підвищується рівень лептину, який пригнічує відчуття голоду. Такі гормональні зміни спричиняють зменшення апетиту і, відповідно, споживання корму. Ще однією причиною є порушення метаболічних процесів через тепловий стрес. Організм корови змінює пріоритети, намагаючись зберегти водний баланс та знизити теплове навантаження, що також негативно впливає на процеси травлення і споживання корму[21, 26-27].

Проте зниження споживання корму не є єдиним фактором зниження молочної продуктивності, оскільки тепловий стрес також впливає на розподіл поживних речовин в організмі незалежно від кількості спожитого корму. Зокрема, він знижує синтез молочного білка та жиру. Відповідь корів на тепловий стрес включає підвищене споживання води, що компенсує втрати рідини через молоко, потовиділення та випаровування. Забезпечення достатньої кількості води є ключовим фактором для підтримки продуктивності під час теплового стресу.

Під час теплового стресу у молочних корів споживання води суттєво зростає, що є важливим механізмом для підтримки терморегуляції і запобігання зневодненню. Збільшення споживання води відбувається внаслідок підвищеного потовиділення та пришвидшеного дихання, що є реакцією на високу температуру середовища. Це допомагає тваринам регулювати температуру тіла шляхом відведення тепла через випаровування вологи з поверхні тіла та легенів. Дослідження показують, що при значному тепловому стресі корови можуть збільшувати споживання води в кілька

разів, щоб компенсувати втрати рідини, спричинені тепловим навантаженням [9, 16].

Управління системами охолодження та утриманням, такими як вентилятори, спринклери та захист від сонця, може допомогти зменшити наслідки теплового стресу. Проте тепловий стрес може посилюватися при збільшенні тривалості теплових явищ, що вимагає більш гнучкого підходу до управління умовами утримання худоби в різних регіонах. Регулярне дослідження порогових значень ТНІ дозволяє краще зрозуміти умови, за яких корови не в змозі справлятися з тепловим стресом, і розробляти відповідні стратегії адаптації.

Тривалі періоди стояння під час теплового стресу негативно впливають на продуктивність молочних корів і сприяють розвитку захворювань. Дослідження підтверджують збільшення втрат продукції та поширеності захворювань у корів, які більше часу проводять стоячи в спекотні періоди [16, 28]. Підвищення внутрішньої температури тіла також пов'язане зі збільшенням часу стояння [23, 29].

Спекотна та волога погода негативно впливала на надої молока. Дослідженнями встановлено, що надої починали знижуватися при ТНІ, що перевищував 76 од, що є вищим у порівнянні з критичним рівнем ТНІ 60-65, які були виявлені у інших дослідженнях [18-19]. Наприклад, кожна година впливу ТНІ >85 (температура 33 °C і відносна вологість 65%) знижувала щомісячне виробництво молока на 0,1%, що підкреслює необхідність впровадження ефективних адаптаційних заходів на рівні ферми.

Дослідження показують, що порогові значення температурно-вологісного індексу (ТНІ), при яких молочна продуктивність корів починає знижуватися, варіюються залежно від породи. Наприклад, для корів породи Бура Швіцька критичним вважається ТНІ вище 72, що призводить до зниження надоїв через погіршення обміну речовин і зменшення споживання корму. У той час як у голштинської породи зниження продуктивності

починається при ТНІ вище 68, що свідчить про їх більшу чутливість до теплового стресу [13, 18, 30].

Також було виявлено, що відмінності в регуляції температури тіла і стійкості до теплового стресу залежать від породи. Швіцькі бурі корови більш стійкі до високих значень ТНІ, на відміну від голштинських корів, які починають проявляти ознаки теплового стресу при нижчих показниках ТНІ. Ці відмінності впливають не лише на продуктивність, але й на склад мікробіоти молока, що підтверджує різну адаптацію порід до теплового стресу [13, 30].

Вплив спекотних та вологих умов на корів в основному пов'язаний з підвищенням їхньої внутрішньої температури тіла. Виявлено, що верхня межа температури навколишнього середовища, при якій голштинська худоба здатна підтримувати стабільну температуру тіла, становить приблизно 25-26 °С. У спекотну погоду корови зазнають численних фізіологічних змін, які впливають на травну систему, кислотно-лужний баланс крові та гормональний статус [24].

Чутливість корів до теплового стресу залежить від породи, генетичного потенціалу, стадії життя та системи управління [19]. Коли ТНІ перевищує 68, це призводить до зниження споживання корму та молочної продуктивності [11]. Швіці вважаються стійкішими до теплового стресу порівняно з голштинами, хоча новіші дослідження вказують на шкідливий вплив теплового стресу й на них [15, 18].

Тепловий стрес негативно впливає на виробництво молока, продуктивність відтворення, імунну відповідь, загальний стан здоров'я та добробут [16, 31], що призводить до значних фінансових збитків для сучасної світової, а також й вітчизняної молочної промисловості, особливо в останні роки.

1.2. Прояв теплового стресу і його оцінка

Тепловий стрес (HS) виникає, коли теплопродукція перевищує втрати тепла, що призводить до порушення гомеостазу та підвищення температури тіла. Ці зміни викликають різні реакції тварин, включаючи поведінкові, фізіологічні, нейроендокринні та молекулярні зміни [32-33]. Особливо сильно тепловий стрес погіршує стан корів з високим генетичним потенціалом продуктивності. Це може бути пов'язано з тим, що тварини, які виробляють молоко у великих кількостях, мають також високу метаболічну теплопродукцію. Для таких тварин температура повітря від 25 до 26 °C є критичною для розвитку HS [34-35].

Температурно-вологісний індекс (ТНІ) поєднує важливі дескриптори навколишнього середовища – температуру та вологість повітря, і зазвичай використовується для визначення межі (порогу) початку HS. Однак ТНІ не враховує міжіндивідуальну мінливість, що вказує на необхідність додаткових маркерів HS для підтвердження статусу HS даної тварини.

За цих обставин, імунні маркери виглядають багатообіцяючими індикаторами. Дійсно, HS має несприятливий вплив на імунну систему, що призводить до збільшеної сприйнятливості до інфекційних захворювань, таких як мастит і метрит у великої рогатої худоби [32]. Крім того, вищий рівень соматичних клітин, що вказує на погіршення здоров'я вимені, пов'язаний із підвищеною сприйнятливістю до HS. Тварини, з високим імунітетом (на основі розрахункових значень антитіл і клітинно-опосередкованої імунної відповіді), продемонстрували кращу толерантність до HS порівняно з контрольними групами, зокрема більшою експресією білків теплового шоку (HSP) і вищою проліферацією клітин [36]. Це підкреслює вплив термотолерантності на компоненти імунітету.

Проте ці особливості не враховуються при розробці індикаторів (своєрідних маркерів) HS, а молекулярні механізми, що зв'язують HS із захворюваннями, пов'язаними з імунною системою, обговорюються в

літературі рідко. Водночас глибокі стратегії фенотипування, засновані на кращому розумінні того, як HS впливає на імунну відповідь, сприятимуть ідентифікації та використанню нових потенційних біомаркерів HS [36-37].

Підвищення глобальної середньої температури становить серйозну загрозу для тваринництва. Спекотна погода впливає на біоенергетику тварин і сприяє розвитку тепловому стресу, негативно впливаючи на споживання корму, добробут та призводячи до зниження продуктивності [38]. Велика рогата худоба відчуває тепловий стрес, коли загальна кількість тепла, отриманого від навколишнього середовища та метаболічних факторів, перевищує здатність тварини розсіювати тепло. Щоб компенсувати підвищену температуру тіла, велика рогата худоба зменшує метаболічні втрати тепла шляхом зменшення споживання корму, що призводить до зниження набору ваги і, як наслідок, до економічних втрат [30].

Затінення є одним із найефективніших і доступних методів пом'якшення наслідків теплового стресу [36]. Тінь забезпечує чудову стратегію для зменшення стресу, особливо в жарких посушливих регіонах, де застосування тіні значно покращувало продуктивність тварин [34].

Крім проблем з тепловим стресом в тваринництві, існують глобальні ініціативи щодо зменшення викидів парникових газів з антропогенних джерел, включаючи сільське господарство. У тваринницькому секторі велика рогата худоба є сегментом, якому приділяють найбільшу увагу щодо впливу на навколишнє середовище. Серед стратегій зменшення вуглецевого сліду великої рогатої худоби покращення продуктивності є ключовим підходом для підвищення ефективності використання ресурсів і зменшення екологічної інтенсивності тваринництва [39]. Це створює можливості для дослідження впливу тіні як інструменту пом'якшення теплового стресу не лише на продуктивність, але й на економічні та екологічні результати відгодівельної м'ясної худоби.

Зокрема, було висунуто гіпотезу, що різні методи створення тіні матимуть різний вплив на прирости, економічні показники та інтенсивність

антропогенного навантаження на навколишнє середовище худоби на відгодівлі. Встановлено, що різні структури тіні, використовувані на відгодівельних майданчиках, призвели до покращення продуктивності росту, впливу на навколишнє середовище та економічних результатів [39-40]. Незважаючи на значні початкові інвестиції на розробку конструкції штор, отримані дані показують, що покращення продуктивності завдяки використанню куполоподібних конструкцій із вентиляторів, було найвигіднішою альтернативою як з економічної, так і з екологічної точки зору.

Вплив зміни клімату змушує тваринницьку галузь не лише зменшувати свій внесок у глобальні викиди парникових газів, але й одночасно адаптуватися до змін клімату. Тепловий стрес впливає на фізіологію, продуктивність і імунітет великої рогатої худоби, викликаючи зниження споживання корму, підвищуючи викиди метану та збільшуючи сприйнятливість до хвороб [36]. На сучасних відгодівельних майданчиках, щоб покращити добробут тварин та їх продуктивність, необхідно впроваджувати стратегії пом'якшення теплового стресу. Ці ініціативи не тільки забезпечують покращення добробуту, але й можуть зменшити вплив тваринництва на навколишнє середовище, зокрема зменшити викиди парникових газів, таких як метан [34].

Таким чином, подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення більш ефективних стратегій адаптації до зміни клімату в тваринництві, зосереджуючи увагу на тепловому стресі та його наслідках для продуктивності, добробуту та довкілля [30, 39-41].

Продуктивні якості молочних корів були оцінені у зв'язку з метеорологічними даними, отриманими з 8 метеостанцій, розташованих на відстані до 10 км від ферм. Для оцінки впливу теплового стресу на показники молока використовували середні денні та тижневі значення ТНІ, а також максимальні добові та тижневі індекси. Кожен запис пов'язували з відповідними індексами ТНІ для подальшого аналізу за допомогою лінійних

змішаних моделей. Оцінка середніх значень найменших квадратів проводилася з урахуванням традиційних систематичних факторів.

Результати цього дослідження продемонстрували негативний вплив умов теплового стресу на якість як валового виробництва молока, так і показники в день випробувань. Вміст жиру та білка в молоці значно знизився, водночас спостерігалось підвищення вмісту соматичних клітин. Кількість молока не зазнала суттєвих змін залежно від середніх добових чи тижневих значень ТНІ для в цього набору даних. Вплив підвищених (максимальних) значень ТНІ за добу чи тиждень виявився більш помітним щодо добових удоїв молока, ніж для надоїв молока за лактацію [42].

Економічні втрати, пов'язані з погіршенням якості молока внаслідок підвищених значень ТНІ, були оцінені в межах від 23,57 до 43,98 доларів США на день. Ці втрати були пов'язані з втратами через зменшення виробництва молока. При цьому тижневі значення ТНІ виявилися точнішими показниками теплового стресу, оскільки пояснювали більшу варіабельність характеристик молока в порівнянні з добовими величинами ТНІ. Слід також зауважити, що негативний вплив теплового стресу на якісні показники молока спостерігався при нижчих значеннях ТНІ, ніж при значеннях, які супроводжувалися зниженням надоїв молока [43].

Таким чином, тваринництво зіштовхується з прогресуючими втратами доходів через зміни клімату, і ці втрати, перш за все, пов'язані з погіршенням якості молока, і в меншій мірі зі зменшенням його кількості.

З точки зору продуктивності молочної худоби, терmostійкість корови визначається як здатність підтримувати продуктивні показники на стабільному рівні при підвищеному тепловому навантаженні порівняно з іншими тваринами того ж виду, які є більш чутливими до теплового стресу. У більшості досліджень для оцінки стійкості до тепла і вимірювання теплового навантаження використовуються моделі реакційної норми (RN), які дозволяють моделювати зміни продуктивності залежно від умов

навколишнього середовища (ТНІ), що дозволяє кількісно оцінити фенотипову пластичність тварин [44].

Взаємодія генотипу та середовища ($G \times E$) виникає, коли різні генотипи по-різному реагують на зміни в умовах навколишнього середовища, наприклад, на підвищення ТНІ. Для «пластичних» тварин зміни середовища будуть мати сильніший вплив, тоді як «стійкі» тварини зберігатимуть продуктивність незалежно від умов середовища. У цьому контексті моделі RN дозволяють оцінити генетичні відмінності в стійкості до теплового стресу [45].

Тому у програмах селекції приділяють все більше уваги якостям, таким як екологічна стійкість і чутливість до середовища. У дослідженнях з використанням моделей RN для оцінки стійкості корів до теплового стресу, більш стійкими вважають тварин, що мають менші відхилення у відповідь на зростання ТНІ, що означає менший вплив теплового стресу на їх продуктивність.

Наприклад, застосування модель реакції норми для визначення порогу та подальшого зниження продуктивності за теплового стресу, дозволило встановити, що порогові значення для зниження надою молока, вмісту жиру та білка для більшості корів стада становили 66, 55 і 53 (од. ТНІ) відповідно. Ці значення вказують на мінімальні величини ТНІ, за яких починалося зниження продуктивності.

Нове дослідження стійкості до тепла у канадської молочної худоби, проведене з використанням даних NASA POWER, показало, що терmostійкість має низьку або помірну спадковість [42, 44]. Це свідчить про можливість генетичного відбору на стійкість до тепла, хоча ефект буде відносно повільним через низьку спадковість. Програми селекції повинні враховувати стійкість до тепла як важливий фактор, оскільки між продуктивними показниками та здатністю корів справлятися з тепловим стресом існує негативна кореляція [45].

За останнє десятиліття зміни клімату істотно вплинули на стратегічні підходи у тваринництві, зокрема у молочному скотарстві. Це викликало необхідність вибору порід корів, здатних витримувати тепловий стрес для підтримання стабільного рівня продуктивності та відтворення стада. Основна увага приділяється механізмам акліматизації та адаптації до підвищених температурних умов, що є критично важливим фактором для успішного ведення тваринництва в умовах змін клімату.

Зокрема, тепловий стрес, спричинений підвищенням глобальної температури та зменшенням опадів, становить серйозну загрозу для продуктивності тварин у всьому світі. Наразі близько 7% світового поголів'я великої рогатої худоби страждає від наслідків спеки, що призводить до значних фінансових втрат у різних країнах.

Наприклад, молочний сектор Сполучених Штатів щорічно втрачає близько 1,5 мільярда доларів через тепловий стрес, а в Індії втрати молока становлять приблизно 1,8 мільйона тонн на рік, з можливістю зростання до 15 мільйонів тонн до 2050 року. Австралія також зазнає значних втрат у тваринницькому секторі через тепловий стрес.

Фізіологічні, гематологічні та біохімічні зміни, що відбуваються під час теплового стресу, негативно впливають на продуктивність і репродуктивні показники корів. Зокрема, зниження споживання корму через спроби зменшити метаболічне вироблення тепла знижує продуктивність і підвищує вразливість до хвороб. Хоча в цій сфері проведено багато досліджень, складний характер теплового стресу ускладнює розробку ефективних стратегій адаптації для молочних корів.

Дослідження механізмів терmostійкості можуть стати важливим кроком у розробці програм селекції, спрямованих на покращення стійкості до теплового стресу у молочних корів. Використання сучасних генетичних і молекулярних методів дозволяє виявляти гени, пов'язані з терmostійкістю, що відкриває нові можливості для селекційних програм в тваринництві.

Отже, тепловий стрес негативно впливає на продуктивність і фізіологічний стан тварин, що проявляється такими клінічними симптомами, як підвищена температура тіла, часте дихання і зниження апетиту. Важливо своєчасно оцінювати ступінь стресу, наприклад за допомогою індексу температурно-вологісного індексу (ТНІ), який допомагає визначити рівень дискомфорту тварин. Ефективне управління умовами утримання худоби, включаючи системи охолодження і вентиляції, може значно знизити наслідки теплового стресу. Таким чином, моніторинг і рання діагностика клінічних ознак теплового стресу є ключовими для збереження здоров'я і продуктивності худоби в умовах глобальних кліматичних змін.

2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

На основі інформації в системі управління стадом корів (DairyComp 305) за 2023 рік на молочному підприємстві «Українська молочна компанія» (50°49'11"N, 31°49'22"E) Київської області, ми оцінювали взаємозв'язок (кореляцію) між середніми та максимальними добовими значеннями температурно-вологісного індексу (ТНІ) та середньодобовим удоєм на одну корову по стаду (кг/добу), вмістом жиру, білка молока, споживанням сухої речовини. Кількість дійних корів у господарстві становила близько 3800 ± 124 голів упродовж року.

Тварини цілий рік знаходяться на безприв'язному утриманні у природно-вентильованих приміщеннях. Раціон годівлі був однаковий в усі сезони та збалансований за основними поживними речовинами. Він містив високоякісні корми: зерно ячменю, вівса та кукурудзи, силос кукурудзяний, сінаж люцерновий, сіно злакове, соломку пшеничну. Крім цього тваринам згодовували шротів ріпаковий, соняшниковий та соєвий, сухий жом та мінерально-вітамінні добавки. Інгредієнти раціону перемішували спеціальними міксерами, які обладнані електронними вагами. Частоту і нормування кількості кормів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми. Вільний доступ до питної води забезпечувався груповими напувалками.

Із настанням теплого періоду при підвищенні температури в приміщеннях до +19°C, автоматично вмикалася система додаткової механічної вентиляції (осьові розгінні вентилятори) в усіх виробничих приміщеннях, які при +25°C працювали на повну потужність (до 3,6 м/с у місці розташування корів у боксах).

Температуру повітря (°C) і відносну вологість (%) отримували з найближчої метеостанції. Ці дані були у вільному доступі на офіційному сайті погоди Українського Гідрометцентру. Тваринницькі приміщення знаходились на відстані близько 19 км від метеостанції. Аналіз включав 2920

парних записів температури і відносної вологості (8 записів через кожні три години впродовж доби) з 365 середньодобовим значенням, розрахованим на основі цих даних. Температурно-вологісний індекс (ТНІ), розрахований за Kibler (1964).

Для визначення частки впливу (%) окремих факторів на надій корів використовувався факторний дисперсійний аналіз. Фактор «температурно-вологісний індекс» кодували за ступенем прояву теплового стресу у молочної худоби, як було описано Милостивим і Черненко у 2019 році[35].

Частку впливу (%) факторів на господарсько-корисні ознаки корів визначали методом біометричного аналізу Коваленка та ін. (2010) за результатами ANOVA.

Для статистичної обробки даних застосовувався пакет статистичних програм Statistica 12 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Розподіл практично всіх варіаційних рядів не підлягав критеріям нормальності, тому в подальшому в аналізі застосовувалися методи непараметричної статистики. Достовірність відмінностей між групами оцінювали за допомогою непараметричного критерію Манна-Уїтні. Статистично значущими вважали відмінності при значеннях $p < 0,05$.

Умови виконання роботи

ТОВ «Українська молочна компанія» – це сучасне агропідприємство та племінний завод, який спеціалізується на розведенні худоби породи Голштинська та на виробництві молока екстра-класу. Компанія також займається вирощуванням племінних телиць, виробництвом кормів для ВРХ, а також зернових і бобових культур.

Історія компанії почалася з квітня у 2006 році, було побудовано одну з найбільших молочних ферм у масштабах Європи, яка знаходилась на Київщині, розраховану на 4100 голів дійних корів та 3600 молодняка. Виробнича потужність підприємства становить 125 тонн молока на добу. У

2019 році ТОВ «УМК» здобула звання «Лідер галузі» за фінансово-господарськими показниками.

Компанія складається з трьох філій: Згурівська (Київська обл.), яка спеціалізується на товарному молоці, зернових культурах та кормах для ВРХ; Борзнянська (Чернігівська обл.) – на племінних телицях та кормовиробництві; Березанська (Київська обл.) – спеціалізується на голштинській породі з оборотом стада більше ніж 1100 голів за рік та з вирощування бичків цієї породи.

Загальний земельний банк трьох філій становить понад 15 000 га.

ТОВ «УМК» гарантує високу якість молочної сировини, яка відповідає стандартам України та ЄС і може використовуватись для дитячого харчування. Компанія не застосовує гормональні стимулятори чи антибіотики, що робить її продукцію безпечною для споживачів. Середня бактеріальна забрудненість молока становить менше 50 тис. на см³, а соматичні клітини — менше 150 тис. на см³.

Продукцію компанії експлуатують основні головні підприємства України з молокопереробки, такі як товариство «Яготинський маслозавод» під торговою маркою “Яготинське” та інші. ТОВ «УМК» перебуває у ТОП-п’ятірці серед виробників молока в Україні та є лідером у центральному регіоні.

На фермах утримують виключно племінних тварин породи голштинська, з надоєм понад 10 000 літрів на корову за рік. Структура стада утворилася лише шляхом придбання племінних телиць у Німеччині, Нідерландах та Данії. Утримання безприв’язне, годівля проводиться за загально змішаним раціоном із високоякісних кормів власного виробництва, а також із закуплених добавок. Раціон контролюється сучасними міксерами з електронними вагами та комп’ютерними програмами.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Інноваційні рішення за промислового виробництва молока

Компанія впроваджує найкращі світові технології в молочній галузі. На фермі встановлені автоматизовані доїльні зали «Каскад» від «ДеЛаваль» на 72 місця, які можуть обслуговувати до 300 корів на годину та оснащенні комп'ютерною ідентифікацією тварин. Комплекс у селі Великий Крупіль налічує 4,3 тис. корів із щоденною продуктивністю до 130 тонн молока екстра-класу.

Щоденний облік продуктивності здійснюється шляхом використання програм таких як: «Дейрі комп 305», «Альпро» та «Орсек». Для запліднення яке є штучним використовуються ультразвукові технології.

Компанія однією з перших в Україні встановила біогазовий комплекс для переробки гною у теплову та електричну енергію, що дозволяє повністю забезпечувати потреби ферми в енергоресурсах і зменшує викиди парникових газів. Реконструкція комплексу у 2021 році дозволила додатково віддавати надлишок електроенергії в загальну мережу та забезпечувати автономність ферми під час відключень.

3.1.1. Інноваційні практики управління.

Для підтримки високих стандартів виробництва компанія залучає досвідчених фахівців із зарубіжним досвідом, які навчають молодший персонал і контролюють стан здоров'я тварин. На фермі впроваджено систему спостереження за тваринами, що включає датчики активності для моніторингу стану корів. Щогодинний моніторинг даних допомагає ветеринарам своєчасно надавати необхідну допомогу.

Компанія активно впроваджує новітні технології, що дозволяють підтримувати високі стандарти виробництва. Для цього провідні співробітники пройшли навчання на подібних фермах у країнах США та

Європи , а тепер передають досвід молодшому персоналу. Поряд із постійними працівниками на сезонні роботи залучаються мешканці прилеглих сіл, особливо під час посівної та жнив.

Для контролю за здоров'ям племінних тварин залучені висококваліфіковані ветеринари. Система спостереження включає датчики активності, встановлені на шиях корів, що дозволяє відслідковувати будь-які зміни в поведінці. Це допомагає ветеринарам своєчасно реагувати та забезпечувати належний догляд за тваринами. Всі дані про кожну тварину зберігається в електронній базі, що дозволяє вести індивідуальний облік.

3.1.2. Екологічне спрямування.

ТОВ «Українська молочна компанія» стала однією з перших в Україні, де на фермі було встановлено біогазовий комплекс, який переробляє гній у теплову та електричну енергію. Це повністю забезпечує потреби ферми в енергоресурсах, знижує обсяги викидів парникових газів та дозволяє використовувати відходи як органічне добриво. Завдяки цьому компанія досягла рівня безвідходного виробництва та значно зменшила екологічне навантаження на навколишнє середовище.

Після реконструкції біогазового комплексу в 2021 році його потужність зросла, що дозволило передавати надлишки електроенергії в загальну мережу. У разі аварійних або планових відключень компанія може підтримувати автономне енергозабезпечення і безперервно функціонувати.

3.2. Погодно-кліматичні умови під час проведення досліджень

На графіку (рис.1) представлено сезонну динаміку температурно-вологісного індексу (ТНІ) у середньому та максимальному значеннях за місяцями 2023 року.

На графіку показано сезонну динаміку температурно-вологісного індексу (ТНІ), що свідчить про суттєві коливання теплового стресу протягом

року. Найнижчі значення ТНІ спостерігаються взимку (30–40 одиниць), що відповідає комфортним умовам для тварин, тоді як у літні місяці (червень–серпень) максимальний ТНІ досягає 80 одиниць, вказуючи на значний тепловий стрес, особливо в липні та серпні.

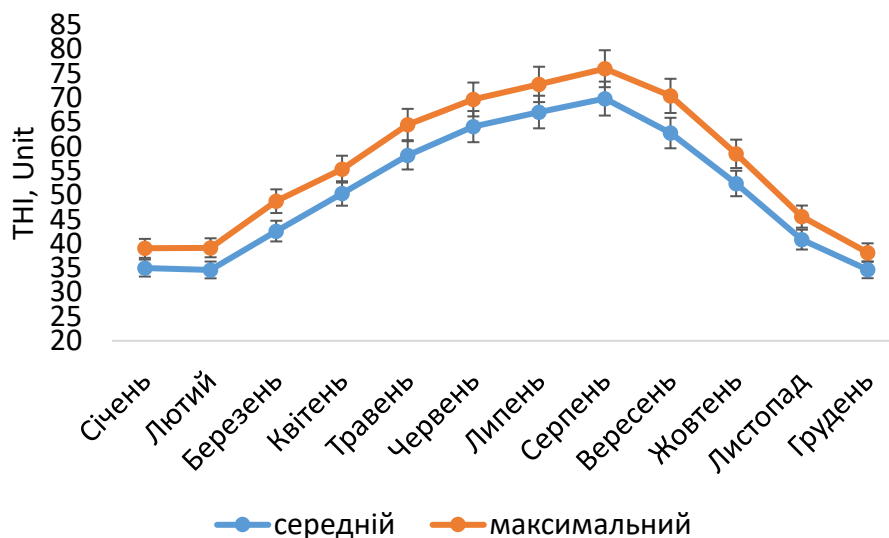


Рис.1. Динаміка значень температурно-вологісного індексу впродовж року.

Поступове зниження ТНІ восени та взимку демонструє повернення до сприятливіших умов. Отримані дані узгоджуються із відомими закономірностями, згідно з якими ТНІ є надійним індикатором впливу температури та вологості на тепловий стрес у тварин, що підтверджують численні дослідження науковців. Ці результати підкреслюють важливість оптимізації умов утримання дійних корів у літній період для зменшення негативного впливу високих температур.

3.3. Сезонна динаміка молочної продуктивності корів

Сезонність значно впливає на молочну продуктивність корів, зумовлюючи коливання показників надоїв, а також концентрації жиру і білка в молоці. Максимальні значення цих показників зазвичай спостерігаються взимку, а мінімальні – влітку, що пов'язано як із зовнішніми чинниками, такими як тепловий стрес та якість корму, так і з ендогенними річними

ритмами. Такі ритми дозволяють тваринам адаптуватися до змін у навколишньому середовищі, зокрема погодних умов і доступності кормів. Наприклад, концентрація жиру та білка стабільно досягає піку в середині зими, тоді як у липні ці показники найнижчі. Водночас зниження жирності молока у травні може бути пов'язане із сезонними змінами споживання кормів[46]. Проте, як правило, такі зміни спостерігаються за традиційної технології стійлово-пасовищного утримання, а корови у нашому випадку цілорічно знаходилися в природно-вентильованих приміщеннях.

Розглядаючи динаміку середньодобового удою по стаду (рис. 2) було встановлено, що мінімальний показник було зареєстровано в січні (32,8 кг/добу), а максимальний – близько 35,0 кг/добу у вересні. Причому, удій по стаду корів на рівні 34,9 кг був у липні, а цей місяць за багаторічними даними вважають найспекотнішим у році.

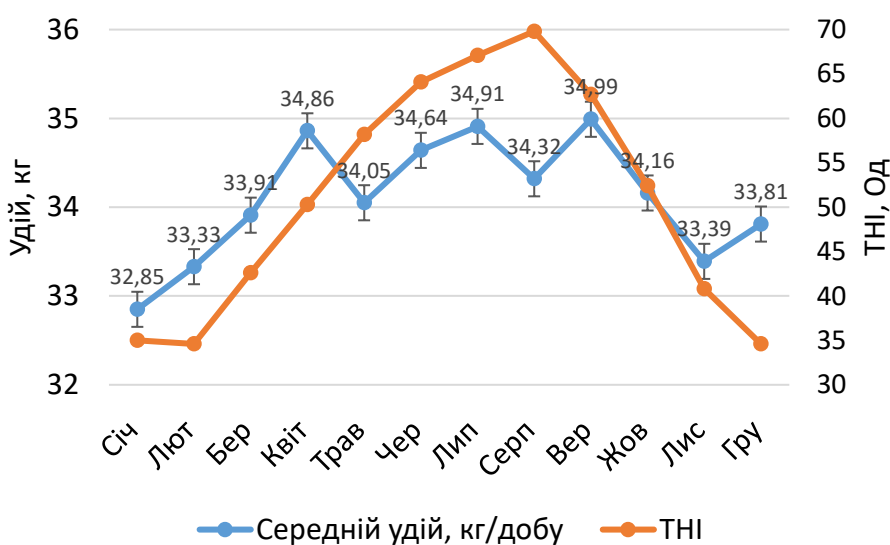


Рис. 2. Динаміка середньодобового удою по стаду голштинських корів впродовж року, кг/добу

Вивчаючи сезонну динаміку встановлено (рис. 3), що в зимовий період середньодобовий удій по стаду на корову був найменшим (33,3 кг), майже однаковим у перехідні періоди року (близько 34,2 кг), і максимальним у літній період (34,6 кг). Вміст молочного жиру і білка був вищим в зимовий і літні періоди, ніж в перехідні (приблизно на 4,7 %).

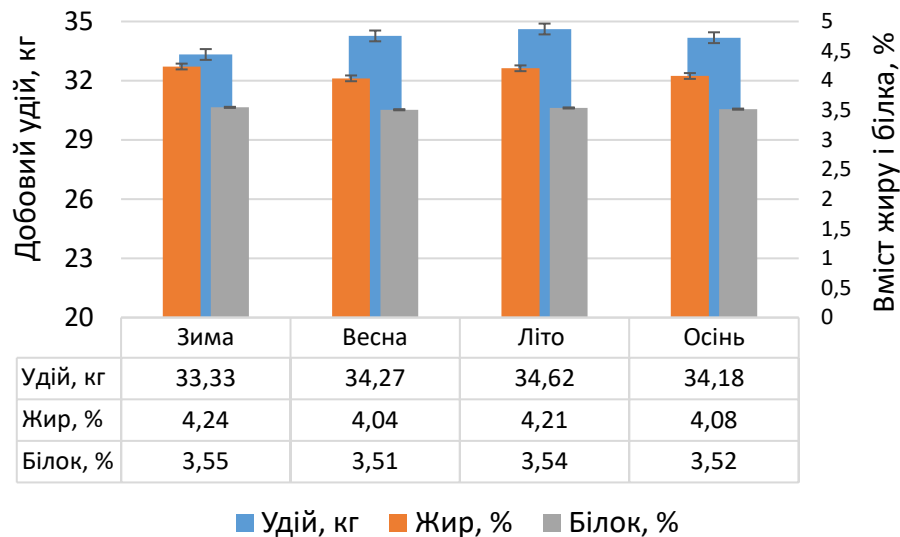


Рис. 3. Сезонна динаміка показників молочної продуктивності корів.

Оцінюючи взаємозв'язок між величиною температурно-вологісного індексу і молочною продуктивністю в літній (спекотний) період (а саме його ми розглядаємо з позиції можливого прояву теплового стресу), ми отримали несподіваний результат. По-перше відсутність достовірного взаємозв'язку між величиною температурно-вологісного індексу і добового удою корів, і його низький рівень (рис. 4).

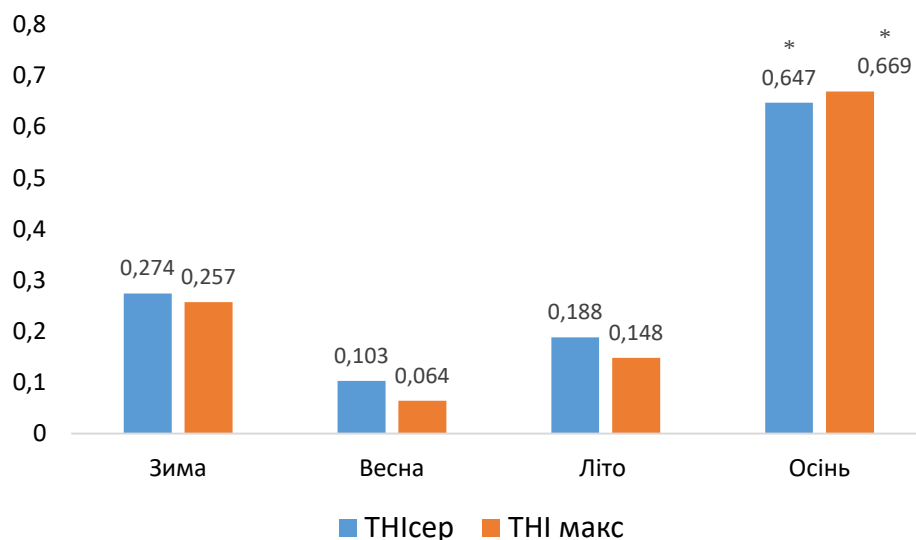


Рис.4. Величина коефіцієнта кореляції між температурно-вологісним індексом і добовим удоєм по стаду.

По-друге позитивна достовірна кореляція між температурно-вологісним індексом і компонентами молока: вмістом жиру (рис. 5) і вмістом білка (рис. 6).

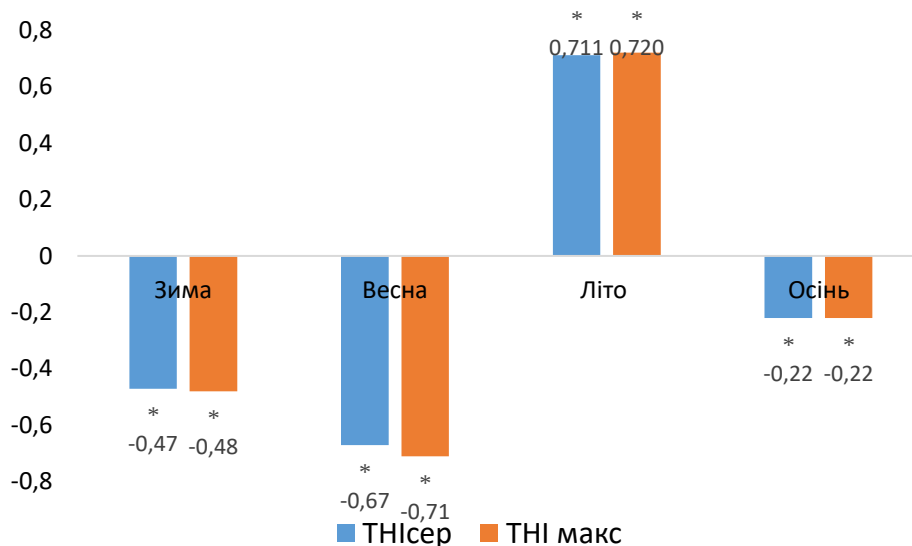


Рис. 5. Величина коефіцієнта кореляції між температурно-вологісним індексом і вмістом жиру в молоці по стаду.

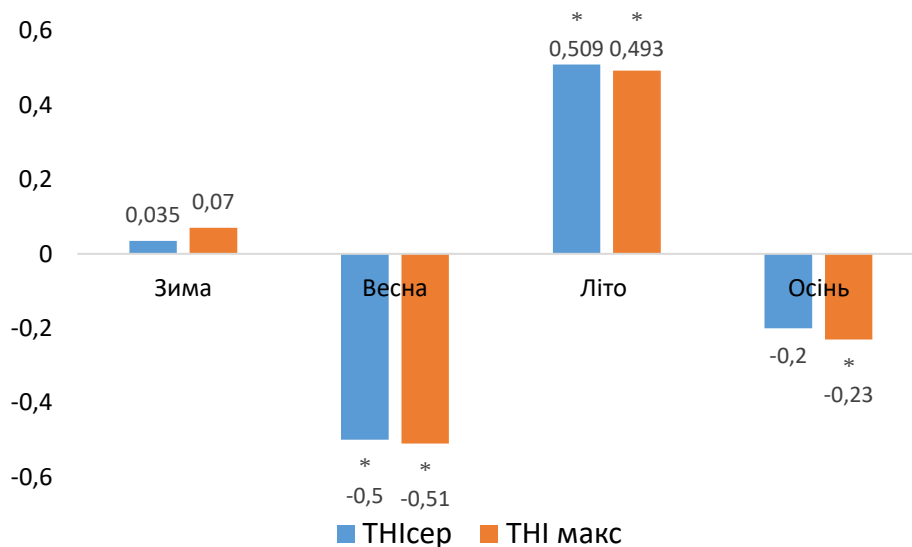


Рис. 6. Величина коефіцієнта кореляції між температурно-вологісним індексом і вмістом білка в молоці по стаду.

Загальновідомо, що високі літні температури супроводжуються погіршенням апетиту молочних корів і, відповідно, супроводжуються зниженням споживання сухої речовини раціону.

Проте, зростання температурно-вологісного індексу з травня по серпень, несподівано, супроводжувалося зростанням споживання сухої речовини по стаду корів (рис. 7).

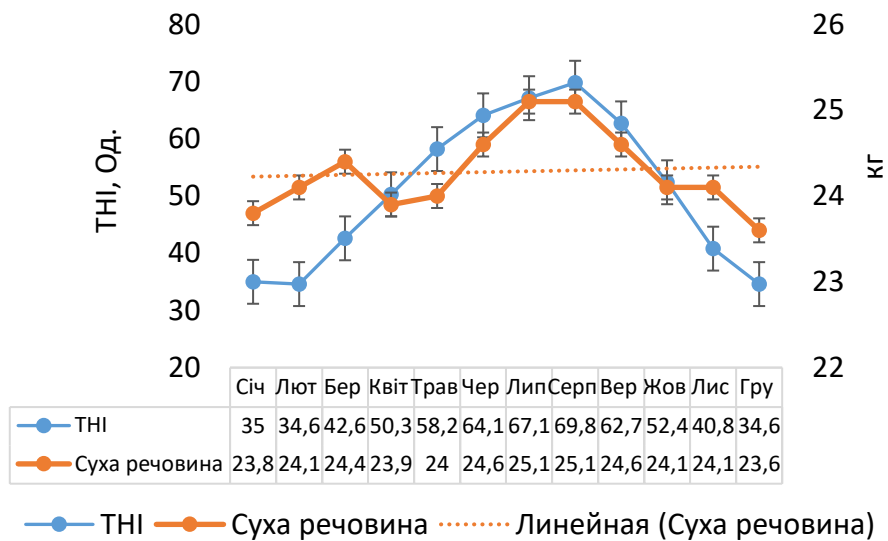


Рис. 7. Динаміка споживання сухої речовини по стаду корів впродовж року, кг/добу

Ми отримали середню достовірну позитивну кореляцію між температурно-вологісним індексом і споживанням сухої речовини по стаду (рис. 8)

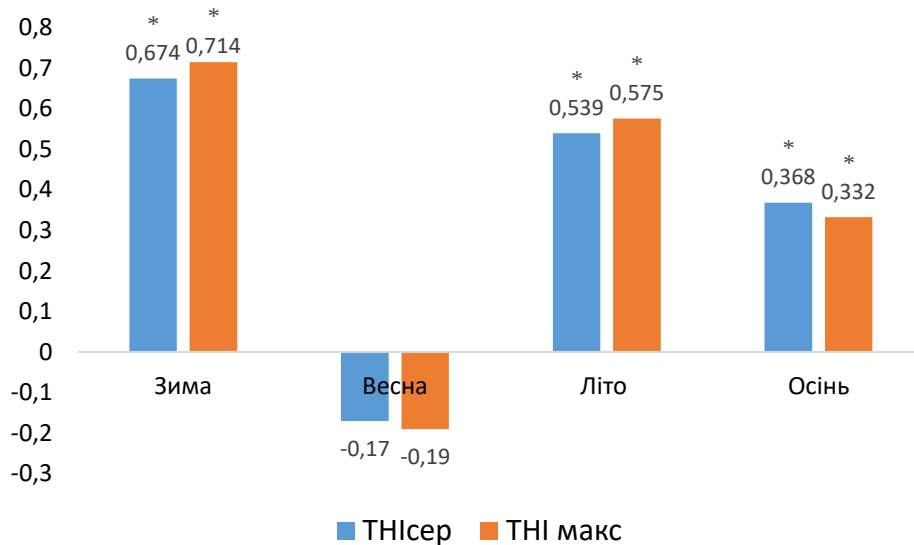


Рис. 8. Величина коефіцієнта кореляції між температурно-вологісним індексом і споживанням сухої речовини по стаду.

Крім того (рис. 9), ми не виявили взаємозв'язку між споживанням сухої речовини раціону, удоєм і вмістом компонентів молока (окрім достовірної кореляції між СР і вмістом жиру навесні).

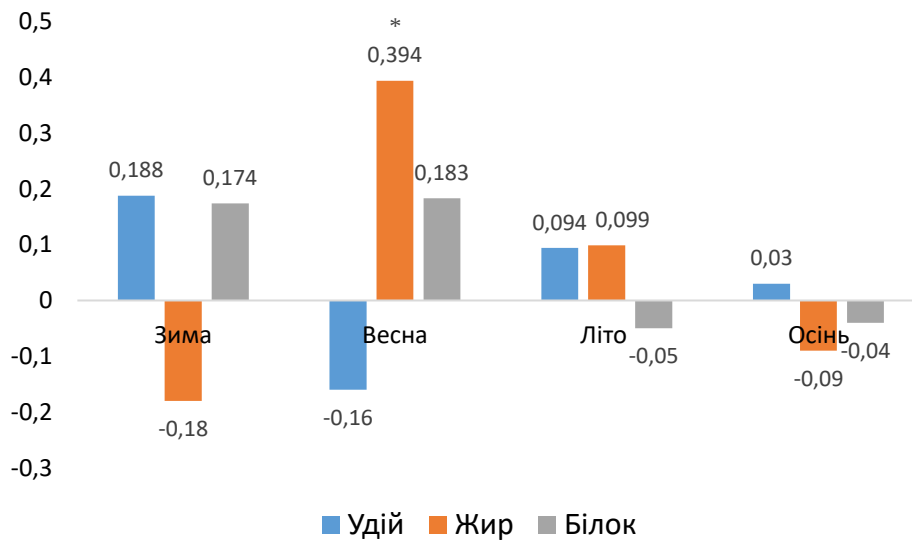


Рис. 9. Величина коефіцієнта кореляції між середньодобовим удоєм, вмістом жиру і білка та рівнем споживання сухої речовини.

Склад молока є ключовим фактором у виробництві молочних продуктів, і сезонні зміни в ньому мають вагомий вплив на якість і фізико-хімічні властивості молока. Концентрація жиру та білка в молоці зазвичай нижча влітку, ніж узимку. Це пояснюється різницею в раціоні та умовах утримання корів: узимку тварини споживають більше сухих кормів, тоді як улітку вони більшу частину часу проводять на пасовищах, харчуючись травою. Такі сезонні варіації створюють як виклики, так і можливості для виробників. Наприклад, молочний жир літнього молока з більшою часткою ненасичених жирних кислот має кращі властивості для виробництва вершкового масла. Однак у сирній промисловості зниження рівня кальцію та рН через сезонні зміни може призводити до подовження часу згортання молока, що ускладнює виробничі процеси [47]. Таким чином, розуміння і врахування сезонних змін у складі молока є важливим для оптимізації виробничих процесів і підвищення якості молочних продуктів.

3.4. Вплив факторів оточуючого середовища на продуктивні якості корів

З метою з'ясування впливу стану повітряного середовища на господарсько-корисні показники стада корів впродовж року нами проведений факторний аналіз.

Встановлено (рис. 10), що частка впливу сезону на добовий удій корів складала 37,5 % ($P < 0,05$).

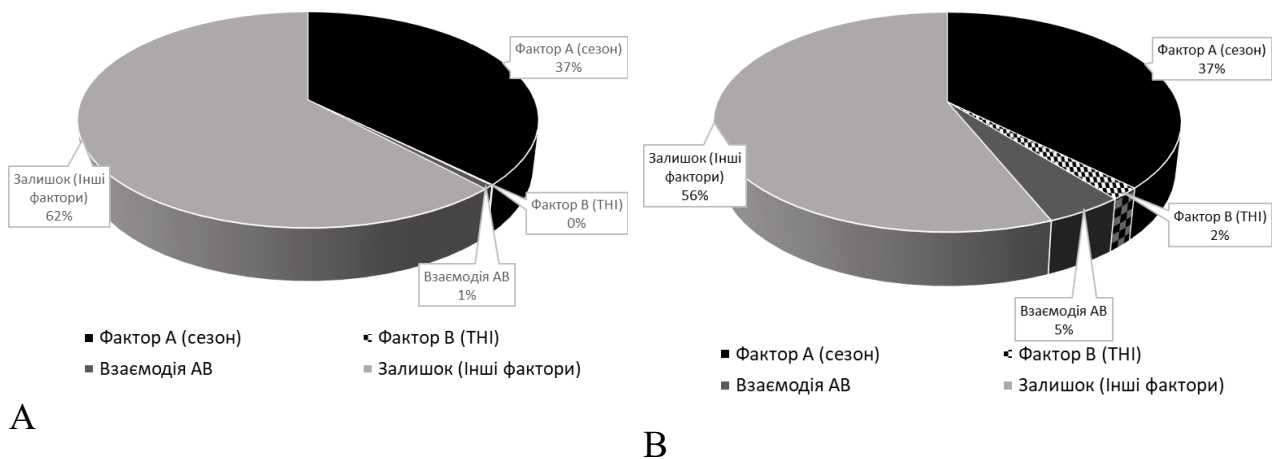


Рис. 10. Частка впливу факторів середовища на добовий удій корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Слід відмітити, що частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (1,8 % ($P < 0,05$) проти 0,1 %), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (4,6 % ($P < 0,05$) проти 0,6 %).

Подібна ситуація спостерігалася щодо частки впливу цих факторів на компоненти молока (рис.11 – 12).

Встановлено, що частка впливу сезонного фактору на вміст жиру складала 20,7 % ($P < 0,05$). При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (30,0 % ($P < 0,05$) проти 9,8 % ($P < 0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (3,7 % ($P < 0,05$) проти 0,0 %). На вплив інших факторів припадало від 45,7 до 69,5 %.

Щодо частки впливу факторів середовища на вміст молочного білка (рис. 12), доля сезонності складала лише 2,8 % ($P < 0,05$).

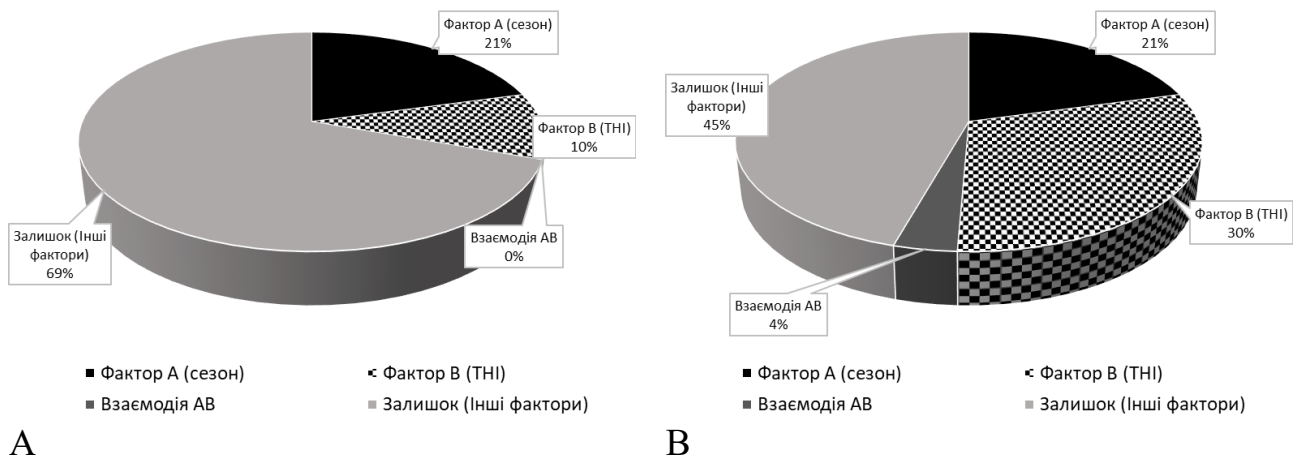


Рис. 11. Частка впливу факторів середовища на вміст жиру в молоці корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (28,6 % ($P < 0,05$) проти 7,5 % ($P < 0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (3,3 % ($P < 0,05$) проти 0,1 %). На вплив інших (невизначених) факторів припадало від 65,3 до 89,6 %.

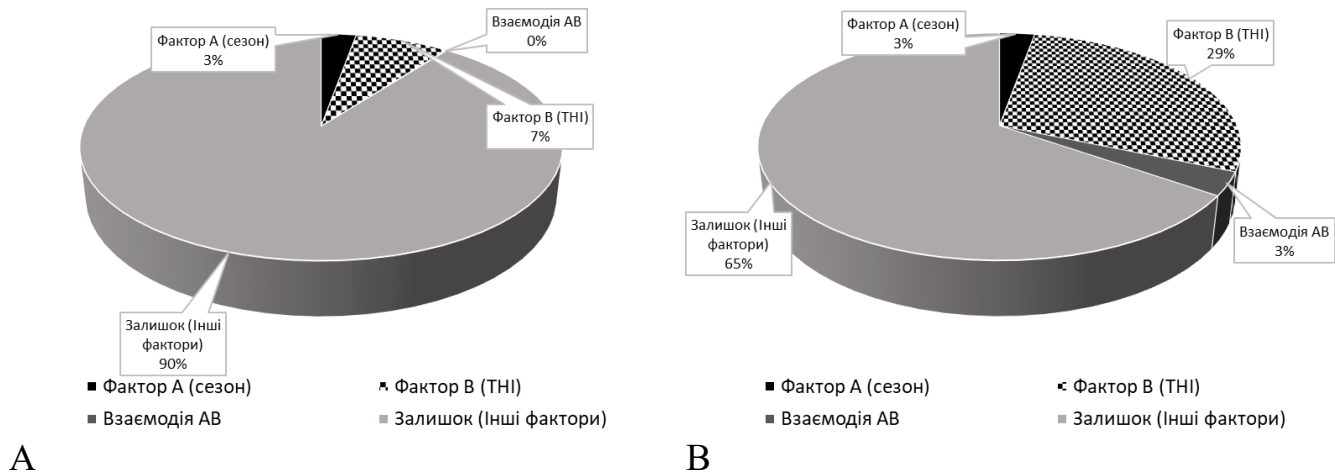


Рис. 12. Частка впливу факторів середовища на вміст білка в молоці корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Ми також провели три факторний аналіз, який крім сезону і величини ТНІ, також враховував вік (первістки/друга і > лактації). При цьому встановлено (рис. 13), що частка впливу фактору «вік» на удій складала 87,3 % ($P < 0,05$), а вплив факторів сезонності (1,5 %) і величин ТНІ (0,5-0,6 %) виявилися незначними, як і взаємодія усіх факторів (0,1 %).

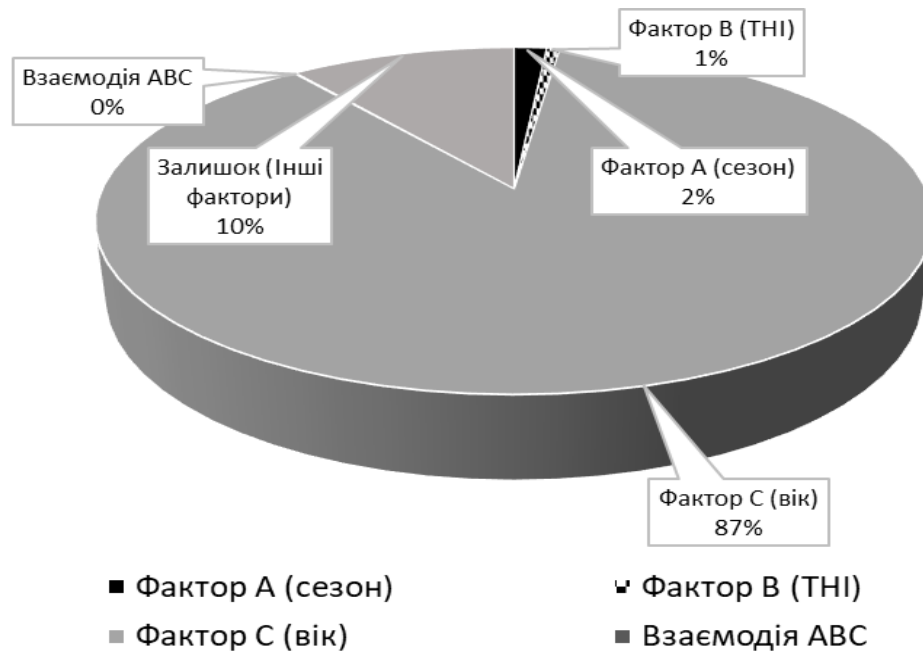


Рис. 13. Частка впливу факторів середовища і віку тварин на удій корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, Фактор С – вік (первістки/повновікові корови 2 лактації і більше).

Зовсім по іншому впливали ці фактори на жир і білок в молоці (рис.14-15). Показовим є те, вік зовсім не вплинув на ці складові. Встановлено, що частка впливу сезонного фактору на вміст жиру складала 20,4 – 23,2 % ($P < 0,05$). При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (22,8 % ($P < 0,05$) проти 9,7 % ($P < 0,05$)), так само як і взаємодія його з іншими факторами (1,0 % ($P < 0,05$) проти 0,0 %). На вплив інших неврахованих факторів припадало від 53,0 до 70,0 %.

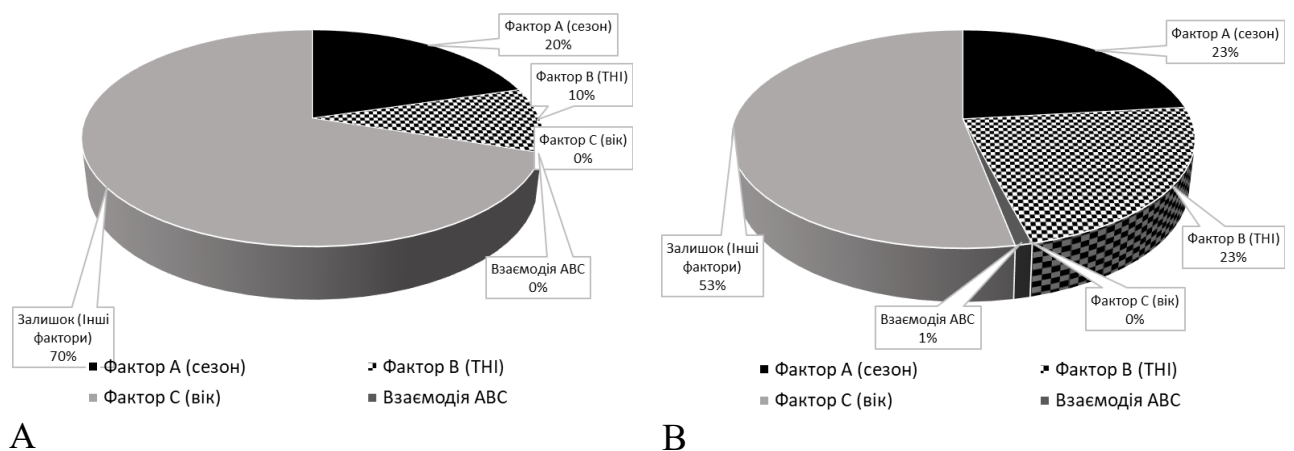


Рис. 14. Частка впливу факторів середовища і віку тварин на вміст жиру у молоці корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ (середні (А) і

максимальні (В) добові значення), Фактор С – вік (первістки/повновікові корови 2 лактації і більше).

По іншому ці фактори впливали на вміст молочного білка (рис. 15). Встановлено, що частка впливу сезонного фактору на вміст білка складала лише 2,9-3,2 % ($P<0,05$). При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (21,5 % ($P<0,05$) проти 7,6 % ($P<0,05$)), так само як і взаємодія його з іншими факторами (0,9 % ($P<0,05$) проти 0,1 %). На вплив інших неврахованих факторів припадало від 74,4 до 89,4 %.

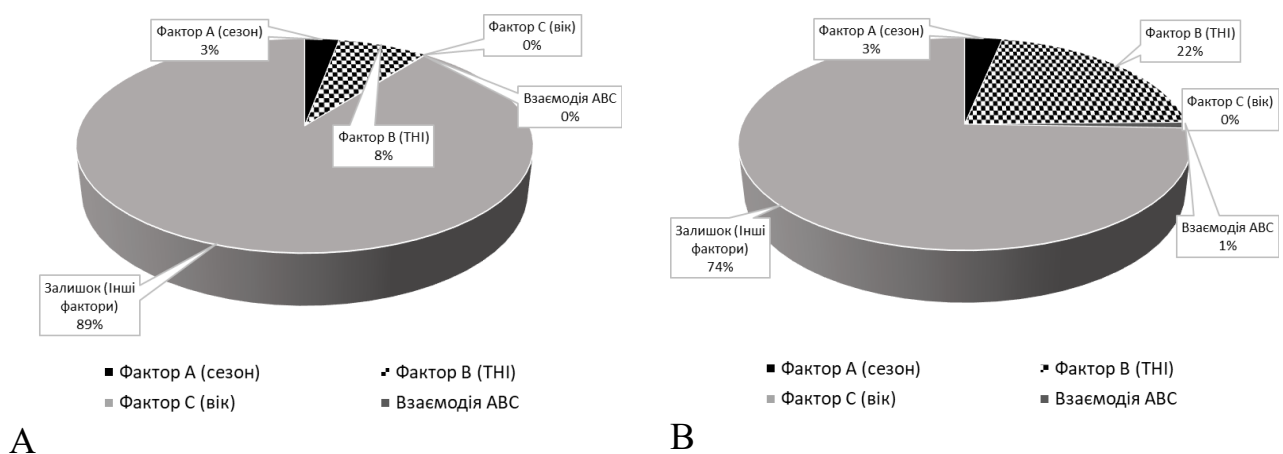


Рис. 15. Частка впливу факторів середовища і віку тварин на вміст білка у молоці корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ (середні (А) і максимальні (В) добові значення), Фактор С – вік (первістки/повновікові корови 2 лактації і більше).

3.5. Вплив факторів оточуючого середовища на споживання кормів.

З метою з'ясування впливу стану повітряного середовища на споживання кормів по стаду корів впродовж року нами був проведений двох факторний дисперсійний аналіз.

Встановлено (рис. 16), що частка впливу сезонного фактору на споживання сухої речовини складала лише 3,8 % ($P<0,05$). При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (31,9 % ($P<0,05$) проти 21,3 % ($P<0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором

(0,1% проти 0,0 %). На вплив інших неврахованих факторів припадало від 64,2 до 74,9 %.

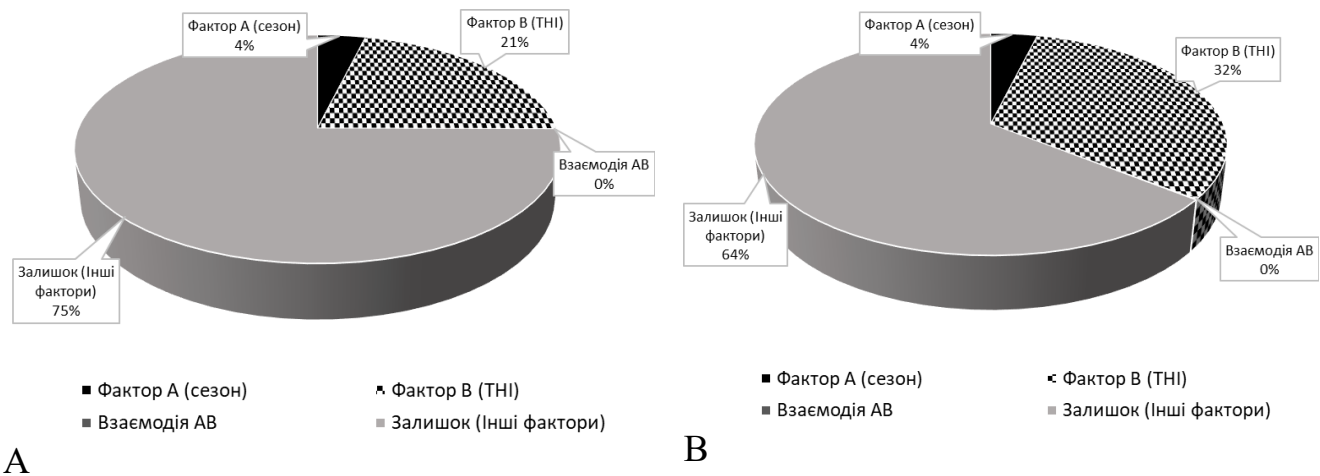


Рис. 16. Частка впливу факторів середовища на споживання сухої речовини корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Щодо впливу цих факторів на конверсію корму (рис.17) встановлено, що частка впливу сезонного фактору на конверсію корму складала 19,2 % ($P < 0,05$). При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (17,7 % ($P < 0,05$) проти 4,1 % ($P < 0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (0,1% проти 0,0 %). На вплив інших неврахованих факторів припадало від 62,8 до 76,7 %.

Відомо, що однією з причин зниження продуктивності корів у спекотний період року є зниження споживання кормів за теплового стресу. Тому ми вирішили визначити частку впливу споживання сухої речовини корму і значень температурно-вологісного індексу на удій і компоненти молока.

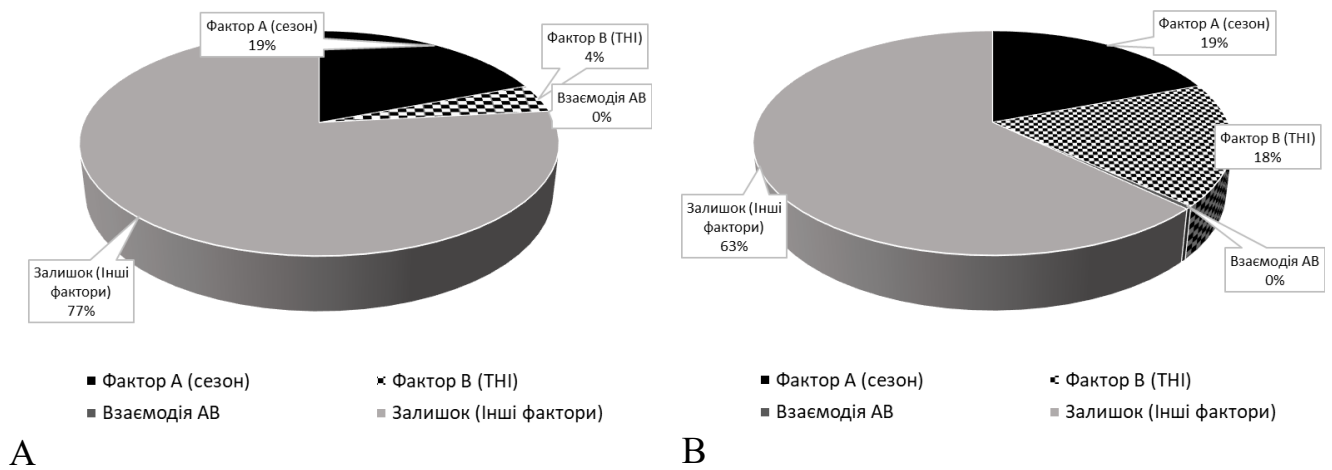


Рис. 17. Частка впливу факторів середовища на конверсію корму корів стада: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Встановлено (рис. 18), що частка впливу споживання сухої речовини на удій молока складала 2,6 – 7,4 % ($P < 0,05$). При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (12,1 % ($P < 0,05$) проти 5,1 % ($P < 0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (0,5 % проти 0,1 %). На вплив інших факторів припадало від 84,8 до 87,4 %.

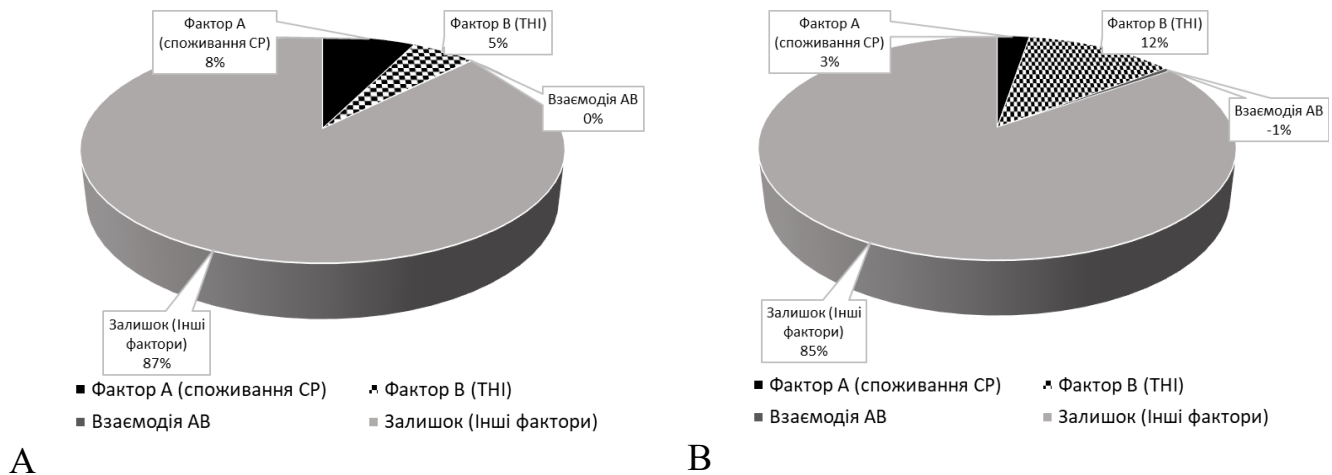


Рис. 18. Частка впливу споживання сухої речовини корму на удій корів стада: Фактор А – споживання СР; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Щодо частки впливу споживання сухої речовини на вміст молочного жиру, доля її впливу не була достовірною – лише 1,0 – 2,5 %. При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (19,9 % ($P < 0,05$) проти 13,5 % ($P < 0,05$)), так само як і взаємодія його з споживанням

СР (0,5 % проти 0,4 %). На вплив інших факторів припадало від 78,7 до 83,6 %.

Частки впливу споживання сухої речовини на вміст молочного білка виявилася ще меншою. Відсоток її впливу не був достовірним – лише 1,0 – 1,2 %. При цьому частка впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (20,1 % ($P<0,05$) проти 7,2 % ($P<0,05$)), так само як і взаємодія його з споживанням СР (1,1 % проти 0,3 %). На вплив інших факторів припадало від 77,7 до 91,6 %.

3.6. Вплив факторів оточуючого середовища на добробут корів.

Нами було визначено також частка впливу сезонності і величини температурно-вологісного індексу на захворюваність по стаду корів. Встановлено, що частка впливу сезонності на прояв маститу (рис. 19) склала 13 – 14 % ($P<0,05$). При цьому доля впливу максимальних значень ТНІ була вищою ніж середніх (14,2 % ($P<0,05$) проти 9,8 % ($P<0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (0,4% ($P<0,05$)проти 0,0 %). На вплив інших неврахованих факторів припадало від 71,3 до 77,2 %.

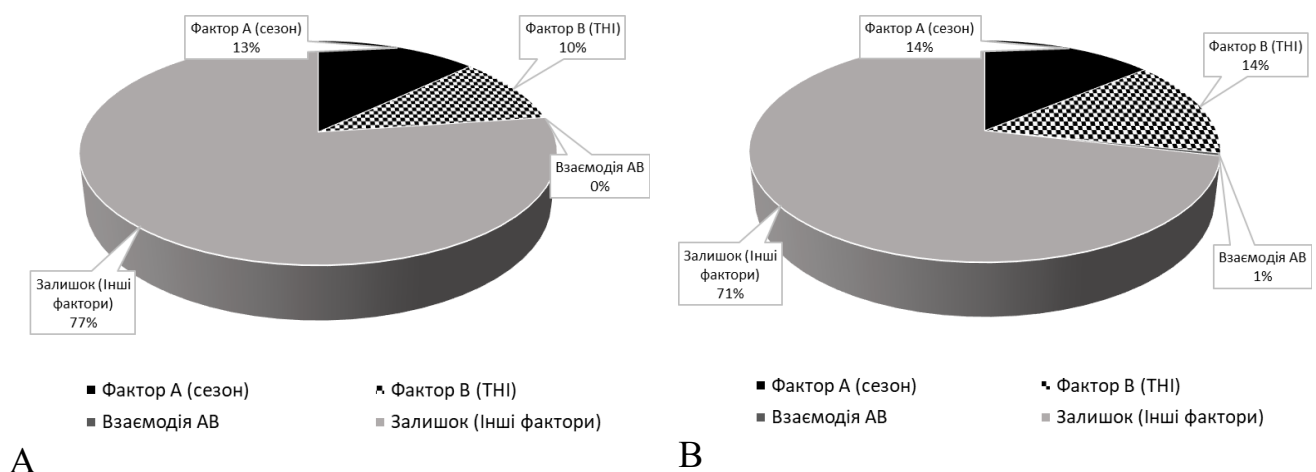


Рис. 19. Частка впливу факторів середовища на прояв маститу: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Встановлено, що частка впливу сезонності на кульгавість (рис. 20) склала 6,4 – 7,1 % ($P<0,05$). При цьому доля впливу максимальних значень

ТНІ була вищою ніж середніх (18,2 % ($P<0,05$) проти 1,4 % ($P<0,05$)), так само як і взаємодія його з сезонним фактором (0,5% ($P<0,05$) проти 0,0 %). На вплив інших неврахованих факторів припадало від 74,2 до 92,1 %.

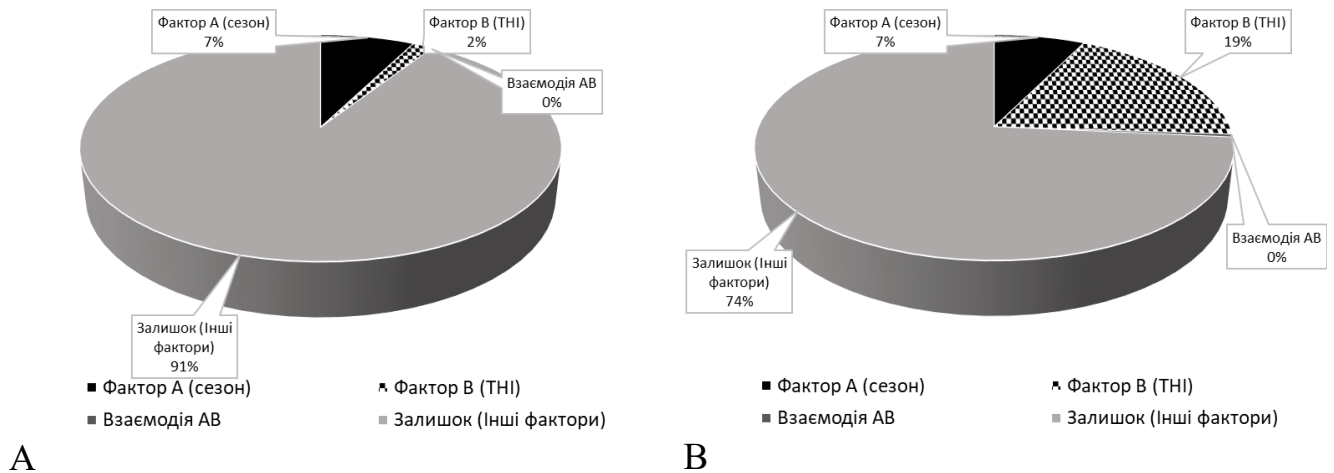


Рис. 20. Частка впливу факторів середовища на кульгавість корів: Фактор А – сезон; Фактор В – ТНІ, середні (А) і максимальні (В) добові значення.

Сезонність має суттєвий вплив на поширеність кульгавості у молочних корів, головним чином через збільшення вологості в певні періоди року. Наприклад, Ranjbar et al. [48] повідомляють, що поширеність кульгавості була більшою взимку, досягаючи 25%, тоді як у літні місяці цей показник знижується до 18,6%. Волога погода сприяє розм'якшенню рогової тканини копит, що робить їх більш вразливими до травм та інфекцій. Тривале перебування корів у вологих умовах, особливо під час вологих місяців, підвищує ризик ушкоджень копит, тому важливим є забезпечення сухих умов утримання, аби мінімізувати ризик захворювань та підтримувати здоров'я тварин. Інші дослідження [49] показали, що літній тепловий стрес змінює поведінку корів, зокрема їхню схильність до лежання, що може спричинити підвищений ризик розвитку ламініту та уражень рогів копит. У міру підвищення температури навколишнього середовища зменшується частка часу, яку корови проводять лежачи, як показали дослідження. Натомість

збільшується час стояння, особливо під вентиляторами або в інших зонах охолодження, що сприяє розсіюванню тепла. Однак така зміна поведінки може знизити якість відпочинку та викликати надмірний тиск на копита, що, своєю чергою, підвищує ризик пошкоджень рогової тканини та ламініту, навіть за наявності добре спроектованих стійл.

Мастит впливав на здоров'я та поведінку корів, призводячи до зменшення споживання корму, часу їжі та лежання, що свідчило про погіршення фізіологічного стану та рівня комфорту тварин [50]. Тепловий стрес посилював ці прояви, сприяючи більшому ризику розвитку клінічного маститу через сприятливі умови для розмноження патогенів та ослаблення імунної функції. У літній період мастит часто викликався патогенами навколишнього середовища, такими як *Escherichia coli*. Залежність між температурно-вологісним індексом (ТНІ) та частотою клінічного маститу підкреслювала необхідність використання охолоджувальних систем та профілактичних заходів для зниження впливу теплового стресу на здоров'я тварин. За іншими повідомленнями [51], частота випадків клінічного маститу зростала до 14,4–16,5% у холодні місяці, коли температура повітря знижувалася нижче 21°C. Цей сезонний характер захворювання пояснюється сприятливими умовами для виживання патогенів у поєднанні з фізіологічними змінами у тварин у цей період. Основними збудниками були коліформні бактерії, що становили 21,1% випадків, поряд із *S. haemolyticus* (12,2%), *C. bovis* (11,1%) і *S. agalactiae* (10%). Результати підкреслюють важливість гігієнічних заходів і профілактики, особливо в холодний період, для зниження частоти бактеріального маститу.

Таким чином, дослідження науковців демонструють суперечливі результати щодо впливу сезонних факторів на захворюваність корів на мастит та кульгавість. Одні автори вказують на збільшення частоти захворювань у холодні місяці, коли температура навколишнього середовища знижена, що може бути пов'язано з впливом вологості на копитний ріг та підвищенням ризику інфекційних захворювань через знижений імунітет. Інші

– навпаки, зазначають про підвищену захворюваність під час теплового стресу, що виникає в теплі місяці, зокрема через сприятливі умови для зростання патогенів і порушення фізіологічного стану корів. Це вказує на складність розуміння і точне визначення сезонних впливів на здоров'я корів, що потребує більш детального аналізу з урахуванням численних факторів, таких як температура, вологість та поведінка тварин.

4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Молочне тваринництво в сучасному аграрному секторі вносить значний вклад як у виробництво харчових продуктів, так і в екологічне навантаження на навколишнє середовище. Вплив цієї галузі на екологію охоплює численні аспекти, такі як викиди парникових газів, споживання природних ресурсів, управління гноєм і відходами, а також використання землі та водних ресурсів. Через високий попит на молочну продукцію у світі, ферми вимушені утримувати великі поголів'я худоби, що потребує значних обсягів корму, води та простору. Це, у свою чергу, створює проблеми для сталого використання природних ресурсів.

Значну частку парникових газів, що виділяються в атмосферу через діяльність молочних ферм, складає метан – потужний парниковий газ, що утворюється в результаті кишкового бродіння, особливо у жуйних тварин, таких як корови. Окрім метану, виробництво молока призводить до викидів оксиду азоту і вуглекислого газу. Метан має набагато вищий потенціал глобального потепління, ніж вуглекислий газ, і хоча його кількість у загальному обсязі викидів нижча, його вплив на клімат є надзвичайно потужним. Оксид азоту, який утворюється при обробці та зберіганні гною, також сприяє руйнуванню озонового шару та підвищенню парникового ефекту.

Зберігання, обробка і використання гною як добрива є ще одним важливим аспектом, що впливає на довкілля. Гній містить поживні речовини, такі як азот, фосфор і калій, але його неправильне управління може призвести до викидів аміаку, забруднення водних ресурсів і ґрунтів, а також підкислення атмосферного повітря. Аміак сприяє утворенню кислотних дощів, які пошкоджують рослинність і змінюють екологічний баланс ґрунтів. Крім того, використання гною як добрива може призвести до накопичення залишків антибіотиків і інших хімічних сполук у ґрунті, що не лише знижує

його родючість, але і сприяє розвитку антибіотикорезистентності у мікроорганізмів.

Для зменшення екологічного впливу молочного тваринництва розробляються різноманітні стратегії та впроваджуються нові технології. Однією з таких стратегій є вдосконалення раціону тварин для зниження обсягів метану, що виділяється в процесі травлення. Додавання до раціону спеціальних біодобавок, таких як масла ефірних рослин і ферменти, сприяє покращенню засвоєння їжі та знижує кількість метану. Також використовуються пробіотики та специфічні кормові добавки, які знижують утворення метану в рубці корів, оптимізуючи процес травлення та зменшуючи екологічний слід.

Іншою важливою технологією є впровадження біогазових установок для переробки гною на теплову та електричну енергію. Біогазові комплекси дозволяють фермерським господарствам зменшити викиди метану, одночасно виробляючи екологічно чисту енергію для власних потреб або для продажу в енергетичну мережу. Біогазова установка переробляє гній у біогаз, який може використовуватися як паливо для генераторів, що виробляють електроенергію, а також як джерело тепла. Крім того, біогазові комплекси дозволяють знижувати обсяги викидів запахів, що є важливим для комфорту місцевих громад [52].

Важливим аспектом зниження впливу на навколишнє середовище є управління водними ресурсами. Виробництво молока потребує великих обсягів води, як для напування тварин, так і для очищення приміщень і обладнання. Впровадження систем повторного використання води та очищення стічних вод дозволяє суттєво знизити витрати води і зменшити негативний вплив на місцеві водні екосистеми. Сучасні молочні ферми також використовують технології для зменшення споживання води, такі як автоматизовані системи напування, які дозволяють мінімізувати втрати води під час подачі.

Поряд з управлінням водою та гноєм, сталий підхід до землекористування також має велике значення. Розширення територій для вирощування кормових культур часто призводить до вирубки лісів і втрати природних екосистем. Тому одним із ключових напрямів сталого тваринництва є оптимізація використання наявних земель, а також впровадження сівозміни для відновлення родючості ґрунтів. Вирощування кормових культур з урахуванням місцевих кліматичних умов дозволяє зменшити витрати на їх полив і внесення добрив, що також знижує загальний екологічний вплив.

Важливою складовою зниження впливу на екологію є застосування цифрових технологій для моніторингу здоров'я і продуктивності тварин. Системи, що відслідковують стан здоров'я корів, дозволяють своєчасно виявляти відхилення в поведінці чи стані тварин, що допомагає запобігти можливим захворюванням і скоротити використання антибіотиків. Використання сенсорів і програмного забезпечення для управління фермою дозволяє фермерам краще контролювати продуктивність стада і знижувати витрати ресурсів.

Однією з найсерйозніших екологічних проблем, пов'язаних з молочним тваринництвом, є забруднення навколишнього середовища гноєм та іншими відходами. Молочні ферми генерують великі обсяги гною, що містить азот, фосфор, калій та інші мінеральні елементи, а також залишки медикаментів, включаючи антибіотики та гормони. Без належного управління цей гній може потрапляти у ґрунти та водні джерела, спричиняючи забруднення, що шкодить не лише екосистемам, але й здоров'ю населення.

Неправильне зберігання гною може призвести до викидів аміаку, що сприяє утворенню кислотних дощів. Кислотні дощі руйнують природні екосистеми, пошкоджують рослинний покрив і знижують продуктивність сільськогосподарських культур. Крім того, при тривалому накопиченні гною на відкритих майданчиках або у невідповідних умовах відбувається витікання азоту та фосфору у водоносні горизонти, що призводить до

евтрофікації водойм. Евтрофікація спричиняє бурхливий ріст водоростей, що поглинають кисень у воді і знижують рівень його доступності для інших водних організмів, призводячи до загибелі риби та інших представників фауни.

Крім екологічного навантаження, гній несе загрозу для санітарії та здоров'я людей. У ньому можуть міститися патогенні мікроорганізми, такі як *E. coli*, *Salmonella*, та інші бактерії, які можуть потрапляти до ґрунту або водних джерел і, зрештою, – у питну воду чи на сільськогосподарську продукцію. Таке забруднення особливо небезпечне для людей, що мешкають поблизу ферм, а також для тих, хто працює у фермерських господарствах.

Залишки антибіотиків та інших лікарських препаратів у гної також становлять суттєву проблему, оскільки вони можуть сприяти розвитку антибіотикорезистентності у мікроорганізмів. Це відбувається, коли антибіотики, які застосовуються для лікування та профілактики захворювань у худоби, залишаються в організмі тварин, а потім потрапляють у ґрунт разом із гноєм. У ґрунтових мікроорганізмів розвивається стійкість до цих препаратів, що згодом може поширюватися і на патогенні бактерії, ускладнюючи лікування інфекцій як у тварин, так і у людей.

Для мінімізації забруднення гноєм впроваджуються різні екологічні заходи та новітні технології. Одним із найпоширеніших методів є компостування гною. Компостування дозволяє знижувати вміст патогенів у гної, зменшувати запахи та об'єм відходів. Компостований гній можна використовувати як добриво для сільськогосподарських культур, що значно зменшує потребу в мінеральних добривах і сприяє замкнутому циклу використання ресурсів.

Ще одним методом управління гноєм є анаеробне зброджування, при якому з гною отримують біогаз – джерело відновлюваної енергії. Цей процес дозволяє перетворювати органічні відходи на біогаз, що складається переважно з метану, який можна використовувати для виробництва електроенергії і тепла. Біогазові установки на фермах забезпечують не лише

потреби самого підприємства в енергії, але й знижують рівень викидів парникових газів. Після переробки гній стає менш шкідливим для навколишнього середовища і може бути використаний як добриво без ризику забруднення.

Сучасні технології також включають системи сепарації гною, що дозволяють розділяти тверду та рідку фракції. Тверду частину можна використовувати для виробництва компосту, тоді як рідку – для зрошення або як основу для добрив після додаткового очищення. Це дозволяє ефективніше використовувати гній і запобігти його потраплянню в природні водойми.

Розширення практики точного землеробства також допомагає мінімізувати негативний вплив гною на ґрунти та водні ресурси. Використання технологій точного внесення добрив дозволяє враховувати специфічні потреби рослин у поживних речовинах і запобігти надмірному внесенню азоту та фосфору. Це не лише знижує витрати на добрива, але й допомагає зберегти якість ґрунтів та уникнути їх деградації.

Окрім технічних заходів, існує необхідність у розвитку жорсткіших нормативних стандартів, які б регулювали зберігання, обробку та утилізацію гною. У багатьох країнах встановлені норми допустимих рівнів забруднення ґрунтів та води, які зобов'язують фермерів здійснювати контроль за обсягами і методами утилізації відходів. Дотримання таких норм сприяє зменшенню екологічного навантаження на навколишнє середовище та дозволяє ефективніше контролювати вплив молочного тваринництва на природні ресурси.

Таким чином, екологічно безпечне управління гноєм та іншими відходами є критично важливим елементом сталого розвитку молочного тваринництва. Використання сучасних технологій та розумне управління ресурсами допомагають не лише зменшити негативний вплив на екологію, але й підвищити економічну ефективність господарств, забезпечуючи сталість і відповідність екологічним стандартам.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Безпека при роботі у доїльній залі

Доїльні зали представляють широкий спектр ризиків для безпеки працівників, що потребує обов'язкового дотримання запобіжних заходів і профілактичних дій. Травми найчастіше трапляються при взаємодії з коровами, особливо під час прикріплення доїльних апаратів, що пов'язано з повторюваними навантаженнями та пошкодженнями м'яких тканин. Такі фактори, як вага обладнання, незручна конструкція робочого простору та відсутність належних засобів захисту, підвищують ймовірність травм. Високий рівень шуму від обладнання, насосів та компресорів робить необхідним використання засобів захисту слуху для запобігання погіршення слуху.

Екологічні фактори, такі як слизькі поверхні через воду та використання невідповідного взуття, сприяють падінням. Правильна організація дренажу, використання черевиків із протиковзкою підошвою та безпечні входи/виходи допомагають знизити ризики.

Також важлива обережність при роботі з хімічними речовинами, що застосовуються для дезінфекції обладнання та догляду за тваринами. Ці речовини можуть завдати шкоди шкірі та очам, тому працівники мають використовувати захисні рукавички, окуляри та дотримуватись інструкцій щодо їх використання.

Сама робота з тваринами потребує обережності. Приміщення повинні бути просторими, чистими та добре освітленими, щоб мінімізувати стрес у тварин. Працівники зобов'язані використовувати захисне спорядження, а під час переміщення великих тварин необхідно застосовувати спеціалізовані пристрої. Важливо зберігати спокій, уникати різких рухів і застосовувати методи, що знижують ризик паніки у тварин.

Робота з агресивними тваринами має проводитись під контролем спеціалістів із використанням спеціального обладнання для фіксації. Хворих тварин слід ізолювати, а регулярні огляди та дотримання санітарних норм допоможуть запобігати поширенню захворювань.

Під час доїння важливо використовувати автоматизоване обладнання, мінімізуючи контакт працівників із тваринами. Догляд за вим'ям вимагає дотримання суворої гігієни для запобігання інфекціям, таким як мастит.

Таким чином, строгий контроль за дотриманням заходів безпеки та використання сучасних технологій на молочних комплексах сприяє захисту здоров'я працівників, зниженню травматизму та покращенню добробуту тварин.

5.2. Ризики пов'язані з військовим станом

Під час війни молочні ферми в Україні стикаються з численними ризиками для життя працівників, що впливають як із військових дій, так і з порушення звичного функціонування господарств. Одним із головних джерел небезпеки є безпосередня загроза обстрілів, вибухів снарядів і мін, що можуть пошкодити інфраструктуру ферм, включно зі спорудами для утримання худоби, доїльними залами та складськими приміщеннями. Працівники, які виконують щоденні обов'язки, можуть опинитися під ударом ворожого вогню або потрапити в зону активних бойових дій, що ставить під загрозу їхнє життя.

Мінна небезпека також є серйозною проблемою для фермерів. Поля та прилеглі території часто бувають замінованими, що ускладнює пересування та виконання сільськогосподарських робіт. Нерозірвані боєприпаси становлять довгострокову загрозу для працівників, які ризикують травмуватися чи навіть загинути під час польових робіт або пересування територією ферми.

Перебої в постачанні життєво важливих ресурсів, таких як корми, паливо та медикаменти, ще більше ускладнюють ситуацію. Логістичні

проблеми через руйнування доріг і мостів або небезпека транспортування в умовах війни створюють додатковий стрес для працівників. Виникає ризик, що через нестачу кормів або неможливість лікування худоба може загинути, завдаючи фермі значних збитків.

Психологічний стрес, викликаний війною, є ще одним важливим аспектом. Працівники перебувають у стані постійного страху за власне життя та життя своїх близьких. Такий стан сприяє емоційному виснаженню, помилкам під час роботи, а також збільшує ризик травм.

Крім того, через порушення гігієни та ветеринарного контролю на фермах підвищується ризик поширення інфекційних хвороб. Неможливість забезпечити регулярний догляд за худобою або належну утилізацію відходів може призвести до спалахів зоонозів, небезпечних і для людей. Ця проблема посилюється через труднощі у доступі до медичних та ветеринарних послуг.

Для зменшення ризиків необхідно впроваджувати спеціальні протоколи безпеки, включаючи створення укриттів для працівників і худоби, навчання персоналу мінної безпеки та евакуаційні плани. Забезпечення запасів стратегічних ресурсів і дотримання гігієнічних стандартів також сприяє підвищенню рівня безпеки. Впровадження таких заходів допоможе зберегти життя працівників і забезпечити стійкість фермерських господарств в умовах війни.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Встановлено, що мінімальний середньодобовий удій по стаду корів був зареєстрований в січні (32,8 кг/добу), а максимальний – близько 35,0 кг/добу у вересні. Причому, удій по стаду корів на рівні 34,9 кг був у липні, а цей місяць за багаторічними даними вважають найспекотнішим у році.

Незважаючи на підвищення температурно-вологісного індексу в літні місяці, відсутній достовірний зв'язок між цим індексом і добовим удоєм, що свідчить про потенційні адаптаційні механізми корів до теплового стресу та створені комфортні умови у спекотний період. Позитивна кореляція була виявлена між ТНІ та вмістом жиру та білка в молоці, що вказує на те, що корови можуть адаптуватися до змін температури та вологості, підтримуючи якість молока. Крім того, зростання температурно-вологісного індексу супроводжувалося збільшенням споживання сухої речовини коровами, що є несподіваним результатом, оскільки зазвичай високі літні температури знижують апетит тварин.

За результатами факторного аналізу, було визначено частку впливу різних факторів на молочну продуктивність і добробут корів. Зокрема, частка впливу сезонного фактору на молочну продуктивність (добовий удій) становила 37,5 % ($P < 0,05$). При цьому вплив максимальних значень температурно-вологісного індексу (ТНІ) був вищим за середні (1,8 % проти 0,1 %). Взаємодія між сезонністю і ТНІ мала частку впливу 4,6 %. Для вмісту молочного жиру сезонний фактор мав вплив 20,7 %, а максимальний ТНІ – 30,0 %. Для вмісту білка в молоці частка впливу сезонності була мінімальною – лише 2,8 %, в той час як вплив максимальних значень ТНІ був більш значущим і складав 21,5 %. Взаємодія цих факторів також мала помітний вплив на жирність та білковість молока, що підкреслює важливість врахування погодних умов для оптимізації молочної продуктивності та добробуту тварин.

Встановлено, що частка впливу сезонного фактора на захворюваність маститом склала 13–14 % ($P < 0,05$). Вплив максимальних значень температурно-вологісного індексу на мастит був вищим за середні значення і складав 14,2 % ($P < 0,05$). Взаємодія між сезонністю і ТНІ мала частку впливу 0,4 %. Щодо кульгавості, сезонний фактор мав частку впливу 6,4–7,1 % ($P < 0,05$). Вплив максимальних значень ТНІ на кульгавість був значно більшим (18,2 %) порівняно з середніми значеннями (1,4 %), а взаємодія між цими факторами становила 0,5 %.

Пропозиції.

Зважаючи на сезонні коливання температурно-вологісного індексу та їх вплив на молочну продуктивність, рекомендуємо оптимізувати умови утримання корів, особливо в літній період, для зменшення впливу теплового стресу. Це може включати покращення вентиляції в приміщеннях, забезпечення тварин більш комфортними умовами для відпочинку, а також коригування раціонів для забезпечення достатнього споживання кормів для підтримання енергетичного балансу організму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Vasilenko T., Milostiviy R., Kalinichenko O., Gutsulyak G., Sazykina E. Influence of high temperature on dairy productivity of Ukrainian Schwyz. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2018. Vol. 20, no. 83. P. 97-101.
2. Mylostyvyi R.V., Chernenko O.M., Iziboldina O.O., Puhach A.M., Orishchuk O.S., Khmeleva O.V. Ecological substantiation of the normalization of the state of the air environment in the uninsulated barn in the hot period. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, no. 3. P. 84–91.
3. Milk fatty acid composition in Holstein cows under chronic heat stress conditions / Danchuk V. et al. *Food science and technology*. 2024. Vol. 18, Issue 2. P. 28-35
4. Mylostyvyi R., Midyk S., Iziboldina O., Cherniy N., Kornienko V. Changes in the Qualitative Composition of the milk of Holstein Cows During Summer Chronic Heat Stress. *Jurnal IlmuTernak dan Veteriner*. 2023. Vol. 28, no. 2. P 112-121. DOI: 10.14334/jitv.v28.i2.3151 (date of access: 02.12.2024).
5. Skliarov P., Kornienko V., Midyk S., Mylostyvyi R. Impaired Reproductive Performance of Dairy Cows under Heat Stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2022. Vol. 87, no. 2. P. 85–92.
6. Chernenko O., Bordunova O., Shulzhenko N. et al. Comparison of morphometric and histological properties of testicles and sperm production in breeding bulls with different reaction to stress. *Veterinarska Stanica*. 2023. Vol. 54, no 2. P. 193–209. DOI: 10.46419/vs.54.2.3 (date of access: 02.12.2024).
7. Mylostyvyi, R. V., Iziboldina, O. O., Kalinichenko, O. O., Orishchuk, O. S., Pishchan, I. S., Khramkova, O. M., Kapshuk, N. O., Skliarov, P. M., Sejian, V., & Hoffmann, G. Seasonal effect on milk productivity and cases of mastitis in Ukrainian Brown Swiss Cows. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2021. Vol. 9, No. 2. P. 66–73. DOI: <https://doi.org/10.32819/2021.92011>.

8. Mylostyvyi R, Izhboldina O, Midyk S, Gutyj B, Marenkov O, Kozyr V. The Relationship between Warm Weather and Milk Yield in Holstein Cows. *World's Veterinary Journal*. 2023. Vol. 13, no. 1. P. 134-143. DOI: 10.54203/scil.2023.wvj14 (date of access: 02.12.2024).
9. Bohmanova, J., Misztal, I., & Cole, J. B. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science*. 2007. Vol. 90, No. 4. P. 1947–1956.
10. Mylostyvyi R., Lacetera N., Amadori M., Sejian V., Souza-Junior J. B. F., Hoffmann G. The autumn low milk yield syndrome in Brown Swiss cows in continental climates: hypotheses and facts. *Veterinary Research Communications*. 2024. Vol. 48, no 1. P. 203–213.
11. Allen, J. D., Hall, L. W., Collier, R. J., & Smith, J. F. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98, No. 1. P. 118–127.
12. Mylostyvyi R., Vysokos M.P., Timoshenko V., Muzyka A., Vtoryi V., Vtoryi S., Chernenko O., Izhboldina O., Khmeleva O., Hoffmann G. Features of the formation and monitoring of the microclimate in non-insulated barns: unresolved issues. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2020. Vol. 8, no. 2. P. 73–85.
13. Ceciliani, F., Maggiolino, A., Biscarini, F., Dadi, Y., De Matos, L., Cremonesi, P., Landi, V., De Palo, P., & Lecchi, C. Heat stress has divergent effects on the milk microbiota of Holstein and Brown Swiss cows. *Journal of Dairy Science*. 2024. DOI: 10.3168/jds.2024-24976.
14. Mylostyvyi R., Izhboldina O., Midyk et al. Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*. 2022. Vol. 5, no.2. P. e2022011. DOI: 10.31893/multirev.2022011 (date of access: 02.12.2024).
15. Rockett, P. L., Campos, I. L., Baes, C. F., Tulpan, D., Miglior, F., & Schenkel, F. S. Phenotypic analysis of heat stress in Holsteins using test-day

production records and NASA POWER meteorological data. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106, no. 2. P. 1142–1158.

16. Becker, C. A., Collier, R. J., & Stone, A. E. Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, no. 8. P. 6751–6770.

17. Mylostyvyi R., Sejian V., Izhboldina O. et al. Changes in the Spectrum of Free Fatty Acids in Blood Serum of Dairy Cows during a Prolonged Summer Heat Wave. *Animals*. 2021. Vol. 11, no. 12. P. 3391. DOI: 10.3390/ani11123391 (date of access: 02.12.2024).

18. Maggiolino, A., Dahl, G. E., Bartolomeo, N., Bernabucci, U., Vitali, A., Serio, G., Cassandro, M., Centoducati, G., Santus, E., & De Palo, P. Estimation of maximum thermo-hygrometric index thresholds affecting milk production in Italian Brown Swiss cattle. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, no. 9. P. 8541–8553.

19. Dunn, R. J. H., Mead, N. E., Willett, K. M., & Parker, D. E. Analysis of heat stress in UK dairy cattle and impact on milk yields. *Environmental Research Letters*. 2014. Vol. 9, no. 6. P. 064006. DOI: 10.1088/1748-9326/9/6/064006.

20. Mylostyvyi, R., Sejian, V., Souza-Junior, J. B. F., Wrzecińska, M., Za, T., Chernenko, O., Pryshedko, V., Suslova, N., Chabanenko, D., & Hoffmann, G. Digitalisation opportunities for livestock welfare monitoring with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*. 2024. Vol. 7, no. 12. P. 2024300. DOI: 10.31893/multirev.2024300.

21. Yan, G., Li, H., & Shi, Z. Evaluation of Thermal Indices as the Indicators of Heat Stress in Dairy Cows in a Temperate Climate. *Animals*. 2021. Vol. 11, no. 8. P. 2459. DOI: 10.3390/ani11082459.

22. Wrzecińska, M., Czerniawska-Piątkowska, E., Kowalewska, I., Kowalczyk, A., Mylostyvyi, R., & Stefaniak, W. Agriculture in the face of new digitization technologies. *Ukrainian black sea region agrarian science*. 2023. Vol. 27, no. 3. P. 9–17.

23. Vroege, W., Dalhaus, T., Wauters, E., & Finger, R. (2023). Effects of extreme heat on milk quantity and quality. *Agricultural Systems*. Vol. 210. P. 103731. DOI: 10.1016/j.agsy.2023.103731
24. West, J. W. (2003). Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 86, no. 6. P. 2131–2144.
26. Lovarelli, D., Minozzi, G., Arazi, A., Guarino, M., & Tiezzi, F. (2024). Effect of extended heat stress in dairy cows on productive and behavioral traits. *Animal*. Vol. 18, no. 3. P. 101089. DOI: 10.1016/j.animal.2024.101089
27. Lykhach, A., Lykhach, V., Mylostyvyi, R., Barkar, Y., Shpetny, M., & Izhboldina, O. (2022). Influence of housing air temperature on the behavioural acts, physiological parameters, and performance responses of fattening pigs. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. Vol. 10, no. 3. P. 1–7. DOI: 10.31893/jabb.22026
28. Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutyj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. Vol. 9, no. 4. P. 1–8.
29. Mylostyvyi, R., & Izhboldina, O. (2021). Problems of livestock reproduction with a focus on climate change. *Multidisciplinary Reviews*. Vol. 4, e2021011. DOI:10.29327/multi.202101
30. Cuellar, C. J., Saleem, M., Jensen, L. M., & Hansen, P. J. Differences in body temperature regulation during heat stress and seasonal depression in milk yield between Holstein, Brown Swiss, and crossbred cows // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106, no. 5. P. 3625–3632.
31. Mylostyvyi, R., Kalinichenko, O., Skliarov, P., Lesnovskay, O., Karlova, L., Begma, N., Prishedko, V., Duda, Y., Korniyenko, V., Midyk, S., Trokoz, V., Marenkov, O., Izhboldina, O. (2021). The influence of the season on the efficiency of fertilization and the manifestation of postpartum pathology in dairy cows. *Ukrainian Journal of Ecology*/ 2021. Vol. 11, no. 4. P. 81-86.

32. Lemal, P., May, K., König, S., Schroyen, M., & Gengler, N. Invited review: From heat stress to disease—Immune response and candidate genes involved in cattle thermotolerance. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106, no. 7. P. 4471–4488.
33. Mylostyvyi, R., Iziboldina, O., Chernenko, O., Khramkova, O., Kapshuk, N., & Hoffmann, G. Microclimate modeling in naturally ventilated dairy barns during the hot season: Checking the accuracy of forecasts. *Journal of Thermal Biology*. 2020. Vol. 93. P. 102720. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2020.102720.
34. Arias, R. A., Soto, F., & Keim, J. P. Assessment of the effects of heat stress on the production of dairy cows by using two comfort thermal indices in Southern Chile. *Journal of Thermal Biology*. 2024. Vol. 124. Article 103942. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2024.103942.
35. Mylostyvyi, R., & Chernenko, O. Correlations between environmental factors and milk production of Holstein cows. *Data*. 2019. Vol. 4, no. 3. P. 103. DOI: 10.3390/data4030103.
36. Mejia Turcios, S. E., Rotz, C. A., McGlone, J., Rivera, C. R., & Mitloehner, F. M. Effects of Heat Stress Mitigation Strategies on Feedlot Cattle Performance, Environmental, and Economic Outcomes in a Hot Climate. *Animal*. 2024. Article 101257. DOI: 10.1016/j.animal.2024.101257.
37. Милостивий Р.В., Седжіан В. Добробут молочної худоби в умовах глобальних кліматичних змін. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2019. Т 7, № 1. С. 47-55.
38. Brown-Brandl, T. M. Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2018. Vol. 47. e20160414. DOI: 10.1590/rbz4720160414.
39. Habimana V., Nguluma A. S., Nziku Z. C., Ekine-Dzivenu C. C., Morota G., Mrode R., Chenyambuga S. W. Heat stress effects on milk yield traits and metabolites and mitigation strategies for dairy cattle breeds reared in tropical and sub-tropical countries. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. DOI: 10.3389/fvets.2023.1121499.

40. Moore S. S., Costa A., Penasa M., Callegaro S., De Marchi M. How heat stress conditions affect milk yield, composition, and price in Italian Holstein herds. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106, no. 6. P. 4042–4058. DOI: 10.3168/jds.2022-22640.
41. Chapman N. H., Chlingaryan A., Thomson P. C., Lomax S., Islam M. A., Doughty A. K., Clark C. E. F. A deep learning model to forecast cattle heat stress. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 211. P. 107932. DOI: 10.1016/j.compag.2023.107932.
42. Moore S. S., Costa A., Penasa M., De Marchi M. Effects of different temperature-humidity indexes on milk traits of Holstein cows: A 10-year retrospective study. *Journal of Dairy Science*. 2024. Vol. 107, no. 6. P. 3669–3687. DOI: 10.3168/jds.2023-23723.
43. Gujar G., Tiwari M., Yadav N., Monika Dr. Heat stress adaptation in cows – Physiological responses and underlying molecular mechanisms. *Journal of Thermal Biology*. 2023. Vol. 118. P. 103740. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2023.103740.
44. Rockett, P. L., Campos, I. L., Baes, C. F., Tulpan, D., Miglior, F., & Schenkel, F. S. Genetic evaluation of heat tolerance in Holsteins using test-day production records and NASA POWER weather data. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106, no. 10. P. 6995–7007. DOI: 10.3168/jds.2022-22776.
45. Marquez-Acevedo, A. S., Hood, W. R., Collier, R. J., & Skibieli, A. L. Mitochondrial response to heat stress and its implications on dairy cattle bioenergetics, metabolism, and production. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106, no. 10. P. 7295–7309. DOI: 10.3168/jds.2023-23340.
46. Salfer, I. J., Dechow, C. D., & Harvatine, K. J. Annual rhythms of milk and milkfat and protein production in dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102, no. 1. P. 742–753. DOI: 10.3168/jds.2018-15040.
47. Chen, B., Lewis, M. J., & Grandison, A. S. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 158. P. 216–223. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.02.118.

48. Ranjbar, S., Rabiee, A. R., Gunn, A., & House, J. K. Identifying risk factors associated with lameness in pasture-based dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, no. 9. P. 7495–7505. DOI: 10.3168/jds.2016-11142.

49. Cook, N. B., Nordlund, K. V., & Oetzel, G. R. Environmental Influences on Claw Horn Lesions Associated with Laminitis and Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2004. Vol. 87. P. E36–E46. DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(04)70059-4.

50. Marins, T. N., Rivas, R. M. O., Chen, Y.-C., Melo, V. H. L. R., Wang, Z., Liu, H., Gao, J., Savegnago, C. G., Roper, A. M., Bernard, J. K., Melendez, P., & Tao, S. Effects of heat stress abatement on behavioral response in lactating dairy cows prior to and following an intramammary lipopolysaccharide infusion. *Journal of Dairy Science*. 2024. DOI: 10.3168/jds.2024-25298.

51. Shathele, M. S. Weather effect on bacterial mastitis in dairy cows. *International Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 4, no. 2, pp. 57–66. DOI: 10.3923/ijds.2009.57.66

52. Boyko, O. O., Hapich, H. V., Mylostyvyi, R. V., Izhboldina, O. O., Chernysh, Y., Chubur, V., Roubík, H., & Brygadyrenko, V. V. Recycling and decontamination of organic waste in Ukraine: Current state, technologies and prospects for the biogas industry. *Biosystems Diversity*. 2024. Vol. 32, no. 2, pp. 260–269. DOI: <https://doi.org/10.15421/012428>