

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗДОРОВ'Я ТВАРИН
Біотехнологічний факультет
Спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва»

Допускається до захисту:
Завідувач кафедри технології
переробки продукції
тваринництва к .с-г. н.,
доц. Калиниченко О.О.

« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеню «Магістр»

**Оптимізація технології утримання корів на молочно-виробничому
комплексі «Єкатеринославський» м. Дніпро**

Студент-дипломник _____ Д.П. Хацевич

Керівник дипломної роботи

к.вет.н., доцент _____ Р.В. Милостивий

Консультант з охорони праці

к.т.н., доцент _____ С.Г. Годяєв

Дніпро – 2020

Зміст

Завдання на виконання дипломної роботи.....	3
Анотація.....	4
1. Вступ.....	5
1.1. Актуальність теми.....	5
1.2. Мета і задачі.....	6
2. Стан проблеми.....	7
2.1. Мікроклімат приміщень і добробут тварин	7
2.2. Формування та підтримання параметрів повітряного середовища в неізольованих приміщеннях	12
2.3. Моніторинг, прогнозування та шляхи оптимізації мікроклімату за екстремальних погодних умов.....	21
3. Матеріал, умови і методики виконання роботи	27
3.1. Матеріал, мета та методика досліджень.....	27
3.2. Умови досліджень.....	32
4. Власні дослідження.....	36
4.1. Породний, класний та віковий склад стада.....	36
4.2. Продуктивні і відтворювальні характеристики стада.....	39
4.3. Умови утримання та годівлі.....	44
4.4. Технологія виробництва продукції.....	48
4.5. Одержання і реалізація молока.....	54
5. Експериментальна частина.....	57
6. Екологічні заходи.....	94
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	96
7.1. Дослідження системи управління охороною праці в господарстві..	96
7.2. Дослідження стану охорони праці в господарстві.....	98
7.3. Аналіз виробничого травматизму	99
7.4. Розробка проекту інструкції з охорони праці під час проведення санітарних заходів.....	100
7.5. Рекомендації з поліпшення стану з охорони праці на підприємстві	105
7.6. Дії в надзвичайних ситуаціях.....	105
Висновки і пропозиції.....	109
Список літератури.....	111
Додатки.....	123

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інститут біотехнології та здоров'я тварин
Біотехнологічний факультет

Спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», освітній ступінь «Магістр»

Кафедра технології переробки продукції тваринництва

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
« _____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентів

Хацевичу Дмитру Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Оптимізація технології утримання корів на молочно-виробничому комплексі «Єкатеринославський» м. Дніпро»

затверджена наказом по університету від «11» листопада 2020 р. № 2863.

2.Термін здачі студентом завершеної роботи грудень 2020 року

3.Вихідні дані до роботи

природно-економічні показники господарства, дані первинного зоотехнічного обліку, породний, класний та віковий склад стада ВРХ, продуктивні та відтворювальні характеристики корів МВК «Єкатеринославський», умови утримання і годівлі, заходи щодо охорони навколишнього природного середовища, стан охорони праці в господарстві

4.Короткий зміст роботи – перелік питань, що розробляються в роботі вступ, стан проблеми, матеріали, умови і методики виконання роботи, власні дослідження (аналіз породного, класного та вікового складу стада, продуктивні та відтворювальні характеристики корів, умови утримання і годівлі, експлуатація тварин), експериментальна частина (будуть проведені дослідження з оцінки та прогнозування мікроклімату в неізольованих приміщеннях), організація праці, екологічні заходи, охорона праці, висновки та пропозиції

5.Перелік графічного матеріалу (точно вказати обов'язкові креслення)

_____ таблиці, рисунки _____

6. Консультанти по проекту (роботі), з зазначенням розділів проекту, що стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: «15» травня 2020 р.

Керівник _____ (підпис)

Завдання прийняв

до виконання _____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Приміт- ка
1.	Вивчення технології виробництва молока	травень	
2.	Виконання дослідницької частини	червень-серпень	
3.	Опрацювання літературних джерел	вересень	
4.	Статистичне опрацювання даних	жовтень	
5.	Підготовка та оформлення літературного огляду та власних досліджень	жовтень	
6.	Обробка і оформлення експериментальних даних	жовтень-листопад	
8.	Формулювання висновків і пропозицій господарству	листопад	
9.	Написання та оформлення дипломної роботи	листопад	
10.	Подання і попередній захист дипломної роботи на кафедрі	грудень	
11.	Захист дипломної роботи перед екзаменаційною комісією	грудень	

Студент-випускник _____ (підпис)

Керівник роботи _____ (підпис)

Анотація

Робота виконана на 123 сторінках комп'ютерного тексту і включає в себе 30 таблиць та 17 рисунків. У процесі виконання роботи було опрацьовано 86 літературних джерел. Її зміст викладений у наступних розділах: вступ; огляд літератури; матеріал, умови та методика досліджень; власні дослідження; експериментальна частина; екологічні заходи та заходи з охорони праці. Результати досліджень апробовані на VII Міжнародній науковій конференції студентської та учнівської молоді «Стан та перспективи виробництва, переробки і використання продукції тваринництва» (м. Кам'янець-Подільський, 26 листопада 2020 року), опубліковано тези.

1. Вступ

1.1. Актуальність теми

Сучасні стратегії подальшого розвитку тваринництва передбачають впровадження ефективних ресурсозберігаючих технологій. У цьому сенсі, будівництво нових полегшених приміщень для тварин, особливо в молочному скотарстві, стає все більш популярним (Jovović et al., 2019; Sanchis et al., 2019; Mylostyvyi & Izhboldina, 2019). Зважаючи на високу залежність клімату в таких приміщеннях від стану навколишнього середовища і його безпосередній вплив на повітряне середовище таких приміщень (Yi et al., 2018; Hempel et al., 2019), класичні підходи до вимірювання і оцінки мікроклімату (Antonenko et al., 2018) будуть не інформативними, і перш за все через їх конструктивні особливості.

За таких обставин моніторинг повітряного середовища і оцінювання його безпосереднього впливу на фізіологічний стан молочної худоби краще проводити шляхом обчислення спеціальних індексів (Mylostyvyi et al., 2020), які враховують декілька параметрів довкілля (температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря), що діють на організм тварин у динамічному комплексі. Тож окремі дані дослідників щодо динаміки показників температури та відносної вологості в сучасних полегшених приміщеннях без урахування їх сумісної дії (Трофімов та ін., 2014; Сафронов та ін., 2016; Волощук та ін., 2017), не в повній мірі відображають стан комфорту корів.

Наша робота присвячена з'ясуванню особливостей оцінки та прогнозування стану комфорту корів у сучасних енергоощадних приміщеннях, виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри технології переробки продукції тваринництва ДДАЕУ за темами «Вплив технологічних факторів на підвищення якості тваринницької продукції» (номер державної реєстрації 0114U005590) та «Забезпечення сталого

розвитку тваринництва і природної резистентності за впливу екологічних і технологічних факторів» (номер державної реєстрації 0120U103848)

1.2. Мета і задачі

Мета роботи полягала у з'ясуванні особливостей оцінки та прогнозування стану комфорту корів у сучасних енергоощадних приміщеннях. Завдання роботи передбачало:

- опрацювати зарубіжні та вітчизняні літературні джерела за напрямом досліджень;
- дослідити технологію виробництва молока в умовах високотехнологічного молочно-виробничого комплексу;
- аналіз даних багаторазових вимірювань температури повітря та відносної вологості в неізольованих приміщеннях впродовж року;
- оцінку запропонованих математичних моделей для визначення комфорту корів;
- визначення ефективності заходів щодо нормалізації стану повітряного середовища в неізольованих приміщеннях в спекотний період;
- формулювання висновків та надання пропозиції виробництву.

2. Стан проблеми

2.1. Мікроклімат приміщень і добробут тварин

Тваринництво має бути сприятливим для тварин і навколишнього середовища. Його ефективність може бути значно підвищена шляхом впровадження недорогих стійких сільськогосподарських технологій (Nempel et al., 2018; Sultan et al., 2019). Однак у штучно створеному замкнутому просторі сучасних промислових комплексів тварини не в змозі реалізувати весь спектр еволюційно сформованих поведінкових реакцій, тож ми зобов'язані забезпечити їм комфортні умови утримання відповідно до їх біологічних та фізіологічних особливостей.

Глобальні зміни клімату супроводжуються не тільки більш м'якими зимами, але й значними (екстремальними) підвищеннями температури в теплий період року, що може бути істотним викликом для вітчизняного тваринництва. Теплове навантаження призводить до зниження надоїв молока (Tao et al., 2018), порушення репродуктивної функції в корів (Dahl et al., 2016; Schüller et al., 2016), та втрат, пов'язаних з погіршенням добробуту тварин, що можуть мати віддалені наслідки (Whay & Shearer, 2017).

Мікроклімат відображає близьке до тварин фізичне середовище, що суттєво впливає на їх продуктивність та добробут (Patbandha et al., 2019). Сукупність фізичних, хімічних і біологічних факторів оточуючого середовища може впливати на тварин як позитивною, так й негативно. Якщо зовнішні чинники у вигляді погодних явищ неконтрольовані, але прогнозовані, то внутрішніми можна керувати, створюючи для тварин сприятливі умови життєдіяльності (Тимошенко та ін., 2017). Найбільший вплив на молочну продуктивність і фізіологічний стан корів мають температура, вологість, швидкість руху повітря і освітленість приміщення (Іллін та ін., 2017; Yano et al., 2018; Nempel et al., 2018). Контролю підлягає також вміст вуглекислого газу, аміаку, сірководню, і в останній час метану, як парникового газу (Poteko et al., 2019; Sanchis et al., 2019).

За ступенем впливу на продуктивність, мікроклімат приміщень поступається лише впливу породи й годівлі. Наприклад, за надою корів 8000-10000 кг, втрати молока через порушення умов утримання можуть скласти 1000-1500 кг на рік на тварину. Однак й донині, повітрообмін в приміщеннях розраховують за нормативами, які практично не враховують біологічну активність об'єктів (тварин) та їх відходів, специфічні біолого-ветеринарні, теплофізичні, технологічні і енергетичні вимоги до сучасних систем забезпечення мікроклімату (Вторий та ін., 2018). Наслідком цього є непередбачені відхилення реальних параметрів повітряного середовища від розрахункових та необґрунтоване перевищення енергоспоживаючих потужностей. Так само, як і активне впровадження нових зарубіжних технологій та обладнання без урахування кліматичних особливостей регіонів, створює проблеми в роботі вентиляційних систем (Федоренко та ін., 2010).

Чинні норми технологічного проектування потребують перегляду і оновлення. Вони не відображають досвіду останніх років щодо широкого використання ресурсозберігаючих технологій, які враховують добробут тварин та можливості сучасної техніки (Тимошенко та ін., 2015). Актуальною лишається розробка нових нормативів мікроклімату для високопродуктивних корів на підставі ґрунтового вивчення показників життєдіяльності організму і взаємодії його з навколишнім середовищем у різних агрокліматичних умовах. Їх впровадження забезпечить комфортні умови утримання за значного скорочення інвестицій та енерговитрат.

Спекотний літній період є справжнім випробуванням для неізольованих приміщень. Якщо низькі температури молочна худоба переносить більш легко, то вищі за зону її температурного комфорту (за даними FAO від +4 до +24 °C) призводять до погіршення добробуту та зниження продуктивності тварин. З одного боку, основною перевагою цих будівель є їх енергозберігаючі властивість, оскільки в цілому природна вентиляція не вимагає електричної енергії для роботи вентиляторів, а з іншого – ця житлова система особливо вразлива, оскільки мікроклімат в

приміщенні напряму залежить від умов навколишнього середовища (Nempel et al., 2018).

Класично тепловий стрес оцінюється за температурно-вологісним індексом (temperature-humidity index, THI), який заснований на одночасних вимірах температури повітря і відносної вологості (Herbut et al., 2018; Mylostyvyi & Sejian, 2019), комбінований вплив яких може бути надзвичайно фатальним для всього поголів'я худоби в періоди спеки. Іноді в розрахунках подібних індексів (наприклад, еквівалентного температурного індексу ETIC та ін.) беруться до уваги додаткові змінні, які можуть збільшувати або зменшувати теплове навантаження, такі як сонячне випромінювання або швидкість повітря (Mader et al., 2006; Wang et al., 2018b; Yao et al., 2019).

Вважають (Herbut et al., 2018), що показник температурно-вологісного індексу нижчий 68 одиниць відповідає комфортним умовам для тварин і є межею, вище якої вони схильні до теплового стресу. Значення THI на рівні 68–71 – відповідає невеликому стресу, в межах 72–79 – помірному стресу, тоді як при 80–89 – корови знаходяться в стані сильного, а 90–99 – дуже сильного (жорсткого) стресу. Зазвичай дія теплового стресу може проявлятися вже за температури +22 °C, якщо відносна вологість повітря перевищуватиме 50 %.

Важливо запобігти виникненню теплового стресу, прогнозуючи його, дотримуючись умов мікроклімату та використовуючи метеорологічні прогнози (Herbut et al., 2018). Для оцінки THI в неізольованих приміщеннях в основному використовують зовнішні значення температури і вологості (із найближчих метеостанцій) або ж враховують середньодобові значення (чи максимуми) цих параметрів, виміряні в центрі будівлі.

Узагальнюючи стратегії адаптації молочних корів в умовах високих температур, вчені (Polsky and von Keyserlingk 2017) виділяють як фізіологічні, так і поведінкові механізми пристосування. При цьому, деякі з цих стратегій подолання теплового навантаження можуть призвести до

проблем добробуту, викликаючи депресію, агресію та біль, пов'язані з голодом та спрагою (Whay & Shearer, 2017).

Відомо, що більшість свого часу (близько 13 год на добу) корови проводять у стійлах (Cook et al., 2007). Якщо ж тварина зазнає впливу теплового стресу, вона буде довше стояти, щоб збільшити поверхню тіла і тим самим посилити тепловіддачу (Hillman et al., 2005; Allen et al., 2015). Саме зі зростанням часу перебування корів в положенні стоячи більшість дослідників пов'язують сезонне збільшення кульгавості в кінці літа (Whay & Shearer, 2017). Тож, будь-яка конструкція системи охолодження, яка спонукає корів лежати довше, повинна приділяти особливий акцент покращенню тепловіддачі корів у лежачому положенні (Wang et al., 2018).

Ефективна система вентиляції може знизити тепловий стрес, який відчувають молочні корови, шляхом збільшення швидкості, з якою тепло конвективно передається від тварини до оточуючого повітря (Broucek et al., 2019). Швидкість, з якою тепло розсіюється у стоячій корови вища, ніж яка знаходиться в лежачому положенні, оскільки має більшу площу контакту поверхні з повітрям. Тому, для охолодження корів в жарких умовах рекомендується по можливості спрямовувати горизонтальний потік повітря в зону перебування тварин (Wang et al., 2018).

Однак жодна з вентиляційних систем не може забезпечити достатню кількість свіжого повітря та необхідне охолодження кожної окремої тварини (Wang et al., 2018c), через нерівномірний розподіл повітря та значні відмінності значень ТНІ в приміщенні (Schüller et al., 2016; Mylostyvyi et al., 2019a).

Виробники молочної продукції могли б покращити здоров'я своїх стад шляхом заходів спрямованих на збільшення часу знаходження тварин у стійлах в лежачому положенні, коли показник температурно-вологісного індексу зростає за межі порогу теплової напруги, тобто $TNI > 68$ (Zimbelman et al., 2009).

Більшість підприємств покладаються на системи природної вентиляції з додатковими системами охолодження (наприклад, охолоджуючими вентиляторами, стельовою вентиляцією, охолодженням з труб і т. д) для пом'якшення теплового стресу корів, у випадку коли природна вентиляція є недостатньою (зазвичай в жаркої, вологій безвітряної погоди). Однак ефекти такого додаткового охолодження в багатьох випадках є недостатніми (Cook et al., 2007; Wang et al., 2018). Тож, будь-яка конструкція системи охолодження, яка спонукає корів лежати довше, повинна приділяти особливий акцент покращенню тепловіддачі корів у лежачому положенні.

У цьому сенсі (Wang et al., 2018a) конструкція «системи точної подачі повітря» (PASS), заснована саме на концепції забезпечення точної кількості подачі свіжого або додатково охолодженого повітря для кожної корови в стійлі із урахуванням положення її тіла (включаючи діаметр, швидкість та кут подачі повітря). Так само (Mondaca & Choi, 2016), задовільний охолоджуючий ефект показало випробування багатотрубної вентиляційної системи, заснованої на концепції направлення свіжого повітря спочатку, шляхом подачі його через полікарбонатні пластикові труби великого діаметру по периметру приміщення, а потім – спрямовуючи потік вниз через отвори меншого діаметру безпосередньо в зону перебування тварин.

Оскільки більшість охолоджувальних систем, що застосовують для зменшення теплового напруги в молочному скотарстві вимагають значних ресурсів, використання пасивних систем охолодження зони відпочинку корів дозволить зменшити витрати електроенергії та води (Ortiz et al., 2015). Відтак актуальними будуть питання економічної ефективності нових технологій охолодження (наприклад, теплообмінних ліжок) у поєднанні з методами управління стадом (уникнення скупчення, скорочення часу перебування в місцях з високою температурою), дієтою та розведенням (Gunn et al., 2019).

Моніторинг температури молока в умовах високотехнологічних підприємств також може бути корисним інструментом при визначенні і

прогнозі реакції молочних корів на тепловий стрес у робототехнічних системах, за допомогою он-лайн набору даних (Ji et al., 2019a; Ji et al., 2019b).

Таким чином, концепції адаптації до теплового стресу з точки зору «інтелектуальної вентиляції» повинні враховувати особливості, пов'язані з індивідуальними фізіологічними та поведінковими реакціями корів на фактичні мікрокліматичні умови (Hempel et al., 2018). Врахування положення тіла у молочних корів у періоди теплового стресу допоможе розробити ефективніші стратегії пом'якшення теплового навантаження на молочну худобу (Cook et al., 2007; Wang et al., 2018c; Nordlund et al., 2019).

2.2. Формування та підтримання параметрів повітряного середовища в неізольованих приміщеннях

Технологічні та технічні рішення, особливо, на промислових комплексах, нерідко вступають в протиріччя з біологічними потребами та можливостями організму, що призводить до зниження резистентності, погіршення добробуту та передчасного вибуття зі стада (Тимошенко та ін., 2017), а отже значна увага повинна приділятися створенню комфортних умов для тварин.

Надої високопродуктивних корів значно залежать від необхідного повітрообміну. Вважають, що приміщення полегшеної конструкції (або ж неізольовані – *uninsulated barn*), найбільш прийнятними як з точки зору виробництва молока, так і здоров'я корів. У порівнянні із капітальними (типовими) приміщеннями в них нижча концентрація шкідливих газів та більш комфортні умови для перебування тварин (Лошкарьов та ін., 2018; Jovović et al., 2019). За рахунок використання полегшених огорожуючих конструкцій та сучасних систем природної вентиляції скотомісце обходиться дешевше на 24–28 %, проте вартість доїльного та іншого технологічного обладнання на третину здорожує будівництво.

Спостереження за поведінкою тварин при реалізації ними основних процесів життєдіяльності показали (Трофімов та ін., 2014), що в будівлях із металоконструкцій корови почували себе комфортно за рахунок створення найбільш оптимального вологісного режиму в умовах Російської Федерації. Застосування світлоаераційних ліхтарів в неізольованих приміщеннях, забезпечувало кращу і тривалішу освітленість кормового столу, справляючи позитивний вплив на час і швидкість споживання тваринами корму, що збільшувало тривалість відпочинку тварин, необхідну для посиленого синтезу молока.

Такі приміщення добре зарекомендували себе в Естонії та Фінляндії, із поголів'ям від 30 до 600 дійних корів. Дослідження за температури навколишнього середовища від -30°C до $+30^{\circ}\text{C}$ показали (Teue et al., 2007), що мікроклімат в корівниках знаходився в межах рекомендованих норм, однак він значно залежав від конструкції приміщень, температури зовнішнього повітря та швидкості вітру.

Проблеми в функціональності неізольованих приміщень зазвичай виникали взимку за температури нижчої за -15°C – коли гноєві проходи починали замерзати (Teue et al., 2007), а також в періоди літньої спеки (до $+36^{\circ}\text{C}$), коли в місцях відпочину тварин вона піднімалася до $+34^{\circ}\text{C}$ (Волощук та ін., 2017).

Системи вентиляції через отвори в поздовжніх стінах та світлові ліхтарі по гребню даху виявилися практично недієвими при мінус $6-8^{\circ}\text{C}$ (Федоренко та ін., 2010) через великі габарити приміщень (на 600–800 гол.), оскільки вони дозволяють забезпечити необхідні параметри середовища лише у вузькому діапазоні зовнішніх температур. При зниженні температури до -33°C впродовж декількох днів (Frederick Teue et al., 2006), в одному з приміщень вона опускалася до -28°C . – за цих умов проблемою була висока вологість, що вимагало більш ефективної роботи вентиляції.

Навіть додаткова робота циркуляційних вентиляторів не забезпечувала достатньої кратності обміну та швидкості руху повітря на рівні розміщення

тварин (до 1 м). Температура від поздовжньої стіни будівлі до її середини практично не змінювалася, що свідчить про незадовільну роботу системи вентиляції (Тимошенко та ін., 2015), а тому приміщення великої місткості висувають додаткові вимоги до систем забезпечення мікроклімату та вимагають нових підходів до його оцінки й нормалізації (Вторий та ін., 2018). Водночас повідомляють (Трофімов, та ін., 2014), що для інтенсивного провітрювання та доступу необхідної кількості свіжого повітря всередину приміщень шириною 18–24 м, достатні бічні стіни висотою 3,0–3,2 м, а завширшки в 30 м – 3,6 м. Зайва висота будівлі – це невиправдане її здороження.

Стан мікроклімату залежав від конструктивних особливостей неізольованих приміщень. Зокрема (Тимошенко та ін., 2017), в зимовий період у приміщенні із металоконструкцій без утеплення покрівлі (МК), в будівлі зі збірних напіврамних залізобетонних конструкцій (НЗК) та приміщенні з металоконструкцій з утепленою покрівлею (МКП) температура була на 7,3; 5,0 і 2,7 °С нижчою ніж у будівлі із сендвіч-панелей (СП) – +10,1 °С. Відносна вологість повітря в торцевій частині МК, НЗК та в МКП була на 4,8; 1,0 і 0,5% вищою у порівнянні з СП (80,4 %). У центральній частині будівлі температура повітря в цих приміщеннях була нижчою відповідно на 6,8; 4,3 і 2,5 °С, ніж в СП (+9,1 °С). Відносна вологість повітря була на 4,6%, 1,1 і 0,5% вищою, в порівнянні з СП (80,9 %).

Зазначені параметри мікроклімату позначилися на молочній продуктивності корів: в середньому за зимовий період середньодобовий надій молока корів, розміщених в СП (31,2 кг) перевищував продуктивність тварин в МКП на 0,3%, в НЗК – на 4,0 та в МК – на 5,4 %.

Отже в будівлях СП та МКП забезпечуються не тільки більш комфортні для тварин умови життєзабезпечення, а й оптимальний режим роботи технологічного обладнання (систем гноєвидалення і водонапування тварин) в порівнянні з тваринницькими будівлями НЗК і МК (Тимошенко та ін., 2017).

Хоча зазначені будівлі й відрізнялися системою вентиляційних штор у поздовжніх стінах, для них була характерною наступна залежність: температура і відносна вологість повітря підвищувалася від підлоги вгору та від поздовжньої стіни будівлі до її середини, як в торцевій частині, так і в центральній, – що свідчить про задовільну роботу системи вентиляції (за середньої температури та відносній вологості $-3,4^{\circ}\text{C}$ і 90,7%) впродовж зимового періоду.

Дослідження (Трофімов та ін., 2014) підтверджують, що в зимовий період в торцевій ділянці МКП було тепліше на $4,6^{\circ}\text{C}$ ($-4,1^{\circ}\text{C}$), ніж у МК ($-8,7^{\circ}\text{C}$), а відносна вологість була нижчою на 17,3 % (77,3 %). В центральній частині МКП було тепліше на $3,5^{\circ}\text{C}$ ($-5,6^{\circ}\text{C}$), а вологість була нижчою на 11,3 % (83,9 %), ніж в МК ($-9,1^{\circ}\text{C}$ та 95,2 %). Різниця за температурою і відносною вологістю в окремих частинах цих приміщень становила $0,4-1,5^{\circ}\text{C}$ та 0,6-6,6 % (за вищої різниці у показниках в МКП). Влітку, в торцевій ділянці МКП було прохолодніше на $1,6^{\circ}\text{C}$, ніж у НЗК ($+29,1^{\circ}\text{C}$), а відносна вологість була нижчою на 2,8 % (50,3 %). У центральній частині МКП температура та вологість були нижчими на $1,6^{\circ}\text{C}$ і 4,5 %, ніж в НЗК ($+29,9^{\circ}\text{C}$ та 55,2 %). Різниця за цими параметрами в окремих частинах приміщень становила до $0,8^{\circ}\text{C}$ та 2,1 % (за вищої різниці в НЗК). Крім того, в НЗК спостерігалася недостатня рухливість повітряних мас: у торцевій частині вона склала 0,11 м/с, в центральній – 0,07 м/с. У МКП вона була на рівні 0,42-0,46 м/с. Тож, більш комфортні умови в МКП сприяли тому, що корови більше часу проводили в стійлі лежачи в зимовий (на 0,9 %) та в літній (на 5,3 %) періоди.

На температурний режим будівлі впливали технологічні операції. Так (Тимошенко та ін., 2017), взимку при роздачі кормів мобільними засобами відбувалося короткочасне зниження температури повітря (на $1-2^{\circ}\text{C}$) і підвищення відносної вологості (на 1-2%), різниця ж за швидкістю руху повітря та вмістом NH_3 і CO_2 була несуттєвою, як в торцевій, так і в центральних зонах приміщень. Освітленість кормового столу на рівні голови

тварин була в середньому 348-447 лк. В центральних боксах її рівень варіював в межах 432-471 лк, у торцевих пристінних боксах – 360-465 лк, що відповідало фізіологічним потребам тварин. Однак у торцевих і центральних здвоєних боксах на рівні голови тварин освітленість була недостатньою (менш 200 лк) – відповідно 163–185 лк і 188–215 лк.

Під час комплексної оцінки мікроклімату в приміщеннях з природною вентиляцією дійшли висновку (Мартінова та Яструбова, 2013а), що найбільший вплив на молочну продуктивність і фізіологічний стан корів чинили відносна вологість, швидкість руху повітря і освітленість приміщень. При цьому погіршення мікроклімату спостерігалось здебільшого в центральних зонах корівників. Цими ж дослідниками (Мартінова та Яструбова, 2013b), були виявлені «критичні точки» в приміщеннях: в зимовий період – північна і південна, в літній період – центральна і південна. У перехідні періоди, за комплексом мікрокліматичних параметрів таких «критичних точок» не виявлено.

Хоча дані із найближчих метеостанцій вже тривалий час вважаються прийнятними при оцінці впливу погоди на поведінку, добробут та продуктивність корів (Bohmanova et al., 2007), погодні умови біля тваринницьких приміщень можуть значно залежати від теплоізоляційних матеріалів, що суттєво впливають на їх енергоефективність та екологічні показники (Schüller et al., 2013; Valančius et al., 2018). Відомо, що будівля може «згладити» амплітуду добових температур увечері, вночі та вранці, тому датчик біля приміщення реєструє температуру повітря вищу від реальної на 5-10 ° C (залежно від хмарності); – тобто температуру, яка лише 60% залежить від погоди та 40% від теплового випромінювання будівлі.

Місцевість, швидкість вітру та розташування ферм над рівнем моря також можуть суттєво впливати на мікроклімат приміщень та виробництво молока (Yi et al., 2018; Broucek et al., 2019). За допомогою експериментів у великому вітровому (аеродинамічному) тунелі пограничного шару було доведено (Yi et al., 2018) істотний вплив розміру бокових отворів штор та

швидкості зовнішнього повітря на розподілення повітряних мас у природно вентильованій будівлі, що необхідно враховувати при прогнозуванні швидкості потоку повітря в приміщенні.

Так само як і окремі параметри мікроклімату приміщень знаходяться у тісному зв'язку між собою. Зокрема, вміст шкідливих газів залежав від типу будівлі, систем вентиляції та щільності розміщення худоби, – виявлена достовірна кореляція між їх концентрацією (NH_3 та CO_2) та температурою повітря в приміщенні (Jovović et al., 2019). Мета-аналіз широкого спектру даних щодо впливу різних чинників на викиди NH_3 та CH_4 (Poteko et al., 2019), свідчить про істотну залежність їх рівня від системи утримання, типу підлоги та температури повітря, розміру стада, породи, продуктивності тварин, типів приміщень та вентиляції, а також стратегії годівлі та управління.

Наприклад, на викид аміаку з підлоги тваринницьких приміщень сильно впливала температура повітря і гною, а також швидкість повітря та інтенсивність турбулентності над поверхню, що виділяє аміак (Bjerg et al., 2013; Rong et al., 2014; Saha et al., 2014; Schrade et al., 2012). Крім того, виявлено тісний зв'язок між відносною вологістю повітря в корівнику і викидами аміаку (Saha et al., 2014). Низькі значення відносної вологості повітря навколо гною прискорювали випаровування аміаку, а більш високі – сповільнювали. Вологість також змінювала рівень рН гною, що істотно впливало на швидкість виділення аміаку (Bjerg et al., 2013). Щодо парникових газів, їх емісія може відбуватися як із гною, так і з шлунково-кишкового тракту. У разі молочного тваринництва, викиди парникових газів (особливо метану) хоча й пов'язують, в основному, з метаболізмом рубця у корів (Monteny et al., 2006), вони залежали від середньої температури повітря і відносної вологості в приміщенні (Saha et al., 2014). Найнижчі емісії метану були зареєстровані, коли корови знаходилися в термонеutralній зоні (Nempel et al., 2016), що також залежало від ТНІ в приміщенні.

Утеплення стелі соломною під азбестовим дахом та використання піску у якості підстилки в боксах створило сприятливе середовище для корів. Поліпшення мікроклімату в приміщенні і зниження теплового навантаження сприяло підтримці нормальних фізіологічних показників корів і зростанню добових надоїв (Sahu et al., 2018). Дійшли висновку (Andreasen and Forkman, 2012), що пісок позитивно впливає на надої молока порівняно з іншими стійловими поверхнями. У датській голштинських корів, що утримувались на матрацах у вільних боксах, також був значно менший вихід молока порівняно з коровами, що утримувались на піску. Цю інформацію підтверджують інші вчені (Calamari et al., 2009), досліджуючи вплив різного підстилкового матеріалу в зоні відпочинку тварин (солому, гумовий килим, матрац та пісок) в експериментальному корівнику для безприв'язного утримання.

Мікрокліматичні параметри розподілені не рівномірно, так як ні джерела тепла та вологи, ні швидкість повітря не є однорідними по всьому приміщенні. Причиною цього можуть бути особливості формування та переміщення повітряних мас. Стверджують (Федоренко та ін., 2010), що в широкогабаритних будівлях з трьох можливих режимів природної конвекції реалізується режим стохастичної (турбулентної) конвекції, який характеризується безладними газовими потоками з інтенсивним їх перемішуванням.

Традиційний метод оцінки швидкості вентиляції для неізольованих корівників виявився не ненадійним (Rajumägi et al., 2008). З усіх параметрів, що впливають на розподілу повітря в приміщенні (температура повітря, відносна вологість і швидкість повітря) саме його температура є найбільш чутливим показником для оцінки роботи вентиляції. Тому альтернативним методом оцінки ефективності вентиляції може бути вивчення просторового розподілу температури в приміщенні, яке є більш інформативним за швидкість вентиляції.

Повідомляють (Сафронов та ін., 2016), в центральній частині приміщення температура була вищою на 2-3 ° С, ніж в торцях корівника. Відносна вологість повітря в цій частині приміщення перевищувала нормативне значення на 7-12 %, тоді як в торцях вона знаходилась в межах норми. Найбільш сприятливою зоною для перебування тварин була зона при вході в приміщення, однак відомостей щодо розміщення будівлі відносно сторін світу і рози вітрів не зазначено, а тому важко зробити висновки, які фактори позитивно вплинули на стан повітряного середовища.

Нормативні параметри мікроклімату повинні дотримуватись у просторі до 1,5 м над рівнем підлоги (на рівні розмірів тварини). Для вимірювання всіх цих параметрів можуть використовуватися аналогові і цифрові датчики з комп'ютерною обробкою отриманих сигналів. Доцільно застосування цифрових датчиків, так як вони мають більш низькі показники енергоспоживання і габаритні розміри (Іллін та Вторин, 2018).

Використовуючи дистанційні датчики (Mylostyvyi et al., 2019 b), закріплені на рівні відпочинку тварин (на висоті 50 см) в центральних і крайніх боксах секцій, ми виявили нерівномірність розподілення параметрів повітряного середовища в неізольованих приміщеннях. Добову динаміку температури і вологості реєстрували через кожні 5–20 хв. одночасно як в приміщеннях, так і зовні (в затінку). Зокрема, за зовнішніх температур від +16,6 до +37,2 °С у корпусі каркасного типу з покрівлею із сендвіч-панелей, середні температури впродовж доби відрізнялися лише на 0,2–4,0 °С; відносна вологість повітря – на 0,7–6,8 % (за різницею ТНІ в 1,5 од.). Різниця між окремими його частинами становила 1,1–3,6 °С і 6,8–11,8 %, за максимальних відмінностей за ТНІ в 1,6–5,1 од. Відтак, впродовж доби тварини, які знаходилися в центральній та південно-східній частинах приміщення, могли відчувати дискомфорт впродовж 18 год., в північно-західній – 22 год. Тоді як значення ТНІ, що відповідали стресовому стану тварин зовні приміщення (в затінку), тривали лише 16 годин.

Наші дослідження (Mylostyvyi, 2019) в корпусі ангарного типу, проведені в інтервалі зовнішніх температур від $+19,2$ °C до $+36,9$ °C (що відповідає значенням ТНІ від 64,9 до 79,7 од.), підтвердили попередні результати. Величини ТНІ в приміщенні варіювали від 64,1 до 81,0 од. (за різниці між середніми значеннями всередині та зовні в 0,1–2,7 од.). У цьому випадку відмінності в показнику ТНІ між окремими частинами приміщення сягала 2,5–4,4 одиниць, перевищуючи комфортні значення (ТНІ < 68) навіть в ранкові та вечірні години. В цілому показник температурно-вологісного індексу вищий за комфортний реєстрували впродовж 18 год на добу, що пов'язано з великою ймовірністю виникнення теплового стресу в корів.

Тож, отримані дані вказують на необхідність додаткового застосування активного вентиляювання не тільки в спекотний період (як ми вважали раніше), а й інші години доби, залежно від зони приміщення. Важливість цього заходу підтверджують вчені (Patbandha et al., 2018), які повідомляють, що ефект теплового стресу може бути пом'якшений, якщо температура в приміщенні впаде нижче $+21$ °C, принаймні протягом 3–6 год нічного часу, оскільки тварини зможуть повністю розсіяти своє теплове навантаження.

Слід зауважити, що природна вентиляція через відкриті брезентові штори, як і робота осьових горизонтальних вентиляторів у досліджуваних приміщеннях, виявилися недостатніми для створення комфортних умов у спекотний період. Ми з'ясували (Mylostyvyi, 2019), що рухливість повітря в зоні відпочинку тварин за додаткового активного вентиляювання максимально зростала до 0,9 м/с (тобто була вищою лише на 0,3 м/с, ніж за рахунок опущених штор і відкритих воріт). Водночас, швидкість руху повітря в зоні гнойових проходів (зі сторони кормового столу) за додаткової примусової вентиляції зростала в середньому до 1,4–1,9 м/с (збільшувалась на 0,8–1,1 м/с, порівняно з природною). Це вкотре підтверджує дані інших дослідників (Collier et al., 2006; Schüller et al., 2016; Wang et al., 2018a) про те, що зона відпочинку тварин (стійло чи бокс) є тим місцем, де молочні корови відчувають найбільше теплове навантаження.

2.3. Моніторинг, прогнозування та шляхи оптимізації мікроклімату за екстремальних погодних умов

Донині немає доступних рекомендацій щодо кількості і розташування вимірювальних пристроїв або частоти вимірювань мікрокліматичних умов у неізолюваних приміщеннях (Nempel et al., 2018). Дослідники (Вторий та ін., 2018) вимірювали температуру і вологість повітря в режимі реального часу за допомогою електронних датчиків, які знаходились безпосередньо над стійлами тварин на висоті 2,5 м. Розміщення реєстраторів над підлогою на такій відстані було вмотивовано їх недосяжністю для тварин і обслуговуючого персоналу (вони не повинні були заважати виконанню технологічних процесів на операцій).

Хоча деякі вчені (Nempel et al., 2018) рекомендують вимірювати мікроклімат в полегшеному приміщенні на висоті близько 3-3,5 м від підлоги, зрозуміло (Mylostyvyi, 2019), ці контрольні точки не будуть інформативними. Це може бути пов'язано не тільки з конструкцією будівлі (Sahu et al., 2018), а й з численними факторами, що впливають на мікроклімат в зоні перебування тварин; наприклад, скупченість, стан підстилки і кількість залишкового гною в приміщенні (Fregonesi et al., 2007; Morabito et al. 2017; Poteko et al., 2018), а також положення тіла самих тварин, яке суттєво може впливати на розподіл повітряного потоку (Bustos-Vanegas et al., 2019).

Це підтверджує, що розміщення найбільш показових положень датчиків повинні проводитися для кожного приміщення індивідуально, щоб зменшити помилку в оцінці благополуччя тварин з точки зору ТНІ (Nempel et al., 2018). Такі контрольні точки (Banhazi, 2013) повинні забезпечувати точну і репрезентативну оцінку всієї будівлі або конкретних проблемних зон (відпочинку корів, як у наших дослідженнях).

Не менш важливим є те, що через неоднорідний розподіл джерел тепла і вологості (пов'язаний з роботою обладнання і турбулентністю повітряного потоку), точність вимірювання мікроклімату в будівлях значно відрізняється

(Nempel et al., 2018). Зокрема, похибки в даних температури (до $\pm 2^\circ \text{C}$) та вологості повітря (до $\pm 20\%$) були пов'язані з точністю приладів і просторовим розміщенням датчиків. Тож цілком розумно, що одного датчика температури й вологості всередині будівлі недостатньо для оцінки ризику теплового стресу. У цьому сенсі температурно-вологісний індекс в приміщенні буде сумнівною мірою ризику теплового стресу (Nempel et al., 2018).

Покращити мікроклімат можна за рахунок впровадження технічних рішень у проблемні періоди року. Повідомляють (Тимошенко та ін., 2015), що великі горизонтальні стельові вентилятори здатні забезпечити будівлі ферм свіжим повітрям. Ці вентилятори діаметром від 4 до 7 м забезпечують циркуляцію повітря і замінюють приблизно 10 циркуляційних вентиляторів. Потік повітря, що направляєється вертикально вниз збирається на підлозі і відхиляється в усі сторони. Горизонтальний вітер, що утворюється при цьому, приносить тваринам прохолоду зі швидкістю повітря до 2,5 м/с. Завдяки додатковій роботі великих горизонтальних стельових і циркуляційних вентиляторів в неізольованих приміщеннях створюються більш комфортні умови для відпочинку тварин, що дозволяє уникнути конфліктних ситуацій та боротьби між тваринами за певне місце навіть в пристінкових і здвоєних боксах.

Покращувала мікроклімат корівника установка світлоаератора «SolarWay» (Лошкар'єв та ін., 2018). Він складається із світлової і вентиляційної шахти по типу коаксіальної труби (труба в трубі), таким чином, забезпечуючи рівномірне надходження свіжого повітря та освітленість приміщення на рівні не нижче 170 люкс. При цьому відбувається економія електроенергії за рахунок природного освітлення і відсутності електричних вентиляторів, на відміну від традиційного рішення (світловий коньок). Світлоаератор здатен створити хорошу вентиляцію навіть в перехідний період року, коли температура на вулиці і в корівнику однакова, а значить відсутня тяга та повітрообмін. Економічні розрахунки показують, що

впровадження такої системи дозволить зменшити витрати на вентиляцію до 5 %.

Результати досліджень (Yao et al., 2019) показали, що дифузор з кутом нахилу в 10° працює краще, ніж з кутом підйому 0° , досягаючи збільшення довжини потоку струменя (на 0,5 м) та підвищення енергоефективності (на 1,39 %) за рахунок більшої осьової швидкості вітру та кращих коефіцієнтів нерівномірності розподілення потоку на рівні розміщення молочної худоби.

Поєднання активного вентилявання та дрібнокрапельного зрошення (на відміну від лише примусового вентилявання) в умовах високих температур Словаччини (Broucek et al., 2019) підвищувало надій корів на 1122 кг, вихід жиру та білка – на 34 та 32 кг ($P < 0,001$). Таким чином, випарне охолодження, пов'язане зі збільшенням швидкості повітря, може бути відповідним захистом тварин від високих температур.

Проблема полягає у тому, що температура повітря в неізольованих приміщеннях розподіляється нерівномірно як по усій площі, так і висоті будівель: в одній зоні вона може відповідати нормативам, в іншій – ні. Зазвичай, за допомогою штучного спонукання повітря (вентилятори, теплообмінники, кондиціонування, система повітропроводів, багатофункціональні автоматичні пристрої і т.п.) можна досягти необхідних параметрів повітряного середовища, але виникає закономірне питання щодо економічної ефективності таких вентиляційних систем – адже саме на вентиляцію (на яку припадає до 70% сумарної енергії), є найбільш електроємним процесом у виробництві.

Водночас (Зайцева, 2016), сучасні тенденції розвитку мікрокліматичних установок в тваринницьких приміщеннях спрямовані саме на зниження енерговитрат, матеріаломісткості та ефективного використання опалювально-вентиляційних систем. Зокрема (Іллін та Вторий, 2017), основними вимогами до систем моніторингу мікроклімату є масштабованість, легкість в експлуатації, обслуговуванні та ремонті, можливість використання бездротових ліній зв'язку для безперервної

реєстрації параметрів та вітчизняної елементної бази. Заслужують на увагу автоматично керовані процеси щодо підтримання мікроклімату в залежності від часу доби і дня тижня, переривисте опалення (охолодження) і вентиляція приміщень, алгоритмом роботи яких служать численні одночасні дослідження параметрів повітряного середовища в приміщеннях та зовні.

Такі автоматизовані системи управління мікрокліматом здебільшого складаються із системи моніторингу параметрів (призначена для збору, реєстрації, контролю і аналізу стану основних параметрів мікроклімату в режимі реального часу), системи управління виконавчими механізмами (приводить чи не приводить в дію вентилятори, обігрівачі, заслінки, зрошувачі і т.п.) і програмного забезпечення (здійснює управління системою шляхом реалізації математичних моделей розроблених на основі аналітичних закономірностей та результатах експериментальних досліджень характерних для конкретного об'єкта автоматизації).

При цьому прогнозування стану мікроклімату в тваринницьких приміщень можливе з використанням різних моделей. Це (Karpenko and Petrova, 2016; Matsoukis & Chronopoulos, 2017), як правило, багатопараметричні задачі з нечіткими перемінними. Тому в останній час з'являється все більше так званих моделей «чорного ящика», в основі яких лежать методи інтелектуальних розрахунків (нечітка логіка, генетичні алгоритми, нейронні мережі і т.д.).

Основою їх програмного забезпечення (Kuvshinov and Mansurov, 2011) є алгоритм функціонування автоматизованої системи забезпечення мікроклімату. Цей алгоритм може бути в двох основних варіантах. Перший – при відповідних погодних умовах вибирається із бази даних попередньо розрахований варіант управління системою забезпечення мікроклімату. Другий варіант – система сама прораховує комбінації прийняття рішень і обирає необхідне рішення, в залежності від існуючих і прогнозованих погодних умовах. Відповідно вимагається багатоваріантна або адаптивна система алгоритмів.

Статистична регресія є загальноприйнятим методом розробки математичної моделі, а точність прогнозування сильно залежить від кількості тестів (Bezerra et al., 2008). Виконання великої кількості тестів з використанням лабораторних або польових експериментів є дорогим та трудомістким (Wang et al., 2018c). Маючи велике теоретичне значення для подальшої побудови математичних моделей та прикладне щодо ефективного використання вентиляційного устаткування, такі дослідження потребують значного часу й зусиль і є особливо цінними в умовах конкретного об'єкту, зважаючи на можливість подальшого впровадження їх результатів у виробництво (Mylostyvyi et al., 2019).

Застосовуючи статистичні методи обробки даних (Вторий та ін., 2018) побудовані регресійні моделі розрахунку температури і відносної вологості повітря в середині корівника залежно від параметрів зовнішнього середовища. Високі коефіцієнти детермінації моделей ($R^2=89,8-94,9$) свідчать про тісний взаємозв'язок між параметрами та можливість їх передбачення.

Обмежена в літературі інформація щодо тривалих багаторазових вимірювань мікроклімату в неізольованих приміщеннях, і особливо, даних про безпосередні вимірювання в зоні відпочинку тварин (за допомогою відповідних пристроїв) ускладнює розробку універсальних методів моніторингу та прогнозування мікроклімату (Nempel et al., 2018). Труднощі також пов'язані з підходами до процесів статистичного моделювання, які потребують великої кількості тестів (Wang et al., 2018c). Зокрема повідомлялося (Wisnieski et al., 2019a), що результати моделей, як правило, переоцінювали реальні результати у випадках з малою кількістю вибірок та знижували результат за великої кількості спостережень.

Обмеження моделювання полягало ще й в тому, що більшість дослідників використовували пояснювальне, замість прогнозного моделювання (Wisnieski et al., 2019a). Обмеженням таких досліджень є те, що ці моделі не підтверджені у виробничих умовах (Wisnieski et al., 2019b).

Хоча, коефіцієнт детермінації й вважається хорошим критерієм оцінки ефективності статистичних моделей (Matsoukis & Chronopoulos, 2017; Maniatis et al., 2017), проте, звіти про точність таких моделей в експериментальних умовах важко знайти.

Таким чином, важливо не тільки оцінювати стан повітряного середовища в тваринницьких приміщеннях, але і використовувати ці дані для прогнозування його впливу на продуктивність і добробут тварин (Тимошенко та ін., 2015). Дослідники не обмежуються лише моніторингом мікроклімату, хоча й тут лишається чимало прогалин (Hempel et al., 2018; Wang et al., 2018c), важливо прогнозувати його при розробці «інтелектуальних» систем вентиляції, заснованих на математичному моделюванні (Maniatis et al., 2019), а цьому повинні передувати рутинні дослідження особливостей формування мікроклімату в сучасних неізольованих приміщеннях, засновані на багаторазових вимірюваннях внутрішніх і зовнішніх параметрів повітряного середовища в зоні розташування будівель.

3. Матеріал, умови і методики виконання роботи

3.1. Матеріал, мета та методика досліджень

Матеріалом для дипломної роботи були первинні дані досліджень із моніторингу та прогнозування стану мікроклімату в сучасних енергоощадних приміщеннях в умовах промислових комплексів з виробництва молока (МВК «Єкатеринославський» та ПрАТ «Агро-союз») та результати власних досліджень, виконані в рамках науково-дослідної роботи кафедри технології переробки продукції тваринництва ДДАЕУ за темами «Вплив технологічних факторів на підвищення якості тваринницької продукції» (номер державної реєстрації 0114U005590) та «Забезпечення сталого розвитку тваринництва і природної резистентності за впливу екологічних і технологічних факторів» (номер державної реєстрації 0120U103848) Мета роботи полягала у з'ясуванні особливостей оцінки та прогнозування стану комфорту корів у сучасних енергоощадних приміщеннях. Завдання роботи передбачало: 1) опрацювати зарубіжні та вітчизняні літературні джерела за напрямом досліджень; 2) дослідити технологію виробництва молока в умовах високотехнологічного молочно-виробничого комплексу; 3) аналіз даних багаторазових попарних вимірювань температури повітря та відносної вологості в неізольованих приміщеннях впродовж року; 4) оцінку запропонованих математичних моделей для визначення комфорту корів; 5) визначення ефективності заходів щодо нормалізації стану повітряного середовища в неізольованих приміщеннях в спекотний період; 6) формулювання висновків та надання пропозиції виробництву.

Дослідження включало два етапи. Спочатку було зроблено аналіз результатів багаторазових вимірювань температури та відносної вологості в неізольованих приміщеннях (НП) різних типів в умовах молочного комплексу з безприв'язного утримання дійних корів. Ці дані були використані для побудови моделей лінійної регресії (ЛР) для прогнозу показника температурно-вологісний індекс (ТНІ) з метою оцінки комфорту

корів. Наступним етапом роботи було дослідження мікроклімату та перевірка точності прогнозів (побудованих математичних моделей ЛР) в неізольованих приміщеннях подібної конструкції.

Конструкція приміщень і реєстрація параметрів мікроклімату при отриманні вихідних даних для математичного моделювання

Дані багаторазових періодичних вимірювань температури і відносної вологості, які необхідні для побудови моделей ЛР, були отримані в корпусі каркасного типу (ККТ) із металевих конструкцій та корпусі ангарного типу (КАТ) з тентовим покриттям з січня по червень 2018 року (за результатами аналізу первинних даних кафедри ТППТ). Розміри корпусу каркасного типу в осях були 252 м × 34,5 м, внутрішня висота – 9,25 м. Загальний об'єм будівлі становив 35294 м³, в розрахунку на одну тварину – приблизно 35,3 м³. Площа приміщення складала 8,7 м² на корову. Внутрішнє облаштування передбачало 1144 бокси для відпочинку тварин площею 2,5 м² (1,1 м × 2,25 м), розміщених у шість рядів. У кожній секції знаходилося по 4 групі автонапувалки. Дельтоподібні скрепери регулярно збирали і видаляли гній з бетонної підлоги. Корпус ангарного типу на 600 голів мав полотняне тентове покриття, розміри в осях – 230 м × 32 м, внутрішню висоту у фронтоні 9,2 м та 3,6 м – у карнизі. Приміщення містить 768 боксів для відпочинку, розміщених в чотири ряди. Їх розмір 2,24 м² (1,0 м × 2,24 м) на корову. Обидва корпуси мали кормові столи, у якості підстилки в боксах для відпочинку використовувався пісок. Поздовжні осі приміщень орієнтовані з півночі на південь відносно сторін світу.

Температуру та вологість вимірювали термогігрометром (Benetech GM 1360, Shenzhen Jumaoyuan Science and Technology Co., Ltd, Shenzhen, China) одночасно за межами та всередині приміщень за загальноприйнятими правилами (Antonenko et al., 2018) періодично впродовж досліджень з 8:00 до 14:00 год у 3 точках по діагоналі корпусу (центральна та бічна частини секцій), а також вертикально на рівні 0,5; 1,2 та 1,6 м від підлоги.

Умови та методи оцінки мікроклімату за перевірки математичних моделей

Точність прогнозу стану мікроклімату в спекотний період була перевірена в корпусі ангарного типу та в корпусі каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей (КСП) МВК «Катеринославський» (48°34'03.1 "N, 34° 54'47.0" E) м. Дніпро. Під час досліджень в корпусі ангарного типу знаходилося 548 корови голштинської породи середньої лактації (з 91 до 210 доби). Їх кількість у секціях (розрахованих на 150 корів, становила від 127 до 143 голів. Середньодобовий надій цієї технологічної групи був на рівні 24–26 кг.

Корпус на 600 молочних корів розміщений поздовжньою віссю з північного сходу на південний захід відносно сторін світу. Його розміри в осях становили 240,0 м × 32,4 м. Цей корпус мав утеплений дах, чотири окремі секції по 150 боксів для відпочинку (1,2 м × 2,5 м), розташованих в два ряди. Бічні стіни висотою 3,0 м мали залізобетонну основу із кріпленням для полотняних штор. Відкривання та зачинення штор регулювалося автоматично, залежно від температури всередині приміщення. Температуру фіксував реєстратор NORSOL WH-T-42 (Norsol Electronics, St. Hubert, QC, Canada); його температурні датчики знаходилися в приміщенні на висоті 3,5 м від підлоги (над горизонтальними осьовими вентиляторами). Дах був зроблений із сендвіч-панелей. Висота корпусу у фронтоні становила 9 м. На момент дослідження у секціях перебувало від 142 до 148 корів швіцької породи середньої лактації, їх середньодобовий надій становив 25 – 27 кг.

Температуру та відносну вологість у приміщенні та зовні реєстрували одночасно за допомогою термогігрометра Ambient Weather WS-10 (Ambient LLC, Chandler, AZ, USA) протягом 30 годин безперервно, із записом даних кожні 5–20 хвилин. Три дистанційні датчики (F007TH), що входять до складу WS-10, були розміщені на рівні відпочинку тварин (на висоті 50 см від підлоги) безпосередньо між першим та другим боксами у торцях секцій (з

південного сходу та північного заходу) та в центральній частині (між першим та другим боксом для відпочинку). Зовнішній панель термогігрометра WS-10 із вбудованим датчиком розміщувалася поза приміщенням в тіні на висоті 2 м від підлоги. Перед роботою датчики і термогігрометр були налаштовані за допомогою аспіраційного психрометра Ассмана (*Antonenko et al., 2018*) відповідно до ГОСТ 6353-52. Ми розуміємо, що в нашому випадку, перебування тварин біля датчиків могло впливати на їх виміри при безпосередньому контакті (облизування і т.п.), проте завчасне (за декілька діб) кріплення чохла із металевої сітки без датчиків в боксах повинно було попередити «надмірну зацікавленість» корів до розміщеного обладнання.

Швидкість повітря в НП різної конструкції в зоні відпочинку тварин (в боксах) та біля кормового столу визначали термоанемометром Benetech GM 8903 (Shenzhen Jumaoyuan Science and Technology Co., Ltd, Shenzhen, China) в умовах природної та додаткової механічної вентиляції. Конструкція розгінних осьових вентиляторів (які застосовували в періоди спеки) у корпусах підприємств була подібною. Вони були підвішені на висоті 2,5–3,0 м від підлоги у вертикальному положенні на відстані 10–15 м з нахилом під кутом 10°. Усі розгінні вентилятори (діаметром 90 см) розраховані на повітрообмін 318 м³/хв. Їх потужність 0,7 кВт. У КАТ вони розташовувались як над боксами для відпочинку, так і над гнойовими проходами зі сторони кормового столу (у шаховому порядку); в КСП («Катеринославський»), вони розташовувались лише над боксами для відпочинку корів.

Погодні умови

Дані про погоду були отримані з мережі Інтернет на сайті Українського гідрометеорологічного центру Meteo.ua (<https://meteo.ua/>) в архіві погоди. Тут узагальнено дані з метеостанції в м. Павлоград та метеостанції Міжнародного аеропорту «Дніпропетровськ» (Дніпро). Погодні умови безпосередньо поблизу тваринницьких корпусів реєстрували термогігрометром WS-10. Ми порівнювали отримані нами погодні дані зовні

приміщень з метеоданими для того, щоб зрозуміти, чи є різниця між ними, і чи буде доцільним використання метеорологічних даних з найближчих метеостанцій для оцінки впливу погоди на мікроклімат НП і продуктивність корів у подальших наших дослідженнях.

В якості інтегрального показника стану мікроклімату та комфорту тварин використовували температурно-вологісний індекс (ТНІ), який розраховували за формулою Kibler (1964):

$$ТНІ = 1,8 \times T - (1 - RH / 100) \times (T - 14,3) + 32 \quad (1)$$

де ТНІ – температурно-вологісний індекс, Т – температура повітря (°C), RH – відносна вологість (%).

Вимірювання температури тіла корів та поводження з тваринами

Температуру поверхні тіла корів в ділянці середньої третини шиї реєстрували тепловізійним пірометром FLIR TG165 (FLIR Systems, Wilsonville, OR, USA) з випромінюванням 0,98 на відстані близько 1,5 м від тварин, після їх фіксації в хедлоках під час споживання корму після повернення з доїння. При роботі з тваринами, ми дотримувались вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Рада Європи, 1986 р.), а також Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447 від 21.02.2006.

Статистичний аналіз

Регресійний аналіз – це спосіб знайти функціональний зв'язок між залежними змінними (відгук) та незалежними змінними (предиктор). У ЛР функція є лінійним рівнянням і залежна змінна може бути виражена як функція незалежної змінної у вигляді (Bilgili & Sahin, 2010):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

де Y – залежна змінна, $\beta_0 - \beta_n$ – параметри рівняння для лінійного відношення, а X_1 та X_2 – незалежні змінні.

Математичну обробку отриманих даних та побудову моделей ЛР проводили за допомогою програмного пакету для статистичного аналізу STATISTICA 10 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Отримані показники були представлені як середні арифметичні (Mean) та медіана (Me). Різниця між вибірками, визначена U-тестом Манна-Уїтні (U-test), вважалася достовірною при $P < 0,05$.

3.2. Умови досліджень

Історія ТОВ «МПК «Єкатеринославський» (м. Дніпро) почалася з серпня 2012 року, коли було придбано нетелей швіцької породи (1200 голів) та побудовано спочатку дві лінії високотехнологічних приміщень та 1000 голів дійного стада. Це дало можливість сконцентрувати на одному виробничому майданчику більш як дві тисячі голів швіцької породи. Швіцька порода, яка є основною, була завезена з Австрії та України (Сумської області), а також господарство доукомплектувалося українською чорно- та червоно-ряба породами та їх помісями.

Третя лінія молочнотоварного комплексу на 1800 голів була побудована в 2013 році. Це були приміщення створені за канадським проектом із холодним утриманням тварин. Найбільшим досягненням було отримання господарством в 2014 році статусу племінного заводу швіцької породи великої рогатої худоби. У 2015 році збудували і ввели в експлуатацію новий комплекс «Перемога батькова» на 600 голів із середньодобовим надоєм 25 л на корову (вміст жиру 3,8–3,9 % і білка – 3,3 %).

Товариство з обмеженою відповідальністю «Молочно-виробничий комплекс «Єкатеринославський» розташоване в м. Дніпро на відстані 21 км до центру міста. Клімат у регіоні помірно-континентальний, з відносно м'якою зимою та теплим, а інколи і спекотним літом. За багаторічними даними середньорічна температура повітря складає +8,5 °С. Найбільш низькою вона є у січні –5,5 °С, а найвищою – в липні +31,3 °С. За рік в

середньому випадає близько 513 мм атмосферних опадів: найменша їх кількість у травні та жовтні, а найбільше – в червні та липні. Відносна вологість повітря в середньому за рік складає близько 74 %. Найменша вона в серпні (до 61 %), найбільша – в грудні (89 %).

Щодо рози вітрів у зоні розташування господарства, то переважають північні вітри. Найменша їх частка спрямована з південного заходу. Найвищі пориви вітру із максимальною швидкістю спостерігаються в січні-лютому, найбільш слабкі – влітку. Їх швидкість у січні в середньому становить 5,4 м/с, в липні – 3,7 м/с. В цілому природно-кліматичні умови господарства сприятливі для вирощування озимих ячменю, кукурудзи, соняшника, цукрового буряка та кормових культур. На підприємстві діє замкнутий цикл виробництва кормів: від вирощування зернових, олійних, бобових, однорічних, багаторічних і силосних трав на власних землях до виробництва комбікормів. Тут є можливість виробляти якісний повнораціонний збалансований корм для сільськогосподарських тварин, на власному комбікормовому заводі, який побудований на сучасному технологічному німецькому обладнанні фірми «Himel».

Поголів'я великої рогатої худоби в господарстві постійно зростає. Зокрема (табл. 1), з 2016 по 2018 рік воно зросло майже вдвічі. Станом на 01.01.2019 року стадо корів налічувало близько 4830 гол., в тому числі сухостійних – 365 гол., молодняку: до року – 783 голови.

Таблиця 1. Поголів'я великої рогатої худоби в МПК «Єкатеринославський»

Показник	Рік		
	2017	2018	2019
1	2	3	4
Поголів'я великої рогатої худоби, всього	2049	3314	4830
Бики, голів	10	12	17
Телиці 12-18 міс., гол.	320	363	475
Нетелі, голів	150	176	247

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Корови, голів	1116	1264	1992
Сухостійні корови, голів	235	257	365
Телички на відгодівлі, голів	370	425	601
Бички на відгодівлі, голів	180	241	350
Телички до 6- міс., голів	95	134	192
Бички до 6-міс., голів	88	113	164
На дорощуванні 7-12 міс., голів	280	329	427

Основним показником ефективності галузі є рентабельність виробництва (табл. 2). У молочному скотарстві в собівартість отриманої продукції закладені затрати на отримання ремонтного поголів'я, вирощування тварин, витрати на вдосконалення технологій утримання і експлуатації тварин та ін.

Таблиця 2. Економічні показники виробництва молока в МВК «Скаторинославський»

Показник	На 01.01.2019
Кількість реалізованого молока, тис. т	7,70
Повна собівартість 1 ц молока, грн.	610,0
Собівартість реалізованого молока, млн. грн.	46,97
Реалізаційна вартість 1 ц молока, грн.	850,0
Реалізаційна вартість реалізованого молока, млн. грн.	65,45
Прибуток від реалізованого молока, млн. грн.	18,48
Рентабельність виробництва, %	39,34

З наведених у таблиці даних видно, що за 2017 рік підприємством було реалізовано 7,7 тис. т молока загальною вартістю 65,45 млн. грн. Собівартість виробленого і реалізованого молока склала 46,97 млн. грн. Прибуток підприємства за рік становив 18,48 млн. грн. Рентабельність виробництва

молока склала 39,34 %. Тобто, рентабельність виробництва у МВК «Єкатеринославський» є досить високою, чого досягнуто завдяки високій продуктивності тварин та ефективності праці обслуговуючого персоналу.

Таким чином, наявність орендованих земельних площ ТОВ «Молочно-виробничий комплекс «Єкатеринославський» та висока врожайність культур дозволяє господарству забезпечити худобу власними кормами та дозволяє залишатися одним із лідерів регіону у м'ясо-молочному напрямі виробництва.

4. Власні дослідження

4.1. Породний, класний та віковий склад стада

У ТОВ «Молочно-виробничий комплекс «Єкатеринославський» утримують близько п'яти тис. голів великої рогатої худоби, з них швіцької породи – близько трьох тис. голів (62 %); української червоної молочної – близько тисячі голів (24 %) та української чорно-рябої молочної породи – більше п'ятиста голів (14 %), (табл. 3).

Таблиця 3. Породний склад стада великої рогатої худоби

Порода	Кількість голів (%)
Швіцька	3002 (62,2)
Українська червона молочна	1166 (24,1)
Українська чорно-ряба	662 (13,7)
Разом	4830 (100,0)

Швіцька худоба, яка була завезена в господарство із Австрії, має характерну для породи буру масть з більш світлими відтінками шерстного покриву та світлим ременем на спині. Для них властива наявність світлого кільця навколо носового дзеркала і світлої внутрішньої поверхні вушних раковин.

Корови мають достатньо пропорційний розвиток статей тіла та міцний кістяк. Холка середньої ширини, попереk і спина рівні та широкі, лінія верху спини рівна. Груді глибокі, об'ємні. Тулуб досить розтягнутий. Шкіра покрита густим волоссям, тонка, але щільна, еластична, підшкірна клітковина розвинена слабко. На шиї багато дрібних складок. Вим'я об'ємисте, залозисте, дійки середньої величини, широко розставлені. Череву об'ємне, задня третина тулуба розвинена сильніше. Крижі довгі, помірно заповнені мускулатурою, кістяк більш тонкий, кінцівки середні по висоті, правильно поставлені, з міцним копитним рогом. Статевий диморфізм добре виражений. Стадо має виражений молочний тип.

Швіцькі тварини в товаристві з обмеженою відповідальністю «Молочно-виробничий комплекс «Єкатеринославський» є чистопородними, походять від батьків з високою племінною цінністю, характеризуються високими показниками розвитку та продуктивності. За сумою одержаних балів 67 % тварин відповідають класу «Еліта-рекорд», 22 – класу «Еліта» та 11 % – відносяться до I класу.

При формуванні стада використовувалися чистопородні швіцькі бугай-плідники австрійської селекції, які належать до чотирьох ліній: Елеганта, Дістікшна, Стретча та Хіла. Зокрема, бугай-плідник Джугате 527910234 з лінії Елеганта, народився 03.04.1999 р. Його матір'ю була чистопородна швіцька корова Еріка 275061867 з живою масою 800 кг і продуктивними ознаками: 8-305-11259-4,7-526-3,6-407, племінною цінністю за жирномолочністю та білковомолочністю, відповідно Ж+7, Б+6 та селекційним індексом СІ+317. Батьком є чистопородний швіцький бугай Джупітер 185302 з Німеччини де і був оцінений за якістю нащадків по 1953 дочкам з потенціалом: М+937, Ж-0,07/+34, Б-0,20/+20 і селекційним індексом +862.

Бугай Джугате 527910234 оцінений за якістю нащадків по 53 дочкам з потенціалом: 1-305-5988-4,39-263-3,54-212, його селекційний індекс становить СІ+708.

Бугай Еуген 720448311 належить до лінії Дістікшна, народився 26.03.1998 р. Його матір'ю була чистопородна швіцька корова Сісі 344708767 з живою масою 750 кг і продуктивними ознаками: 2-305-10279-4,3-446-3,5-362, племінною цінністю за жирномолочністю та білковомолочністю, відповідно Ж+68, Б+30 та селекційним індексом СІ+1793. Батьком є чистопородний швіцький бугай Р.Б.Е. Еарнест 187451 (Німеччина), який був оцінений за якістю нащадків по 107 дочкам з потенціалом: М+564, Ж-0,11/+14, Б- 0,02/+ 17 і селекційним індексом +374.

Плідник Еуген 720448311 оцінений за якістю нащадків по 60 дочкам з потенціалом: 1-305-6277-4,17-262-3,41-214, його селекційний індекс складає СІ+562.

Бугай Ерландер 722113211 з лінії Дістікшна, народився 10.06.1998 р. Його матір'ю була чистопородна швіцька корова Мона 291658467 з живою масою 760 кг і продуктивними ознаками: 6-9989-4,3-432-3,4-337, племінною цінністю за жирномолочністю та білковомолочністю, відповідно Ж+54, Б+33 та селекційним індексом СІ+1757. Батьком є чистопородний швіцький бугай-плідник Р.Б.Е. Еарнест 187451, він оцінений за якістю нащадків по 107 дочкам з потенціалом: М+564, Ж-0Д1/+14, Б-0,02/+17 і селекційним індексом +374.

Бугай Ерландер 722113211 оцінений за якістю нащадків по 43 дочкам з потенціалом 1-305-6474-4,12-267-3,35-217, його селекційний індекс СІ+554.

Бугай-плідник Барон 560171473 з лінії Елеганта, народився 14.02.1995 р. Його матір'ю була чистопородна швіцька корова Бірке 450971973 з живою масою 720 кг і продуктивними ознаками: 7-9943-4,8-480-3,4-334, племінною цінністю за жирномолочністю та білковомолочністю, відповідно Ж+23, Б+18 і селекційним індексом СІ+893. Батьком є чистопородний швіцький плідник Барай 77466193, він оцінений за якістю нащадків за 17 дочкам з потенціалом: М+280, Ж+0,03/+14, Б+0,00/+10 та селекційним індексом +259.

Для забезпечення відтворення в господарстві молочного напрямку продуктивності питома вага корів у стаді повинна бути не менше 40-50 %. З наведених даних (табл. 4), видно, що питома вага корів стада становить близько 40 %. На телиць старше року припадає більше двадцяти відсотків.

На відгодівлі (лише телички та бички) перебуває близько тисячі голів (20 %) тварин. Стадо, завезене нетелями з Австрії, характеризується високими показниками розвитку та молочної продуктивності, деякі з тварин заходять на сьому лактацію.

Таблиця 4. Структура стада великої рогатої худоби

Показник	Поголів'я (%)
Великої рогатої худоби, всього	4830 (100,0)
Корови	1992 (41,2)
Сухостійні корови	365 (7,6)
Бики	17 (0,4)
Нетелі	247 (5,1)
Телиці 12-18 міс.	475 (9,8)
Молодняк на дорощуванні 7-12 міс	427 (8,8)
Телички на відгодівлі	601 (12,5)
Бички на відгодівлі	350 (7,2)
Телички до 6-міс.	192 (3,9)
Бички до 6-міс.	164 (3,5)

Таким чином, поголів'я великої рогатої худоби, які мають пропорційний розвиток статей тіла та високі продуктивні якості представлене, в основному, чистопородними тваринами швіцької породи. Це відповідає статусу племінного заводу з розведення великої рогатої худоби швіцької породи молочного напрямку продуктивності.

4.2. Продуктивні і відтворювальні характеристики стада

Генетичний потенціал породи підвищується шляхом використання плідників-поліпшувачів. Відносний вплив їх на підвищення продуктивних і племінних якостей корів складає більше 85 %. Тому кращих результатів у створенні високопродуктивних стад досягають саме використанням бугаїв, дочки яких стабільно мають кращу молочну продуктивність. Тому оцінка продуктивних і відтворювальних властивостей корів, що належать до різних ліній, є важливою.

Корови лінії Дістікшна 159523 відрізняються кращими показниками розвитку живої маси та молочної продуктивності у порівнянні з

ровесницями інших ліній. Так (табл. 5), за величиною живої маси, надоєм за 305 днів лактації, вмістом жиру в молоці, кількістю молочного жиру, вмістом та кількістю молочного білка, за коефіцієнтом молочності вони переважають тварин ліній Елеганта 148551 та Стретча 143612, відповідно (%) на 4,5 та 2,5; 10,8 та 8,4; 0,07 та 0,15; 12,7 та 12,5; 0,04 та 0,01; 12,1 та 8,6 %.

Таблиця 5. Продуктивні характеристики корів залежно від лінійної належності

Показник	Лінійна належність		
	Дістікшна	Елеганта	Стретча
Жива маса, кг	560,9	537,6	547,3
Надій за 305 днів, кг	7674,6	6928,9	7080,3
Вміст жиру, %	3,95	3,88	3,80
Вихід жиру, кг	303,5	269,3	269,7
Коефіцієнт молочності	1374,8	1302,9	1301,4
Вміст білка, %	3,65	3,61	3,65
Вихід білка, кг	279,8	249,7	258,9

Підвищення живої маси корів вище певного рівня, властивого кожній породі худоби, не завжди призводить до підвищення молочної продуктивності. При цьому повинен обов'язково зберігатися тип молочної корови, тобто надій повинен перевищувати живу масу в 8-10 разів. Всі тварини господарства характеризуються задовільними показниками живої маси та молочної продуктивності та відповідають молочному типу. Надій корів перевищує живу масу в середньому в 12,9-13,7 рази. Найвищим є цей показник у корів лінії Дістікшна 159523(13,7 рази).

Таким чином, корови лінії Дістікшна 159523 відрізняються кращими показниками живої маси та молочної продуктивності в порівнянні з

тваринами інших ліній. Вони є більш економічними, оскільки ефективніше використовують енергію корму перетворюючи її на продукцію.

Тварини господарства характеризуються добрими показниками продуктивності (табл. 6). Зокрема, швіцькі корови перевищують стандарт породи на більш як на 20 %, характеризуються вищим надоєм (більш як у два рази) у порівнянні зі стандартом породи. Також вони мають вдвічі вищий коефіцієнт молочності, що розрахований за показниками продуктивності і живої маси стандарту породи.

Таблиця 6. Показники продуктивності виробничих груп дійного стада (Г.В. Перекрестова, 2018)

Показник	Середнє значення (М)	Середнє квадратичне відхилення (m)
Добовий надій, кг	27,1	5,215
Масова частка жиру в молоці, %	3,68	0,3508
Масова частка білка в молоці, %	3,32	0,1363
Рівень соматичних клітин (тис/мл)	277,52	28,694
Рівень сечовини, %	17,336	2,537
Спожито сухої речовини корму за добу	19,916	3,162
Конверсія корму	1,384	0,2964
Співвідношення <i>жир:білок</i>	1,10	-

Найвищі показники продуктивності в господарстві (табл. 7) має корова Сеяма, перевищуючі середні показники по стаду за величиною надою на 35 %. Однак вона має дещо нижчий вміст жиру та білка в молоці за високого виходу молочного жиру та білка відповідно на 33 та 38 %.

Таблиця 7. Продуктивні якості рекордисток

Кличка	Надій за 305 днів лактації, кг	Молочний жир		Молочний білок		Інтенсивність молоковіддачі, кг/хв.
		%	кг	%	кг	
Сеяма	10800	3,9	429,8	3,7	397,4	2,15
Бургі	10120	3,9	399,7	3,6	365,3	1,92

Ромі	9850	4,1	403,8	3,6	349,7	2,06
Бенде	9500	4,4	413,3	3,6	344,9	1,95
Хелга	8790	4,2	369,2	3,6	316,4	1,87

Високий рівень розвитку продуктивних якостей корів швіцької породи австрійської селекції (табл. 8) свідчить про те, що їх експлуатація в природно-кліматичних умовах степової зони України є ефективною.

Таблиця 8. Розподіл корів швіцької породи МВК «Єкатеринославський» за величиною надою, кг (Г.В. Перекрестова, 2018)

Градація надою	Кількість корів, голів
5001-6000	6
6001-7000	38
7001-8000	108
8001-9000	161
9001-10000	202
10001-11000	153
11001-12000	53
12001>	28

Дослідження продуктивних якостей корів швіцької породи дозволяє стверджувати, що тварини досить добре адаптувалися до нових кліматичних умов. Первістки роздоюються до високих надоїв. Рівень продуктивності імпортного поголів'я перевищує стандарт породи для України. Значна кількість корів-рекордисток у стаді вказує на резерви подальшого нарощування рівня молочної продуктивності корів.

Для забезпечення відтворення поголів'я і отримання необхідної кількості молодняку для ремонту стада сервіс-період не повинен перевищувати 90 діб. Встановлено (табл. 9), що середня тривалість сервіс-періоду по стаду складає 175 діб, тобто була вища за оптимальну.

Тривалий сервіс-період позначився і на виході телят з розрахунку на 100 корів. Цей показник у стаді за результатами аналізу за минулий рік є досить низьким і складає 61 теля.

Таблиця 9. Відтворювальні характеристики стада

Сервіс-період		Сухостійний період			
середня тривалість, діб	понад 90 діб (%)	Середня тривалість, діб	до 51 доби (%)	51-70 діб (%)	більше 70 діб (%)
142	76	57	77	17	6
Перебіг отелень (%)					
легкий	важкий	мертвонароджені (%)		аборти	збереженість телят
96	4	1,2		2,3	96

Наведені дані (табл. 10) свідчать про відмінності в технологічних особливостях корів залежно від їх породної належності, що потрібно враховувати при проведенні селекційної роботи з високопродуктивним стадом.

Таблиця 10. Технологічні особливості первісток залежно від породної належності (Г.В. Перекрестова, 2018)

Група корів, порода та породні поєднання	Період, діб			
	лактація	сервіс-період	сухостійний	МОП
Швіцька порода	376,4	134,0	42,6	419,0
Українська чорно-ряба молочна	364,6	120,5	40,9	404,5
Українська червоно-ряба молочна	380,9	138,5	42,5	423,5

Необхідно звернути увагу на стан відтворювальної функції маток, встановити причини подовженого сервіс-періоду та вжити заходів спрямованих на його скорочення хоча б до 90 діб, що дозволить підвищити вихід телят на 100 корів і забезпечити стадо необхідною кількістю молодняку для відтворення.

4.3. Умови утримання та годівлі

Комплекс «Єкатеринославський» розрахований на 4,5 тис. корів та 1,8 тис. молодняку. Молочні ферми споруджені за сучасними технологіями, які забезпечують високу ефективність виробництва якісної продукції. Для забезпечення автоматизованої системи управління стадом передбачено використання вушних бирок з електронним чипом, що дозволяє здійснювати в постійному режимі контроль та облік надоїв, визначати фізичний стан та здійснювати, облік продуктивності кожної корови.

Спосіб утримання корів безприв'язно-боксовий. Це найпоширеніший різновид безприв'язного утримання. Вартість будівництва приміщень такого типу дещо більша, але вона компенсується зменшенням витрат праці і одержанням дешевшого молока.

Безприв'язне утримання худоби сприяє скороченню витрат праці та кращому використанню засобів механізації. Корівники для безприв'язного утримання худоби мають вільний вихід тварин на вигульні двори. Корівники поділені перегородками на секції для утримання корів різних груп. Для відпочинку тварин в приміщенні обладнані спеціальні бокси. Розмір їх такий: довжина 170-190 см і ширина 100-120 см. Підлога в боксах на 18-20 см вище, ніж в прохід. У проходах є щілинні підлоги. У корівниках обладнані автоматичні прив'язі для фіксації тварин під час ветеринарних маніпуляцій. На кожній секції корови вільно виходять як на вигульний майданчик, так і в доїльне приміщення. Вигульні майданчики очищають від гною бульдозером через кожні 7-10 діб.

При боксовому утриманні підстилка зазвичай не використовується, для утеплення підлоги в боксах використовують гумові килимки (мати). Обмежувачі боксів роблять з круглих труб. У боксах завжди сухо і тепло, весь гній потрапляє тільки в гнойовий прохід, тому корови відпочивають більш тривалий час в боксах, ніж в стійлах. При цьому скорочується витрата підстилки в 3 рази, тварини більше рухаються, рідше хворіють на мастит.

Господарство є одним із перших в Україні, яке облаштувало корівники «Каліфорнійськими воротами». Вони є альтернативою внутрішнім воротам у корівнику. Каліфорнійські ворота представляють собою товсті труби на підлозі, які під вагою тварини крутяться і тому корови на них не стають, а транспорт може вільно проїжджати.

Проведення індивідуальної і великомасштабної селекційної роботи може забезпечувати доволі високий рівень роботи при обслуговуванні стад спеціалістами технології виробництва і селекції тварин.

Лише оптимальні рівні умов годівлі та утримання дають можливість повністю реалізувати генетичний потенціал тварин. При запланованому річному надої 7000 кг (враховуючи страховий фонд), у розрахунку на корову закладається 66 ц кормових одиниць при вмісті 7,3 ц перетравного протеїну.

У ТОВ «МВК «Єкатеринославський» годівля корів відбувається з кормових столів. Корми роздають багатофункціональним мобільним кормороздавачем. Відповідно до комп'ютерної програми, він самостійно завантажує корми, дозує компоненти згідно із нормами та роздає корми. Роздача кормів відбувається двічі на добу. Господарство є одним із перших в Україні де розпочали застосовувати робота «Лейлі», який автоматично, двічі на добу підгортає корми до кормового столу в корівнику. Підгортання кормів сприяє кращому їх споживанню тваринами та економічному використанню. «Лейлі» запрограмований на автоматичну самостійну роботу, працює від акумуляторної батареї, яку також автоматично заряджає самостійно.

Потреба тварин в поживних речовинах змінюється в залежності від рівня їх продуктивності, фізіологічного стану, періоду лактації, віку, живої маси та інших факторів. На початку лактації у корів часто спостерігається значний дефіцит енергії, для покриття якого організм інтенсивно використовує запаси поживних речовин власного тіла. При цьому за рахунок тканинних запасів може покриватися до половини енергетичних витрат на синтез молока. Однак інтенсивна мобілізація жиру організму в цей період і

дефіцит вуглеводів для сполученої утилізації жирних кислот можуть призвести до порушення обміну речовин і зниження продуктивності тварин. Істотне зниження дефіциту енергії може бути досягнуто введенням в раціон кормів, багатих на енергію, таких як зернові концентрати, трав'яна різка та борошно високої якості і ін.

Дійні корови потребують надходження з кормом каротину, вітамінів В і Е. Забезпечення раціонів вітамінами необхідне для отримання високої продуктивності корів, біологічно повноцінного молока, поліпшення репродуктивної функції, нормалізації обміну речовин.

Таблиця 11. Поживність загально-змішаного раціону годівлі різних технологічних груп корів (дані за кількістю сухої речовини корму – СРК)

Показник	Раціон дійних корів *			Сухостійні корови**	
	1	2	3	А (ранній)	Б (пізній)
СРК, кг	20,78	19,0	17,0	13,0	12,0
Чистий протеїн	16,332	16,424	17,010	12,986	14,167
RDP (розщеплюваний протеїн)	10,9	10,8	10,9	8,61	9,50
RUP (нерозщеплюваний протеїн)	5,34	5,56	6,04	4,86	4,66
Чиста енергія лактації (ЧЕЛ), МДж	6,945	6,64	7,09	6,134	6,02
NDF	30,65	32,98	31,70	45,5	42,7
NDF (d)	16,223	16,348	17,0	20,5	19,2
ADF	17,887	20,8	17,8	28,7	27,4
Крохмаль	22,5	20,5	21,45	13,756	14,0

Примітки: * – 1 – високопродуктивні; 2 – низькопродуктивні; 3 – новотільні тварини; ** – А – ранній сухостій; Б – пізній сухостій.

У другій період лактації корова повинна поповнити запас поживних речовин, використаних раніше на синтез молока. Зменшення

продуктивності в процесі лактації не повинно бути підставою для зниження повноцінності годівлі тварини, оскільки в цей період відбувається зростання плоду, на формування тканин і органів якого використовується значна кількість органічних і мінеральних речовин.

Витрати концентрованих кормів за рік потрібно розраховувати обсягом у 26 ц, так як це забезпечує, при добових надоях 22-23 кг молока, середньорічну поживність добового раціону корів на рівні 17-18 к. од. При цьому потрібно враховувати, що 1 кг сухої речовини добового раціону повинен містити 0,9 кормових одиниці. Для підтримання цього показника окрім сіна в раціон додають коренеплоди, брикети, які містять трав'яну різку, окрім силосу – сінаж. Також, можна застосовувати кукурудзяний силос воскової стиглості. Також потрібно дотримуватися балансування раціону за мікроелементами, вітамінами та протеїном відповідно до деталізованих норм годівлі сільськогосподарських тварин.

Особливу увагу приділяють вирощуванню і годівлі ремонтних теличок. В схемі (табл. 12) передбачено витрати молока, концентрованих, грубих і соковитих кормів, мінеральних добавок на добу по декадах і за 6 місяців. У схемі годівлі і раціонах враховані потреби для забезпечення нормального росту і розвитку молодняку у відповідності з прийнятими планами росту і нормами годівлі.

Норма концентрованих кормів залежить насамперед від якості грубих і соковитих кормів і складає 13-25 % за поживністю.

У господарстві особливу увагу приділяють балансуванню раціонів телиць за вмістом макро-, мікроелементів і вітамінів. В останні два місяці тільності при недостатньо високій якості силосу добову норму зменшують на 50%, замінивши, відповідною за поживністю кількістю сіна і сінажу. При значній кількості силосу в раціоні молодняк, як правило, відчуває брак фосфору, тому обов'язково вводять мінеральну підгодівлю (кісткове борошно, преципітат).

Таблиця 12. Схема годівлі теличок до 6-місячного віку в стійловий період

Вік, міс:	Жива маса в кінці періоду	Добова даванка, кг							Мінеральна	
		молоко		сіно	силос	корене плоди	концентровані		Сіль кухонна	кормовий фосфат
		незбиране	Збира-не				Стартер,	Комбікорм		
1-й	44	150	0	прив	0	привч.	7	0	100	100
2-й	61	130	150	10	0	10	0	24	300	300
3-й	78	0	50	зо	30	0	0	43	300	400
4-й	96	0	0	45	70	45	0	46	450	450
5-й	113	0	0	75	120	45	0	32	450	450
6-й	130	0	0	100	180	30	0	21	600	450
Всього за 6міс		180	200	160	400	160	4	166	2200	2150

Повноцінність раціонів для ремонтних телиць контролюється шляхом визначення концентрації окремих елементів годівлі та їх співвідношенням в раціоні і шляхом постійного контролю за станом тварини (зовнішній вигляд, вгодованість, здоров'я).

Таким чином, технологія годівлі тварин різних вікових груп передбачає нормування раціонів за основними поживними речовинами відповідно до встановлених норм. У господарстві застосовують сучасні засоби роздавання кормів та автонапувалки з підігрівом води. Підгортання кормів за допомогою робота «Лейлі» сприяє кращому його споживанню тваринами.

4.4. Технологія виробництва продукції

Технологія являє собою невід'ємну частину виробничого процесу, який містить окрім праці засоби виробництва (корми, тварини, техніка, обладнання). У безпосередньому технологічному процесі виробництва

беруть участь головні частини виробництва, які об'єднуються технологією що й є основною біологічного перетворення корму тваринами у продукцію тваринництва.

На продуктивні якості корів впливає утримання. У ТОВ «МВК «Єкатеринославський» застосовують потоково-цехову організацію виробництва. Вона дозволяє здійснювати потокову спеціалізацію на основі пристосування технології до особливостей фізіологічного стану тварин в різні періоди їх використання.

На фермі виділяють такі цехи: сухостійних корів, отелення, роздоювання і запліднення, виробництва молока. Кожна група є окремою технологічною ланкою виробництва. Тому при поточно-цеховій системі легше проводити також й ветеринарно-санітарні заходи.

Технологія виробництва молока включає в себе:

- підготовка кормів і збалансована годівля корів та ремонтного молодняку з оптимальним використанням соковитих та грубих кормів; застосування раціонального режиму доїння тварин;
- механізація і автоматизація трудомістких процесів;
- зручні умови утримання тварин, прибирання приміщень та встановлення мікроклімату, який відповідає ветеринарно-санітарним вимогам;
- ведення селекційно-племінної роботи з покращення стада за показниками продуктивності і відповідності тварин до вимог промислової технології;
- чітка організація проведення відтворення стада;
- застосування ефективних форм організації роботи комплексу та оплати праці робітникам;
- дотримання технологічної дисципліни, яка спрямована на якісне та своєчасне виконання всіх процесів виробництва.

Головною умовою успішного розвитку галузі тваринництва залишається міцна кормова база, тому кормова галузь займає в господарстві майже половину посівної площі.

При отриманні високих надоїв молока у господарстві у весняно-літній період тваринам в основному згодують зелені корми, які привозять з полів господарства. Забезпечення тварин зеленим конвеєром навесні, влітку та в осені дає можливість здешевити раціони худоби.

При плануванні високої продуктивності маточного стада важливим моментом є його ремонт. Для цього особливе місце в господарстві посідає вирощування ремонтного молодняка з середньодобовими приростами відповідно стандартів породи з показниками вагового та лінійного росту у віці 16-18 місяців 350-380 кг, висотою в холці 123-125 см та підготовці нетелів до лактації і роздою первісток, тому за 305 днів лактації 110 корів мають рівні надоїв понад 7000 кг молока.

Для контролювання роздою коровам в господарстві передбачено раціон, який забезпечує найвищу молочну продуктивність в перші місяці лактації. Після роздоювання тварини переходять на раціон тварин в групах виробництва молока. Основним технологічним призначенням режиму цієї групи є отримання найвищих показників продуктивності, повільного фізіологічного зниження лактації, нормального протікання тільності та своєчасного запуску корів. Все це досягається завдяки цілеспрямованій годівлі та дотримання правил машинного доїння корів.

У групах нетелів 5-6 місяця тільності працюють досвідчені тваринники. В цих групах тварин утримують в три етапи: в першому етапі нетелі проходять підготовку до отелення і проходить саме отелення; другий етап передбачає проведення роздою та послідуєчого запліднення; в третьому етапі відбувається оцінювання первісток за легкістю отелення та молочною продуктивністю.

Годують нетелів відповідно графіку, закріпленому за дійним стадом. Раціон в перші 3-5 місяців тільності на 1 голову повинен містити 7,5-8,8

кормових одиниць (1 кормова одиниця – 100-110 г перетравного протеїну). Подалі кількість кормових одиниць збільшується до 10-10,5 корм. од.

Зимовий раціон 1 корови з добовим надоем 20-22 кг господарства передбачає використання кукурудзяного силосу (25 кг), сінажу (10 кг), комбікорму (2 кг), соняшnikової макухи (1 кг), пивної дробини (3 кг), сіна з різнотрав'я (1 кг), пшеничної дерті (1 кг). Крім того, влітку до раціону додають зелену масу (30-35 кг), крейду, мінеральні добавки. Корми роздають машиною-міксером, де змішуються сіно, солома, силос, сіль, крейда та засипаються у годівниці, а зверху посипаються суміш макухи, дробини та дерті.

Головне завдання при роздоюванні первісток в тому, що після контрольного доїння, в основному раціоні збільшують на 1,0-1,5 кормових одиниці. Раціон тварин, які знаходяться в групі на роздоюванні, після контрольних надоїв кожної декади повинен уточнюватися. Після того, як провели контрольні доїння для визначення приросту кількості молока, авансова даванка корму припиняється.

При виробництво продуктів тваринництва велике значення має кормова база, якісний склад кормів та структура раціонів. Але лише при нормованій годівлі можливе ефективне використання кормових запасів, забезпечення тварин поживними й біологічно активними речовинами в кількостях і співвідношеннях, необхідних для одержання міцного, життєздатного приплоду, високої продуктивності та доброї якості продукції.

Потреби дійних тварин у поживних речовинах забезпечуються відповідно живої маси тварин, віку, вгодованості, їх фізіологічного стану, рівню продуктивності, вмісту жиру в молоці. Годівля корів у корівниках здійснюється з кормового столу з автоматичними прив'язями-відв'язями.

Технологічний процес виробництва молока передбачає, що корови мають чотири періоди фізіологічного стану, різні за умовами годівлі: сухостійний період (60-65 днів); перший період лактації (перші 100 днів

лактації); другий період лактації (другі 100 днів); третій період лактації (останні 100-105 днів).

Після того, як народилося теля, у корови розпочинається дійний період. В день отелення корова отримує високоякісне сіно (досхочу) та теплу підсолену воду (до 15 літрів). На другу та третю добу корові крім сіна додають бовтанку з концентрованих кормів (1,0-1,5 кг). Поступово у раціон додають інші корми, розраховуючи так, щоб на 1 0-1 5-й день після отелення корова одержувала повну їх норму.

Складаючи раціон годівлі сухостійних корів, враховують норми, які відповідають потребам тварин в поживних речовинах в залежності від живої маси і запланованого надою при середній вгодованості.

Якщо молоді корови мають низьку середню вгодованість, то згідно норм годівлі, раціон збагачують на 1-2 кормові одиниці (11-12 МДж обмінної енергії). При цьому на 1 кормову одиницю приходиться 9-10 г перетравного протеїну, 200-300 г клітковини, 90-110 г цукру, 100-140 г крохмалю, 30-40 г сирого жиру, 9-10 г кальцію, 5-6 г фосфору, 50 мг цинку, 10 мг міді, 0,7 мг кобальту, 45-60 мг каротину, 1-1,2 тис МО вітаміну Д.

Краще за все тільки корів стійлового періоду слід годувати високоякісним злаково-бобовим сіном, сінажем, силосом, коренеплодами, комбікормом, трав'яним борошном (до 1 кг). Якщо є недостатність сіна, його заміняють доброю ячмінною або гороховою соломою. При цьому загальна кількість грубих кормів в раціоні складає 1,5-2 кг на 1 ц живої маси, соковитих – 3-4 кг на 1 ц живої маси, а кількість концентрованих кормів 1,5-2 кг на голову за добу. В структурі раціонів на зимовий період на грубі корми припадає 40-45 %, на соковиті – 35-40 % і концентровані – 15-25 % за поживністю. Влітку більша частина добового основного раціону сухостійних корів займають зелені корми – 40-45 кг, концентровані корми – 1,5-2 кг для однієї голови.

Годівля сухостійних корів здійснюється 3 рази на добу, з вільним доступом до теплої води (8-10° С). Для нетелів передбачений раціон з відповідними нормами поживних речовин.

Після отелення корів роздоюють. Цей комплекс заходів включає організацію повноцінної годівлі тварин з поступовим зростанням кількості кормів і їх авансуванням з розрахунку на 4-6 кг молока понад фактичний надій (2-3 корм. од.), застосування правильного доїння з масажем вимені, раціональне утримання. Додатковими кормами під час авансування можуть бути коренебульбоплоди, але найчастіше концентрати. Роздій починають на 14-15-й день після отелення і закінчують після плідного осіменіння.

Потреба лактуючих корів у поживних речовинах залежить від рівня продуктивності, вмісту жиру в молоці, живої маси, віку і вгодованості тварин. На одну кормову одиницю раціону корів в залежності від надою і періоду лактації у господарстві забезпечують 90-105 г перетравного протеїну, 70-110 г цукру, 135-180 г крохмалю, 32-40 г жиру, 18-24 % клітковини від сухої речовини, 6,5-7,4 г кухонної солі, 6,5-7,4 г кальцію, 4,5-5,3 г фосфору, 9-11 мг міді, 60- 70 мг цинку, 0,7-0,9 мг кобальту, 40-50 мг каротину, 1 тис МО вітаміну Д. Оптимальна норма сухої речовини складає 2,8-3,9 кг на 100 кг живої маси. Починаючи з 10-12 днів після отелення і до 3-4 місяця лактації норми збільшують на 4-6 кормових одиниць. Основні корми у цей період сіно, сінаж, силос, коренеплоди, концентровані корми.

Телятам молозиво випоюють протягом першої години після народження теляти, другий – через 5-6 год. після отелення. У перші дні життя його випоюють теляті від власної матері не менше 4 разів на добу.

Початкова порція молозива при температурі 36-37 ° С складає 0,5-1 кг. Надалі його кількість може досягати 3-5 кг і більше (з розрахунку не менше 40 мл. молозива на 1 кг живої маси теляти). Багаторазове випоювання телятам молозива з соскових поїлок сприятливо впливає на організм, добре розвиває травну систему. На другу-третю добу телятам дають по 1-1,5 л на добу кип'яченої охолодженої до 20-25 °С води. Таку температуру води

необхідно підтримувати перші тижні життя, після 15-20 днів її поступово охолоджують до 16-18 °С.

При відгодівлі тварин на м'ясо, для одержання високих середньодобових приростів молодняку великої рогатої худоби на рівні 1000 і 1200 г в раціони включають: сіно, силос, сінаж, коренеплоди, трав'яне борошно або різку в гранулах і брикетах, мелясу і концентровані корми. Виробничий цикл відгодівлі тварин складається з інтенсивного вирощування та відгодівлі і поділяється на 4 технологічних періоди: молочний, після молочний, інтенсивного росту та заключної відгодівлі.

Молочний період продовжується 60-90 днів. Основні корми: молочні, комбікорми-стартери, сіно, трав'яна різка.

Післямолочний, коли молодняк повністю переводять на годівлю рослинними кормами (сіно, силос, сінаж, концентровані корми). Тривалість цього періоду складає 60-90 днів.

Період інтенсивного росту триває 4-8 міс. В цей період забезпечується повноцінна годівля при раціональному використанні дешевих об'ємистих кормів.

Заключна відгодівля, яка характеризується високими середньодобовими приростами (900-1300 г) при використанні раціонів з великою концентрацією енергії, що зумовлює підвищення вгодованості тварин, забійного виходу м'ясної продуктивності і покращення якості м'яса. Основу раціонів тварин в цей період складають такі корми, як силос, сінаж, залишки технічного виробництва – меляса, макуха, шроти.

4.5. Одержання і реалізація молока

У товаристві з обмеженою «Молочно-виробничий комплекс «Єкатеринославський» запроваджено триразове доїння. Корів доять в автоматизованій доїльній залі «Паралель», яка розрахована на 40 (2x20) місць для доїння. Корови розміщуються під кутом 90° відносно до доїльної

ями, завдяки чому значно скорочується довжина доїльного залу і тим самим зменшуються відстані, які необхідно проходити доярці від одного до іншого доїльного місця. Доїльна зала «Паралель» має високу пропускну спроможність, завдяки широкій зоні входу, швидкому виходу і коротким робочим шляхам доярки.

Устаткування доїльного залу «Паралель» включає стійлову конструкцію, систему швидкого виходу, вакуумну установку, молокоприймач, системи трубопроводів, приймання, промивання, автоматичну систему промивання, і дезінфекції, доїльні місця з доїльними апаратами, приладами для управління доїнням і лічильниками молока та систему управління стадом.

Прилад управління доїльним місцем «МАС де люкс» є універсально вживаним приладом управління для усіх доїльних залів. Застосування найсучаснішої мікроелектроніки і новітніх знань в області створення програм доїння забезпечує оптимальний процес доїння.

Автомат промивання застосовується для автоматичного промивання системи молокопроводу, доїльних апаратів і молоко-несучих вузлів управління.

Прилади обліку молока розташовані над молокопроводом на кромці доїльного коридору. Відхилення виміру кількості молока складають менше 0,1% і допущені для селекційної роботи. Молоко-приймач має місткість 60 л. Поплавцевий вимикач забезпечує залежне від рівня наповнення відкачування молока в танк-охолоджувач.

Автоматизація доїння адаптується до необхідних режимів доїння. Пульсація і контроль потоку молока з комбінованим зніманням доїльних апаратів запобігає холостому доїнню забезпечуючи тим самим збереження здоров'я корів. Ідентифікація тварин і управління стадом за допомогою комп'ютерних технологій дозволяє вести облік кількості молока після кожного доїння.

У ТОВ «Молочно-виробничий комплекс «Єкатеринославський»» використовують охолоджувачі фірми «Альфа Лаваль Агрі». Молоко здають на ПАТ «Комбінат Придніпровський», Павлоградський молокозавод «Фанні». Первозять його в спеціальних автомобільних цистернах, які випускає промисловість. Молоко в них добре зберігається в дорозі.

5. Експериментальна частина

Початкова наша гіпотеза полягала в тому, що багаторазові одночасні дослідження параметрів мікроклімату в сучасних неізолюваних приміщеннях і в зовнішньому середовищі повинні були не тільки надати інформацію про стан повітряного середовища в приміщеннях в різні періоди року (холодний, перехідної і теплий), але і можливість для його прогнозування використовуючи ЛР.

Для інтегральної оцінки стану мікроклімату використовували показник температурно-вологісного індексу (ТНІ), розрахованого шляхом періодичних попарних вимірювань температури і відносної вологості повітря в приміщеннях та зовнішньому середовищі, біля цих будівель (в табл. 13).

Таблиця 13. Параметри повітряного середовища в неізолюваних приміщеннях різної конструкції, Ме (min–max)

Приміщення ангарного типу з тентовим покриттям (n=493)			Приміщення каркасного типу із металоконструкцій без утеплення даху (n=334)		
median	min	max	median	min	max
Температура повітря, °С					
-7,8 / -4,8*	-7,8 / -6,2	-7,8 / -3,5	-7,2 / -3,0*	-7,5 / -4,9	-6,5 / -1,7
3,5 / 4,8*	3,3 / 3,7	4,0 / 5,9	3,8 / 5,5*	3,5 / 4,8	3,8 / 6,8
9,5 / 10,8*	9,5 / 9,5	9,9 / 11,5	10,1 / 11,5*	10,1 / 10,8	10,1 / 11,5
10,8 / 12,2*	10,8 / 10,8	11,5 / 12,9	12,2 / 12,2	11,5 / 11,5	15,6 / 15,6
21,1 / 21,8*	21,1 / 21,8	22,5 / 22,5	23,9 / 23,2*	23,9 / 22,5	23,9 / 23,9
30,7 / 29,4*	30,7 / 28,7	31,2 / 30,1	28,7 / 28,7	28,7 / 28,0	28,7 / 29,4
32,1 / 31,4	30,1 / 30,1	34,2 / 34,2	34,2 / 31,4*	32,1 / 30,7	34,2 / 32,8
Відносна вологість повітря, %					
58,8 / 62,3*	58,8 / 56,8	58,8 / 63,1	75,5 / 68,3*	61,3 / 43,3	75,5 / 75,3
68,2 / 69,2*	66,5 / 68,8	72,7 / 69,5	69,5 / 69,5	69,5 / 69,3	72,7 / 72,5

78,7 / 74,9*	75,9 / 72,9	78,7 / 85,2	75,5 / 74,0*	75,5 / 73,0	76,4 / 83,2
69,7 / 72,2*	69,0 / 68,5	71,5 / 74,4	68,1 / 70,5*	59,3 / 58,8	69,5 / 72,9
55,9 / 57,0*	52,9 / 54,2	55,9 / 60,2	48,0 / 51,5*	48,0 / 48,0	48,0 / 55,4
55,1 / 56,7*	53,3 / 52,8	55,1 / 61,4	58,2 / 58,7	58,2 / 56,7	58,2 / 63,6
40,5 / 44,4*	36,3 / 36,8	43,6 / 50,2	37,6 / 45,1*	36,3 / 38,3	39,2 / 51,0
Температурно-вологісний індекс, Одиниць					
27,1 / 30,5*	27,1 / 28,7	27,1 / 33,4	24,3 / 32,0*	23,8 / 29,7	28,8 / 37,3
41,7 / 43,6*	40,9 / 41,9	42,7 / 45,2	42,0 / 44,4*	41,2 / 43,5	42,0 / 46,5
50,1 / 52,3*	50,1 / 50,2	50,9 / 53,4	51,2 / 53,4*	51,2 / 52,2	51,2 / 53,5
52,2 / 54,5*	52,4 / 52,3	53,6 / 55,6	54,6 / 54,6*	53,6 / 53,5	59,6 / 59,6
67,0 / 68,1*	67,0 / 67,9	68,6 / 69,2	70,0 / 69,4*	70,0 / 68,4	70,0 / 70,2
79,9 / 78,4*	79,9 / 77,4	80,3 / 79,6	77,6 / 77,7*	77,6 / 76,6	77,6 / 79,4
79,2 / 79,0	77,3 / 77,4	81,5 / 81,6	81,1 / 79,6*	78,4 / 77,4	81,1 / 82,0

* $P < 0,05$ – достовірність різниці між показником у приміщенні та в зовнішньому середовищі, які зазначені через дріб.

Представлені дані (табл. 13) вказують на достовірну різницю між параметрами повітряного середовища в приміщенні та зовні в широкому діапазоні зовнішніх температур (від $-7,8$ до $+34,2$ °C) навіть, за незначної відмінності за медіаною їх величин, що свідчить про необхідність їх урахування при оцінці і прогнозуванні клімату в неізолюваних тваринницьких приміщеннях. При цьому що різниця температур повітря зовні і всередині приміщення була найбільшою під час низьких (до $4,2$ °C) і найбільш високих температур (до $2,8$ °C), так само як і показник його відносної вологості (3,9–7,5%).

Основою для побудови математичних моделей є проведення кореляційного аналізу та пошук достовірного зв'язку (r) між ознаками, як у нашому випадку – між параметрами повітряного середовища зовні та всередині приміщень. При цьому високий коефіцієнт детермінації (R^2) свідчатиме про високу ймовірність прогнозу.

Слід зазначити, що різниця внутрішньої і зовнішньої температур виявилася мінімальною в приміщенні ангарного типу, параметри повітряного середовища якого були найбільш близькими зі станом зовнішнього середовища. Зв'язок між температурою і вологістю повітря зовні і всередині приміщення (табл. 14) виявився високим $r = 0,95-0,99$ ($P < 0,001$).

Таблиця 14. Кореляція між станом повітряного середовища зовні і всередині приміщень

Показник	Корпус каркасного типу		Корпус ангарного типу	
	r	R^2	r	R^2
Температура, °C	0,9970	0,9940	0,9972	0,9945
Відносна вологість, %	0,9547	0,9115	0,9799	0,9602
ТНІ, Одиниць	0,9960	0,9919	0,9973	0,9946

Розрахункові дані свідчать про те, що різниця зовнішніх і внутрішніх температур в умовах максимально низької температури зовнішнього середовища (-25 ° C) в залежності від типу корівника складе від $4,5$ до $5,6$ ° C. В умовах спеки ($+46$ ° C) різниця температур складе від $2,4$ до $3,1$ ° C. При температурі $+ 21,0-22,0$ ° C температура всередині і зовні приміщень буде однаковою. Тобто, конструктивні особливості приміщень каркасного і ангарного типу сприяють збереженню температури повітря в корівнику при опусканні зовнішніх температур нижче $+21,0$ ° C і, навпаки, при їх зростанні понад $22,0$ ° C, покрівля корівників виступає в якості тіньового захисту тварин від прямих сонячних променів і сприяє збереженню прохолоди.

Відносна вологість всередині приміщень в більшій мірі, ніж температура, буде залежати від конструктивних особливостей приміщень. Розраховано, що відмінність за цим показником між навколишнім середовищем і ККТ складе від $6,0$ до $11,2\%$, а КАТ – від $1,6$ до $4,8\%$. У міру зростання відносної вологості навколишнього середовища до $66,0-78,0\%$, цей показник в приміщеннях буде вище, ніж зовні. Далі, аж до максимального

(100%) насичення зовнішнього повітря водяною парою, відносна вологість в приміщенні буде залишатися нижче зовнішніх показників.

Для оцінки стану повітряного середовища у НП різного типу в виробничих умовах ми отримали моделі ЛР (1, 2), що дозволяють визначити ТНІ в корпусах залежно від зовнішньої температури, використовуючи отримані дані (див. табл. 13).

$$ТНІ_1 = 46,00549 + 1,04460 * T_{зовні} \quad (1)$$

$$ТНІ_2 = 47,05419 + 0,99649 * T_{зовні} \quad (2)$$

де $ТНІ_1$ – температурно-вологісний індекс в приміщенні ангарного типу; $ТНІ_2$ – температурно-вологісний індекс в приміщенні каркасного типу; $T_{зовні}$ – температура повітря навколишнього середовища, °С

Відповідні діаграми розсіювання цих моделей ЛР (1, 2) наведені нижче (рис. 1).

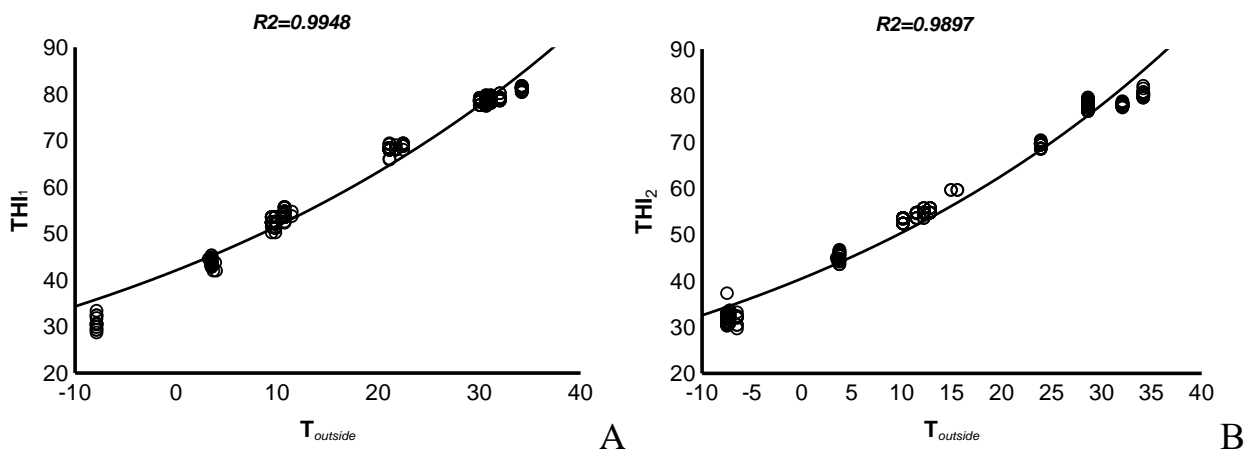


Рис. 1. Залежність температурно-вологісного індексу (ТНІ) у корпусі ангарного типу (А, ТНІ₁) та в корпусі каркасного типу (В, ТНІ₂) від значення температури поза будівлями (ТНІ_{outside})

Зважаючи на тісну кореляцію між зовнішньою температурою та ТНІ в приміщеннях ангарного ($r=0,997$) та каркасного ($r=0,995$) типів, а також відповідні високі коефіцієнти детермінації ($R^2=0,98$ та $R^2=0,99$) цих регресійних моделей, ми отримали розрахункові значення ТНІ (рис. 2), які

демонструють відмінності у формуванні мікроклімату в НП, враховуючи їх конструктивні особливості.

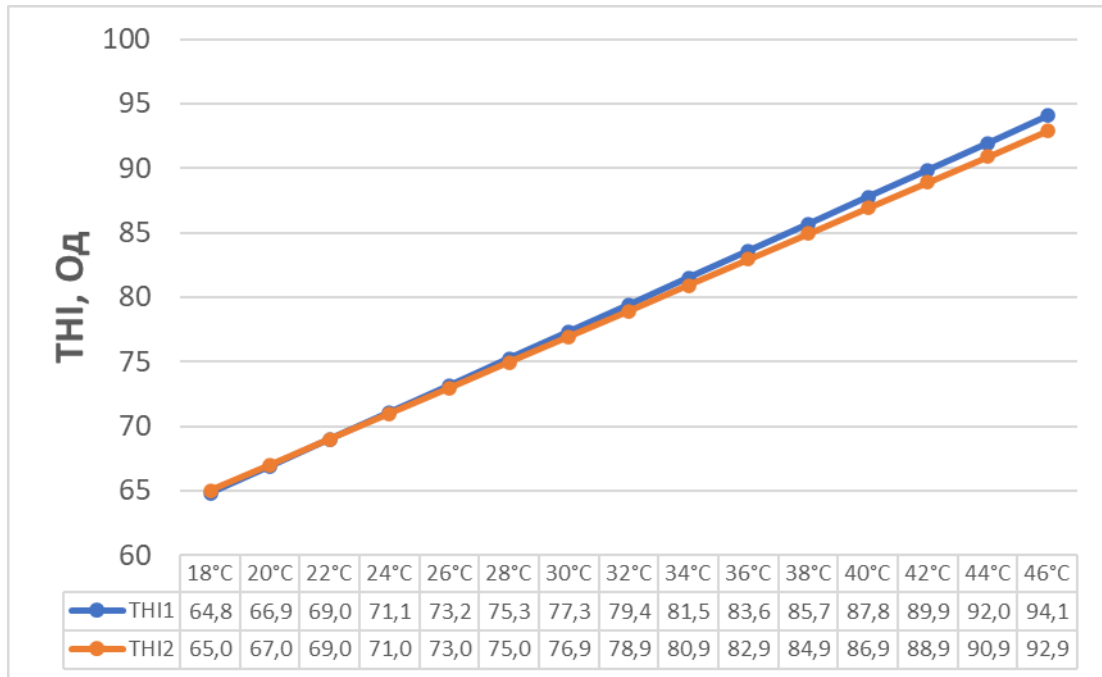


Рис. 2. Розрахункові показники температурно-вологісного індексу в неізольованих приміщеннях різних типів залежно від зовнішніх температур

Ці розрахунки ТНІ (рис. 2) для приміщень проведені саме за високих температур зовнішнього середовища ($>20^{\circ}\text{C}$), що може бути пов'язано із розвитком у тварин теплового стресу, оскільки для характеристики важкості його прояву здебільшого й використовують цей індекс. Отримані дані вказують на незначну різницю в показниках температурно-вологісного індексу в НП різного типу (в 0,1–1,1 од.). Однак різниця між ТВІ зовні і всередині корівників полегшеної конструкції в 2–3 одиниці, повинна передбачати прийняття відповідних технічних рішень для створення комфортних умов для молочної худоби.

Встановлено, що зв'язок між температурою повітря і його відносною вологістю як в зовнішньому середовищі ($r = -0,81$), так і у приміщеннях полегшеної конструкції (каркасного – $r = -0,78$ і ангарного типу – $r = -0,82$), був сильним негативним ($P < 0,001$). Ми вважаємо, що використання показника, що враховує взаємозв'язок цих, спільно діючих на терморегуляцію тварин параметрів (Т і В), є найбільш прийнятним, виходячи

з високого позитивного кореляційного зв'язку між величиною ТНІ зовні і всередині приміщення ($r = 0,99$; $P < 0,001$).

Тому, для побудови регресійних моделей розрахунку температурно-вологісного індексу в приміщеннях каркасного і ангарного типу нами були взяті саме значення ТНІ у зовнішньому середовищі, на відміну від наведених вище рівнянь (1, 2), які враховують лише величину зовнішніх температур (що зручно у виробничих умовах). Отримані моделі для температурно-вологісного індексу в корпусі ангарного (3) та каркасного (4) типу будуть мати такий вигляд:

$$ТНІ_3 = 6,3763 + 0,90851 * ТНІ_{зовні} \quad (3)$$

$$ТНІ_4 = 8,3418 + 0,88101 * ТНІ_{зовні} \quad (4)$$

де $ТНІ_3$ – температурно-вологісний індекс в корпусі ангарного типу;
 $ТНІ_4$ – температурно-вологісний індекс в приміщенні каркасного типу;
 $ТНІ_{зовні}$ – показник температурно-вологісного індексу в зовнішньому середовищі (розрахований за Kibler, 1964).

Відповідні діаграми розсіювання цих моделей ЛР (3, 4) наведені нижче (рис. 3).

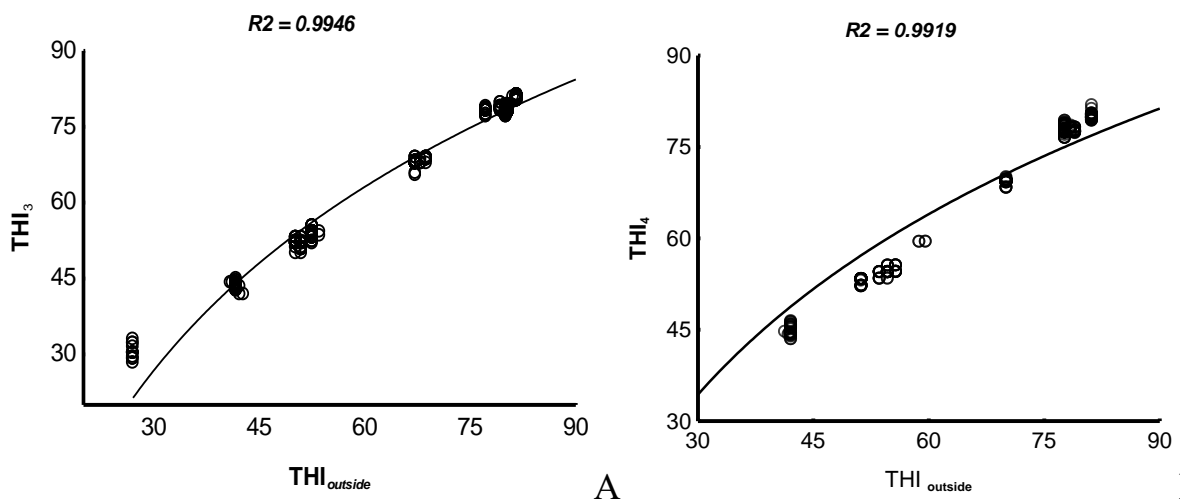


Рис. 3. Залежність температурно-вологісного індексу (ТНІ) у корпусі ангарного типу (А, ТНІ₃) та в корпусі каркасного типу (В, ТНІ₄) від значення ТНІ поза будівлями (ТНІ_{outside})

Розрахунки ТНІ у приміщеннях за різних значень цього індексу в зовнішньому середовищі свідчать про те (рис. 4), що максимальна різниця між його значеннями може становити до 3,6 од., тоді як відмінності у показнику ТНІ між приміщеннями різного типу можуть складати до 1,0 од.

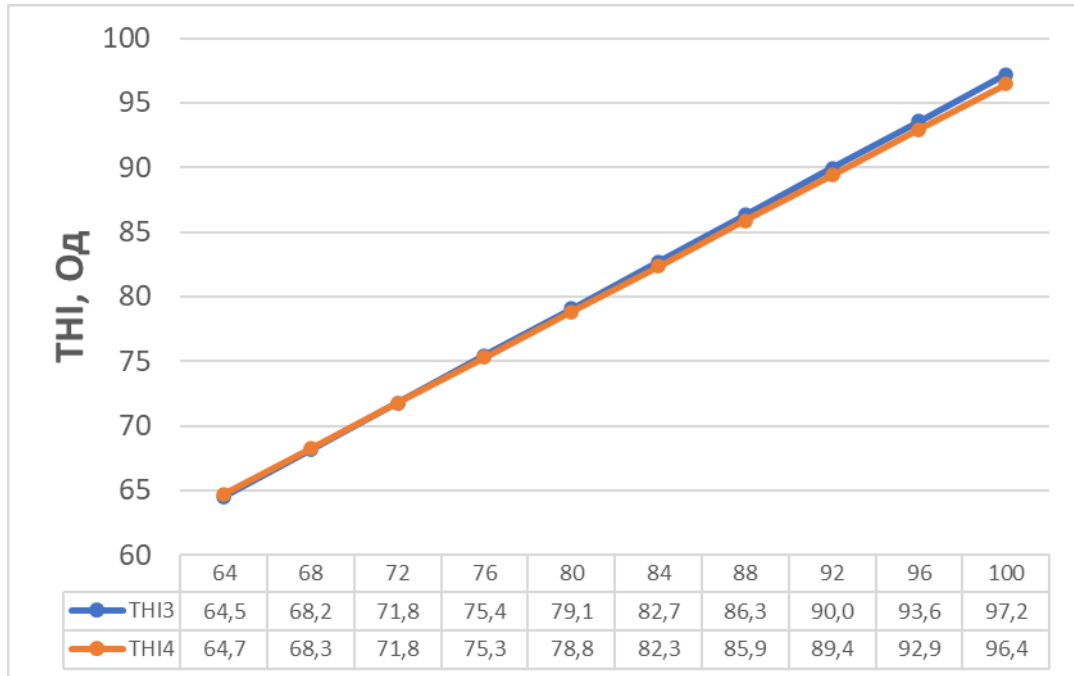


Рис. 4. Розрахункові показники температурно-вологісного індексу в неізолюваних приміщеннях різних типів залежно від величини ТНІ у зовнішньому середовищі

Коефіцієнт детермінації запропонованих моделей (1–4) становить $R^2 = 0,991–0,997$, що вказує на високу ступінь передбачення результатів. Однак стан повітряного середовища в приміщенні може залежати й від інших багатьох факторів (щільність розташування тварин в приміщенні, положення будівлі відносно сторін світу, як і особливості його огорожувальних конструкцій), які можуть впливати на точність прогнозу, а тому запропоновані моделі ЛР потребують подальшої перевірки у виробничих умовах.

Таким чином, клімат в НП в значній мірі був обумовлений станом зовнішнього середовища. Для його оцінки та прогнозування доцільно використовувати температурно-вологісний індекс. Регресійні моделі

розрахунку ТНІ в сучасних корівниках, побудовані шляхом багаторазових одночасних вимірювань температури і відносної вологості повітря всередині і зовні приміщень каркасного і ангарного типів є прийнятними ($R^2 = 0,99$) для прогнозу стану повітряного середовища та комфорту тварин, із урахуванням конструктивних особливостей НП.

Оцінка мікроклімату в корпусі каркасного типу із дахом із сандвіч-панелей за спекотних погодних умов

ТОВ «МВК «Катеринославський» (48°34'03.1" N, 34°54'47.0" E) є високотехнологічним інноваційним молочним комплексом із утримання швіцької породи. Корови утримується в сучасних корпусах розрахованих на 600 голів дійного стада (рис. 5). Приміщення розміщені поздовжньою віссю у напрямі з північного сходу на південний захід відносно сторін світу. У кожному з них передбачене дворядне розміщення стійл (1,2×2,5 м) у чотирьох секціях (по 150 голів). Спеціальні гумові матраци створюють комфортні умови для відпочинку в стійлах. Розміри приміщень в осях становлять 240,0×32,4 м. Бічні стіни висотою 3,0 м мають залізобетонну основу (заввишки 0,4 м) із кріпленням брезентових штор. Додаткове денне і нічне (інфрачервоне) освітлення забезпечує необхідний світловий режим в приміщенні. Дах двоскатний, виконаний із сандвіч-панелей, що дозволяє підтримувати відносну постійність температури в корівнику, запобігаючи його надмірному перегріванню чи охолодженню. Висота приміщення у фронтоні становить 9 м. У спекотний період для посилення повітрообміну включаються вентилятори великого діаметру. У накопичувачі доїльного залу фірми DeLaval із системою моніторингу стада «Dairy Comp-350» (паралельного типу 2×20), діє також система зрошення. Загально-змішаний раціон, збалансований відповідно до норм годівлі «Nutrient Requirements of Dairy Cattle» (2001), роздається на кормові столи. Балансування раціонів годівлі та підбір компонентів кормосуміші залежно від живої маси і

продуктивності корів відбувається у співпраці із представниками компанії «Cargill» (Cargill AT, LLC). Кожна технологічна секція обладнана окремими годівницями з сіллю, крейдою та содою, що дозволяє тваринам їх вільно споживати за потребою. В міжстійлових проходах розміщені групові автонапувалки із підігрівом води взимку. Гній з проходів видаляється мобільним засобом (Bobcat S250) коли тварини знаходяться в доїльній залі.



Рис. 5. Корпус приміщення полегшеної конструкції на 600 дійних корів: *a*) внутрішній вигляд приміщення зі сторони кормового столу; *b*) бокси для відпочинку корів.

Бічні штори в приміщенні в якому проведені дослідження були постійно відкритими. Вентилювання приміщень відбувалося природнім шляхом (потужні вентилятори не працювали). За час спостережень добові температурні коливання зовнішнього повітря зафіксовані в межах від +16,6 до +37,2 °С, а відносної вологості – від 19 до 81 %.

Встановлено, що температура повітря в приміщенні відрізнялась від зовнішнього середовища. Зокрема, у вечірній, нічний та ранковий час (з 19:00 до 7:00 год) в корпусі було тепліше. Різниця між максимальними значеннями середньої температури в приміщенні і зовні складала від 0,3 до 3,7°С. Починаючи з 9:00 ранку й до 19:00 вечора температура в приміщенні залишалася прохолоднішою (на 0,2–4,0 °С), ніж зовні (при швидкому його прогріванні сонячними променями).

Були виявлені відмінності й за величиною середніх температур в різних частинах приміщення. Зокрема (табл. 15), впродовж доби в його центральній частині (25,5 °С) було прохолодніше на 0,3 та 0,9 °С, ніж в південно-східній і північно-західній стороні. Максимальна різниця температур між окремими ділянками приміщення спостерігалася в нічний час (о 2:00 год): між центральною і південно-східною – вона становила 1,1 °С; між центральною і північно-західною – 3,6 °С, між південно-східною та північно-західною – 2,5 °С. Причому в спекотний період доби (з 11:00 до 16:00 год) температурна різниця між окремими ділянками не перевищувала 0,8°С. В цілому, враховуючи динаміку температур в приміщенні було встановлено, що впродовж 18 год поспіль (з 16:00 до 9:00 год) на північно-західній стороні було тепліше. Різниця між середніми температурами в корпусі (в усіх точках спостереження) і північно-західною стороною становила від 0,1 до 2,0 °С. Із 10:00 до 15:00 год на південно-східній стороні температура була дещо вищою. Вона перевищувала середні показники в корпусі на 0,2–0,4 °С. В цілому коливання температур в приміщенні відбувалися в межах від +17,7 до +34,0 °С (із південно-східної сторони – 17,7–34,0°С; в центральній частині – 18,3–33,2°С; із північно-західної сторони – 20,2–33,2°С).

Таблиця 15. Динаміка температури повітря (° С) в неізольованому корівнику впродовж доби ($n=162, \bar{X} \pm SE$)

Час доби	Зовні	Приміщення		
	в затінку	південно-східна сторона ¹	центральна частина ²	північно-західна сторона ³
1:00	18.2±0.08	20.6±0.13*(2,3)	19.6±0.16*(1,3)	21.9±0.32*(1,2)
2:00	17.5±0.13	19.5±0.19*(2,3)	18.4±0.05*(1,3)	22.5±0.36*(1,2)
3:00	16.7±0.11	18.7±0.04	18.6±0.07	20.6±0.28
4:00	16.7±0.14	19.4±0.71	20.2±0.92	20.8±0.21
5:00	17.7±0.22	20.4±0.15*(2,3)	21.3±0.17*(1)	21.3±0.09*(1)
6:00	19.9±0.32	20.7±0.08*	21.3±0.06*	21.2±0.08*

7:00	22.9±0.62	22.9±0.47	22.5±0.39	23.5±0.43
8:00	25.9±0.27	26.0±0.39	25.2±0.36 ⁽³⁾	26.2±0.29 ⁽²⁾
9:00	27.6±0.25	27.8±0.26 ⁽²⁾	26.9±0.28 ^{*(1)}	27.9±0.35
10:00	29.2±0.46	29.1±0.41	28.7±0.45	28.7±0.53
11:00	31.3±0.52	30.9±0.52	30.5±0.53	30.1±0.53
12:00	33.1±0.60	31.7±0.56*	31.3±0.56*	31.5±0.45*
13:00	33.8±0.81	31.8±0.69	31.4±0.67*	31.5±0.59*
14:00	34.3±0.47	31.3±0.46*	31.0±0.41*	31.1±0.38*
15:00	34.6±0.62	32.4±0.70	31.7±0.66*	32.7±0.56*
16:00	32.6±0.23	30.9±0.29 ^{*(2,3)}	30.5±0.24 ^{*(1,3)}	31.3±0.19 ^{*(1,2)}
17:00	31.8±0.18	30.5±0.12	30.3±0.04	31.1±0.11
18:00	34.3±1.78	30.1±0.15	30.2±0.11	30.7±0.22
19:00	30.1±0.46	29.7±0.18	30.3±0.19	31.4±0.41
20:00	27.4±0.51	27.9±0.46 ⁽³⁾	28.1±0.27 ⁽³⁾	29.6±0.08 ^{*(1,2)}
21:00	24.5±0.32	25.7±0.18 ^{*(3)}	26.2±0.26 ^{*(3)}	27.4±0.42 ^{*(1,2)}
22:00	22.3±0.23	24.3±0.21*	24.3±0.22*	24.6±0.31*
23:00	20.4±0.28	22.0±0.26 ^{*(3)}	21.3±0.48 ^{*(3)}	22.9±0.27 ^{*(1,2)}
24:00	19.1±0.12	21.3±0.07 ^{*(2,3)}	20.0±0.19 ^{*(1,3)}	22.3±0.19 ^{*(1,2)}

Примітка: * – достовірна різниця ($P < 0,05$) між показниками зовні і в приміщенні; ^{(1),(2),(3)} – достовірна різниця між окремими частинами приміщення за U-критерієм Манна-Уїтні (*U-test*).

Вологість в неізолюваному приміщенні також відрізнялась від зовнішнього повітря. Зокрема, з опівночі й до 7:00 год відносна вологість в тваринницькому корпусі була нижчою. Різниця між середніми її значеннями в приміщенні та зовні складала від 0,7 до 6,8 %. З ранку (після 8:00 год) й до ночі (24:00 год) вологість в приміщенні була вищою на 0,2–11,4 %. Встановлено (табл. 16), що впродовж доби середнє значення відносної вологості (54,2 %) з північно-західної сторони було вищим на 1,1 та 2,4 %, ніж в центральній і південно-східній частині. Максимальна різниця між окремими ділянками приміщення за цим параметром повітряного середовища

спостерігалася у вечірній час (із 19:00 до 22:00 год): між центральною і південно-східною – 10,6 %; між центральною і північно-західною – 6,8 %, між південно-східною та північно-західною – 11,8 °С. В період спеки з 11:00 до 16:00 год максимальна різниця за вологістю повітря між зазначеними частинами тваринницького корпусу становила лише 5,4; 6,7 та 7,8 %. Зважаючи на динаміку відносної вологості можна стверджувати, що впродовж 13 год доби (з 8 год ранку по 9 год вечора) з південно-східної сторони приміщення повітря було більш сухим, ніж в інших його ділянках. Різниця між середньою відсною вологістю в корпусі і окремо в південно-східній частині зростала до 6,4 %. В цілому її значення в повітрі приміщення коливалися від 27 до 76 % (зовні варіювання відбувалося в межах від 19 до 81 %).

Таблиця 16. Динаміка відносної вологості повітря в неізолюваному корівнику впродовж доби ($n=162, \bar{X} \pm SE$)

Час доби	Зовні	Приміщення		
	в затінку	південно-східна сторона ¹	центральна частина ²	північно-західна сторона ³
1:00	73.1±0.50	71.1±0.80 ^(2,3)	68.9±0.37 ^{*(1)}	68.3±0.47 ^{*(1)}
2:00	74.9±0.15	70.9±0.28 ^{*(3)}	71.1±0.55*	66.5±1.08 ^{*(1)}
3:00	77.7±0.41	70.1±0.03	72.7±0.41	70.6±1.87
4:00	80.0±1.41	74.5±2.12*	74.5±0.71*	74.5±0.71*
5:00	78.8±0.34	74.2±0.66	75.2±0.44	73.8±0.52
6:00	73.6±1.13	70.3±0.51*	69.4±0.46 ^{*(3)}	71.6±0.32 ⁽²⁾
7:00	65.3±2.09	64.3±1.83	65.8±1.25	63.8±2.52
8:00	51.5±0.97	52.3±0.92	54.7±1.32	54.7±1.15
9:00	44.0±0.47	47.4±0.52*	48.3±0.65*	48.4±0.78*
10:00	39.6±0.78	43.9±1.04*	44.1±1.13*	43.7±0.56*
11:00	35.2±0.75	37.7±0.82 ^(2,3)	43.1±2.38 ^{*(1,3)}	43.4±0.52 ^{*(1,2)}
12:00	29.4±0.64	34.3±0.56 ^{*(3)}	35.4±1.74 ^{*(3)}	41.3±0.63 ^{*(1,2)}

13:00	25.9±1.01	32.7±1.37*	35.6±2.13*	37.1±1.37*
14:00	23.8±0.82	31.6±0.74 ^{*(2,3)}	35.8±1.53 ^{*(1)}	38.2±0.74 ^{*(1)}
15:00	23.1±1.23	30.9±1.72 ⁽³⁾	32.0±2.30 ^{*(3)}	38.7±1.05 ^{*(1;2)}
16:00	27.7±0.91	37.5±1.81*	39.4±1.21 ^{*(3)}	37.9±0.36 ^{*(2)}
17:00	30.7±0.41	36.7±0.41	40.7±0.41	39.3±1.08
18:00	34.3±1.78	38.7±1.08	42.5±0.71	44.7±3.08
19:00	39.0±1.41	39.7±0.41	50.3±2.16	48.3±0.41
20:00	46.6±0.84	43.2±0.55 ^{*(2,3)}	48.2±0.42 ^(1,3)	55.3±2.74 ^{*(1,2)}
21:00	48.8±0.47	49.3±1.12 ^(2,3)	51.8±0.65 ^{*(1,3)}	56.4±0.84 ^{*(1,2)}
22:00	52.1±0.44	58.1±1.50*	55.3±0.21*	55.6±0.57*
23:00	57.7±1.02	63.9±1.78 ^{*(2)}	56.9±0.57 ^(1,3)	65.6±2.05 ^{*(2)}
24:00	67.2±1.59	70.3±0.23 ^(2,3)	65.2±1.95 ⁽¹⁾	66.7±0.88 ⁽¹⁾

Примітка: див. табл. 15.

Впродовж доби, коливання ТНІ зовні приміщення відбувалися в межах від 61,4 до 80,6. В неізолюваному корівнику цей показник варіював від 63,7 до 82,8. При цьому різниця між середнім значенням ТНІ зовні і всередині приміщення становила 1,5 од. (табл. 17). Максимальна різниця за величиною ТВІ спостерігалася в нічні і, особливо, у ранкові години. Цей показник в приміщенні був вищим на 3,2–5,1 одиниць, ніж зовні. Однак в період спеки (з 12:00 до 16:00 год.), відмінності в показниках зовнішнього і внутрішнього повітря становили лише 0,1–1,5 од., при цьому значення ТНІ були вищими зовні приміщення. В самому ж корпусі максимальна різниця за цим показником між окремими частинами приміщення впродовж доби становила: в нічний час (0:00-2:00) – 5,1; вранці (3:00-11:00) – 1,7; в обід (12:00-15:00) – 1,6 та ввечері (16:00-23:00) – 3,2. Хоча середнє значення індексу в південно-східній, центральній і північно-західній частинах суттєво не відрізнялося і складало відповідно 72,5±0,96; 72,4±1,03 та 73,9±0,90. Тобто з північно-західної сторони показник ТНІ на 1,4–1,5 од. був вищим, ніж в інших частинах приміщення.

Таблиця 17. Динаміка температурно-вологісного індексу в неізольованому корівнику впродовж доби ($n=162, \bar{X} \pm SE$)

Час доби	Зовні	Приміщення		
	в затінку	південно-східна сторона ¹	центральна частина ²	північно-західна сторона ³
1:00	63.7±0.11	67.3±0.17*(2,3)	65.6±0.25*(1,3)	68.9±0.49*(1,2)
2:00	62.7±0.22	65.6±0.28*(2,3)	63.9±0.07*(1,3)	69.3±0.48*(1,2)
3:00	61.6±0.15	64.5±0.04 ^(2,3)	64.3±0.11 ⁽¹⁾	67.2±0.36 ⁽¹⁾
4:00	61.6±0.21	65.7±1.25	66.8±1.48	67.7±0.28
5:00	63.2±0.35	67.1±0.23*(2,3)	68.8±0.27*(1)	68.6±0.18*(1)
6:00	66.3±0.44	67.4±0.09*(2,3)	68.2±0.13*(1)	68.2±0.12*(1)
7:00	70.2±0.75	70.1±0.52	69.7±0.47	70.9±0.59
8:00	73.0±0.39	73.2±0.42	72.4±0.34 ⁽³⁾	73.8±0.35 ⁽²⁾
9:00	74.2±0.28	75.0±0.36 ⁽²⁾	73.8±0.30 ^(1,3)	75.2±0.42 ⁽²⁾
10:00	75.6±0.51	76.2±0.43	75.5±0.44	75.6±0.64
11:00	77.3±0.55	77.2±0.52	77.7±0.83	77.1±0.62
12:00	78.3±0.64	77.6±0.59*(3)	77.3±0.39 ⁽³⁾	78.6±0.48 ^(1,2)
13:00	78.3±0.73	77.4±0.73	77.4±0.55	77.9±0.67
14:00	78.5±0.35	76.6±0.39*(3)	77.2±0.23*	77.5±0.37*(1)
15:00	78.7±0.41	77.8±0.47*	77.2±0.36*	78.8±0.68
16:00	77.5±0.19	77.2±0.24	77.1±0.12 ⁽³⁾	77.8±0.26 ⁽²⁾
17:00	77.1±0.23	76.7±0.08	77.1±0.11	77.8±0.29
18:00	77.0±0.07	76.5±0.11	77.2±0.04	78.1±0.32
19:00	76.5±0.32	76.1±0.15	78.2±0.58	79.6±0.45
20:00	74.3±0.54	74.5±0.51 ⁽³⁾	75.4±0.35 ⁽³⁾	78.4±0.41*(1,2)
21:00	70.9±0.38	72.5±0.13*(3)	73.1±0.27*(3)	75.7±0.67*(1,2)
22:00	68.3±0.28	71.6±0.23*(2)	70.8±0.33*(1)	71.7±0.42*
23:00	66.2±0.33	68.8±0.25*(3)	67.3±0.62 ⁽³⁾	70.3±0.48*(1,2)
24:00	64.8±0.11	68.3±0.12*(2,3)	66.1±0.39*(1,3)	69.5±0.35*(1,2)

Примітка: див. табл. 15.

Такі параметри довкілля як температура і відносна вологість перебувають в тісному зв'язку. Коефіцієнт кореляції між ними був від'ємним ($r=-0,939$; $P<0,001$) з високою взаємообумовленістю ($R^2=0,88$). В повітрі приміщення цей зв'язок зростає (до $r=-0,972$; $R^2=0,94$), а тому цілком очевидним є те, що застосування ТНІ для сумісного оцінювання їх впливу на стан тварин є досить зручним. В цілому клімат в приміщенні значною мірою був пов'язаний зі станом оточуючого середовища ($r=0,95$; $R^2=0,90$). Проте найбільш висока кореляція між ТНІ довкілля і значенням цього показника в приміщенні спостерігалася на південно-східній стороні ($r=0,98$; $R^2=0,96$).

Виходячи із наведених нами даних, впродовж доби корови, які знаходилися в центральній та південно-східній частинах приміщення могли відчувати дискомфорт впродовж 18 год., в північно-західній – 22 год. При цьому показники температурно-вологісного стану, що відповідали стресовому стану тварин ($\text{ТНІ}>68$) зовні приміщення в затінку тривали лише 16 годин. Виявлені відмінності щодо нерівномірного розподілу температур й вологості в приміщенні ми пов'язуємо із його конструктивними особливостями та розташуванням відносно сторін світу. Отримані дані вказують на необхідність додаткового застосування активного вентилявання не тільки в спекотний період, а й інші години доби, залежно від зони приміщення.

Оцінка мікроклімату в неізолюваному приміщенні ангарного типу за спекотних погодних умов

Дослідження мікроклімату проводилося в приміщенні ангарного типу, в якому знаходилися тварини середньої лактації (з 91 до 210 день). Їх кількість в секціях, розрахованих на 150 корів, становила 127-143 голів. Середньодобовий удій молока по цій технологічній групі був на рівні 24-26 кг. Цей корівник розташований з півночі на південь відносно сторін світу,

має тентове покриття, оснащений поліетиленовими бічними шторами, його розміри в осях становлять $124 \times 34,5$ м, висота у фронтоні – 8,25 м. Розміщення стійл чотирирядне. Загальна площа приміщення на одну корову становить $4,3 \text{ м}^2$ (в тому числі стійла – $2,24 \text{ м}^2$). Воно оснащено кормовим столом і груповими автонапувалками.

Дослідження температури повітря і відносній вологості в приміщенні проведені в інтервалі зовнішніх температур від $+19,2 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+36,9 \text{ }^\circ\text{C}$. Встановлено, що мікроклімат в корівнику залежав від стану навколишнього середовища. Кореляція між температурою повітря всередині і зовні приміщення склала $r = + 0,962$ ($R^2 = 0,93$), при цьому середня температура всередині і зовні корівника відрізнялася неістотно (рис. 6). При зовнішній температурі $+ 20\text{--}23 \text{ }^\circ\text{C}$ (вночі і рано вранці) різниця температур всередині і зовні приміщення не перевищувала $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Зранку і до полудня, при прогріванні зовнішньої температури до $+32 \text{ }^\circ\text{C}$ в корівнику було тепліше на $1,5\text{--}2,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Це ми пов'язуємо зі здатністю приміщення зберігати тепло, яке вироблялося тварини.

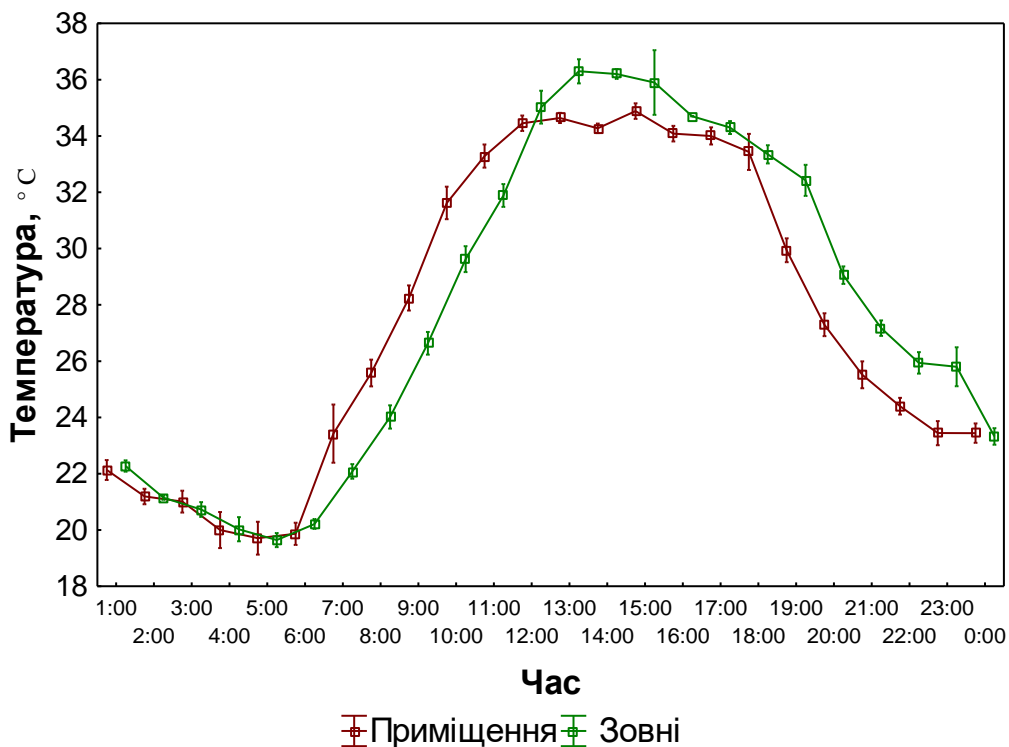


Рис. 6. Динаміка середніх температур зовні (зелена лінія) і всередині (бордова лінія) приміщення, $n = 402$

Під час спеки, при прогріванні зовнішнього повітря понад +35 °С, тент корівника виступав в якості тіньового захисту для тварин. У приміщенні було прохолодніше. Різниця середніх температур становила до 1,9 °С. Увечері, при опусканні зовнішньої температури нижче за +32 °С й до півночі, в неізолюваному корівнику було прохолодніше на 1,5–2,5 °С, що ми пов'язуємо з більш швидким охолодженням приміщення, в якому працювали осьові вентилятори.

Температура в різних частинах приміщення, що має північно-південне розташування відносно сторін світу, істотно відрізнялася (табл. 18). З 7:00 год ранку й до полудня в південно-східній частині приміщення було тепліше на 0,5–3,0 °С, ніж в північно-західній частині, що ймовірно було пов'язано з прогріванням корівника променями Сонця, яке сходило.

Таблиця 18. Динаміка температури повітря (°С) в неізолюваному корівнику впродовж доби ($n=134, \bar{X} \pm SE$)

Час доби	Зовні	Приміщення		
	в затінку	південно-східна сторона ¹	центральна частина ²	північно-західна сторона ³
1:00	22.3±0.20	22.1±0.31	22.6±0.23	21.8±0.25
2:00	21.2±0.07	21.1±0.14	21.6±0.29	20.9±0.12
3:00	20.7±0.25	21.3±0.24	20.9±0.51	20.8±0.24
4:00	20.0±0.40	20.2±0.54	19.8±0.79	20.0±0.41
5:00	19.6±0.23	20.3±0.58 ⁽²⁾	19.0±0.54 ^(1,3)	19.8±0.38 ⁽²⁾
6:00	20.2±0.17	20.0±0.40 ⁽³⁾	19.3±0.23 ^{*(3)}	20.4±0.24 ^(1,2)
7:00	22.1±0.25	25.7±0.44 ^{*(3)}	22.0±0.50 ⁽³⁾	22.7±0.44 ^(1,2)
8:00	24.0±0.40	26.6±0.22 ^{*(2)}	24.8±0.36 ^(1,3)	25.6±0.38 ^{*(2)}
9:00	26.6±0.39	28.8±0.37 [*]	28.1±0.42 [*]	27.8±0.31
10:00	29.6±0.43	32.0±0.46 [*]	31.9±0.65 [*]	31.0±0.38 [*]
11:00	31.9±0.38	34.2±0.31 ^{*(2,3)}	32.7±0.25 ⁽¹⁾	33.0±0.31 ^{*(1)}
12:00	35.0±0.54	34.9±0.27 ⁽²⁾	34.0±0.14 ^(1,3)	34.5±0.21 ⁽²⁾

13:00	35.0±0.54	35.0±0.13 ^{*(2)}	34.2±0.09 ^{*(1,3)}	34.5±0.21 ^{*(2)}
14:00	36.2±0.16	34.3±0.05 ^{*(2,3)}	34.0±0.09 ^{*(1,3)}	34.6±0.15 ^{*(1,2)}
15:00	35.9±1.41	34.7±0.23	34.8±0.28	35.2±0.21
16:00	34.7±0.19	34.0±0.21	34.2±0.35	34.2±0.35
17:00	34.3±0.28	33.8±0.21	34.3±0.21	34.0±0.28
18:00	33.4±0.31	32.5±0.40	34.2±0.65	33.7±0.43
19:00	32.4±0.52	30.0±0.34	30.2±0.47*	29.6±0.33*
20:00	29.1±0.29	27.3±0.55*	27.5±0.25*	27.1±0.24*
21:00	27.2±0.28	25.9±0.47*	25.3±0.49*	25.4±0.35*
22:00	25.9±0.37	23.9±0.32*	24.6±0.12*	24.7±0.12*
23:00	25.8±0.73	23.7±0.12	23.8±0.12	22.8±0.41
24:00	23.3±0.30	23.3±0.17	23.6±0.25	23.5±0.49

Примітка: див. табл. 15.

Пополудні й до 18:00 год північно-західна сторона прогрівалася сильніше. Температура тут була вищою на 0,3–1,2 ° С. Різниця температур в центрі і торцях корівника впродовж доби коливалася від 0,1 до 3,7 ° С.

Відносна вологість повітря в корівнику залежала від стану зовнішнього середовища (рис. 7). Кореляція між величиною відносної вологості всередині і зовні приміщення складала $r = + 0,954$ ($R^2 = 0,91$). Її середні значення в корівнику були найбільшими (48,2–55,9%) в нічний час і рано вранці до сходу сонця. Різниця між значеннями відносної вологості всередині та зовні приміщення в цей час була низькою (0,7–3,4%). У полуденний час й до 16:00 годин при максимальному прогріванні атмосферного повітря, його вологість знижувалася (до 13,5%). Однак в корівнику вона залишалася в середньому на 7,9–11,7% вищою, ніж зовні. Увечері, й аж до заходу Сонця, різниця була суттєвою (6,1–12,4%), і тільки після настання темряви й до опівночі, вона складала всього 3,4–4,1%. Впродовж усієї доби відносна вологість повітря в корівнику була вищою, ніж зовні, ми пов'язуємо із виділенням вологи тваринами і випаровуванням із поверхні огороджувальних конструкцій.

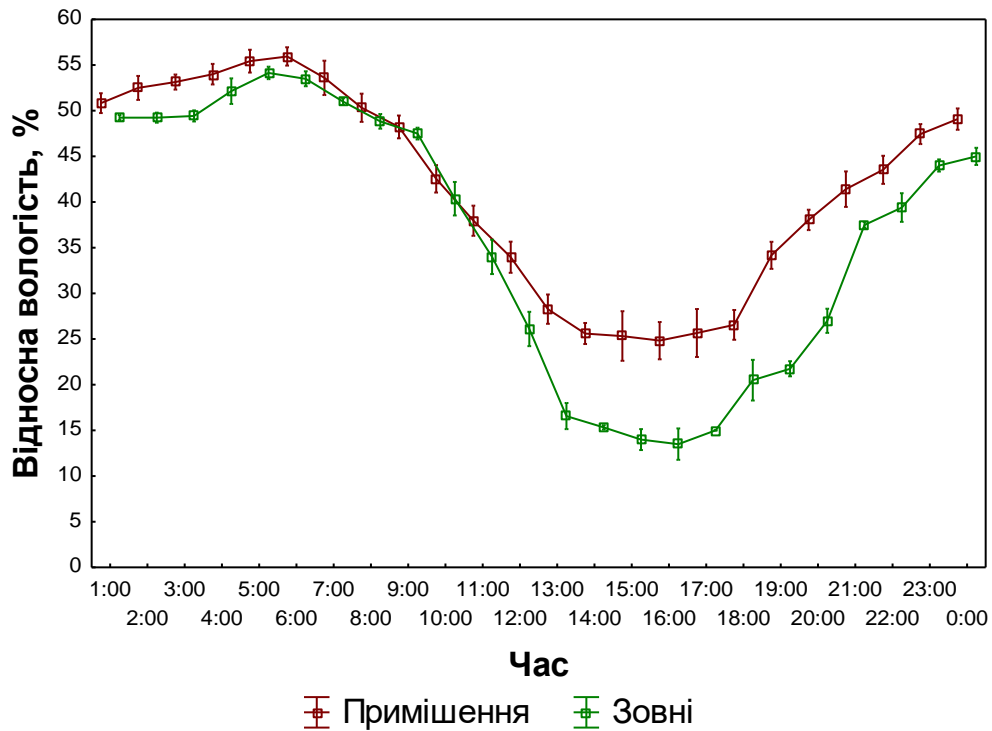


Рис. 7. Динаміка середніх значень відносної вологості зовні (зелена лінія) і всередині (коричнева лінія) приміщення, $n=402$

У різних частинах неізолюваного корівника відносна вологість повітря також відрізнялася (табл. 19). З 9:00 і до 18:00 год вона була вищою в центральній частині приміщення на 0,5–7,2%, ніж в його торцевих частинах. У ранкові та вечірні години, а також вночі в південно-східній частині приміщення відносна вологість повітря була вищою (на 0,5–6,2%). У північно-західній частині корівника цей показник впродовж усієї доби був нижчим.

Таблиця 19. Динаміка відносної вологості повітря в неізолюваному корівнику впродовж доби ($n=134, \bar{X} \pm SE$)

Час доби	Зовні	Приміщення		
	в затінку	південно-східна сторона ¹	центральна частина ²	північно-західна сторона ³
1:00	49.3±0.29	49.5±0.75 ^(2,3)	50.8±0.73 ^{*(1)}	52.3±0.29 ^{*(1)}
2:00	49.3±0.55	51.0±0.47 ⁽³⁾	51.5±0.75 ⁽³⁾	55.0±0.47 ^{*(1,2)}
3:00	49.5±0.49	51.5±0.45 ^{*(2,3)}	51.9±0.43 ^{*(1,3)}	55.3±0.39 ^{*(1,3)}

4:00	52.5±1.20	52.5±0.61 ⁽³⁾	55.0±1.14 ⁽³⁾	57.1±0.74 ^{*(1,2)}
5:00	54.1±0.64	52.7±0.65 ^(2,3)	56.1±0.96 ⁽¹⁾	57.4±0.74 ^{*(1)}
6:00	53.5±0.79	53.5±0.37 ^(2,3)	56.5±0.24 ^{*(1,3)}	57.8±0.44 ^{*(1,2)}
7:00	51.0±0.35	50.2±1.98	55.0±0.71*	55.6±0.45*
8:00	48.8±0.77	46.8±0.66 ^(2,3)	51.3±0.67 ^{*(1)}	52.8±1.00 ^{*(1)}
9:00	47.5±0.62	45.0±0.49 ^{*(2,3)}	50.2±0.34 ^{*(1)}	49.5±0.37 ^{*(1)}
10:00	40.4±1.71	40.8±0.83 ⁽²⁾	44.3±1.21 ^(1,3)	42.6±1.67 ⁽²⁾
11:00	34.0±1.75	35.9±1.47 ⁽²⁾	40.4±0.97 ^{*(1,3)}	37.6±1.57 ⁽²⁾
12:00	26.1±1.75	30.9±1.10 ^(2,3)	38.1±0.48 ^{*(1,3)}	32.9±1.48 ^{*(1,2)}
13:00	16.6±1.35	25.9±1.26 ^{*(2,3)}	29.9±1.61 ^{*(1)}	29.1±0.98 ^{*(1)}
14:00	15.3±0.23	22.7±0.37 ^{*(2,3)}	27.3±0.37 ^{*(1)}	26.8±0.52 ^{*(1)}
15:00	14.0±1.41	22.5±0.71	28.0±1.41	25.5±0.71
16:00	13.5±2.12	23.0±0.51	27.0±1.41	24.5±0.71
17:00	15.0±0.51	23.0±0.49	28.5±0.71	25.5±0.71
18:00	20.5±2.13	25.2±0.52 ⁽²⁾	28.8±1.18 ^{*(1,3)}	25.7±1.93 ⁽²⁾
19:00	21.8±0.78	30.1±0.65 ^{*(2,3)}	36.1±0.82 ^(1,3)	36.3±0.83 ^{*(1,2)}
20:00	27.0±1.25	36.0±1.15 ^{*(3)}	38.3±0.56 ^{*(3)}	39.9±0.50 ^{*(1,2)}
21:00	37.5±0.33	39.8±0.29 ^{*(3)}	40.3±2.42 ⁽³⁾	44.3±0.29 ^{*(1,2)}
22:00	39.4±1.52	41.0±1.54	44.6±0.97*	45.0±0.61*
23:00	44.0±0.71	46.0±1.22	48.0±0.51	48.3±0.41
24:00	45.0±0.94	47.3±0.99 ⁽³⁾	49.5±0.33 ^{*(3)}	50.5±0.75 ^{*(1,2)}

Примітка: див. табл. 15.

Отримані дані свідчать про те, що температурно-вологісний режим в неізолюваному корівнику значно змінювався впродовж доби (рис. 8). Коефіцієнт кореляції між температурою і відносною вологістю повітря в приміщенні був високим $r = -0,884$ ($P < 0,05$).

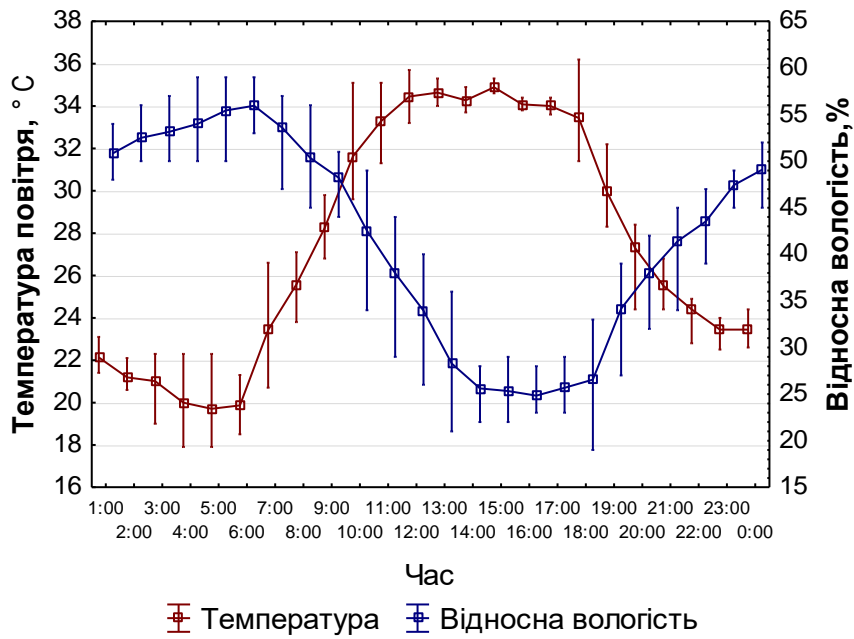


Рис. 8. Температурно-вологісний режим всередині неізолюваного приміщення (температура – бордова лінія; відносна вологість – синя лінія), $n = 402$

Побудова моделі лінійної регресії (рис. 9) показує високу взаємну обумовленість температури на відносній вологості в приміщенні ($R^2 = 0,78$). При зростанні температури в корівнику на $1\text{ }^\circ\text{C}$ відносна вологість буде знижуватися приблизно на $1,7\%$.

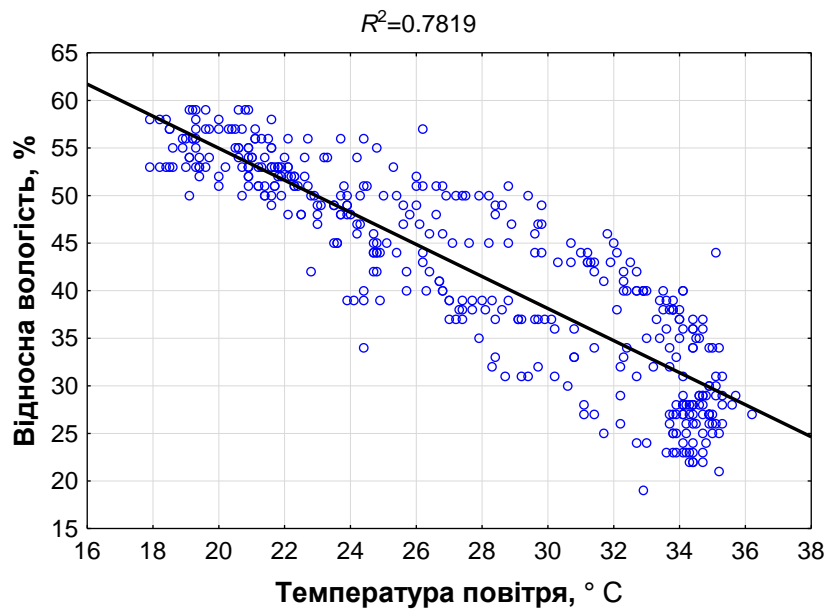


Рис. 9. Діаграма розсіювання на якій показано зв'язок між температурою повітря і відотною вологістю в неізолюваному корпусі ангарного типу, $n = 402$

За таких умов охарактеризувати стан повітряного середовища в приміщенні, як і оцінити окремий вплив температури і відносної вологості на тварин досить складно без застосування інтегрального показника, який враховував би їх спільну дію на організм молочних корів. Температурно-вологісний індекс (ТНІ) давно використовують для оцінки комфорту великої рогатої худоби в умовах спеки та є цілком прийнятним за цих обставин.

Встановлено, що під час дослідження ТНІ в зовнішньому середовищі коливався в межах від 64,9 до 79,7 одиниць. В неізолюваному корівнику значення ТНІ варіювало в межах від 64,1 до 81,0 одиниць. Різниця між середніми значеннями ТНІ зовні і всередині неізолюваного корівника в залежності від частини будівлі (табл. 20) становила 0,1-2,7 одиниць.

Таблиця 20. Динаміка показника температурно-вологісного індексу в неізолюваному корівнику впродовж доби ($n=134, \bar{X} \pm SE$)

Час доби	Зовні	Приміщення		
	в затінку	південно-східна сторона ¹	центральна частина ²	північно-західна сторона ³
1:00	68.1±0.26	67.8±0.41	68.6±0.23	67.6±0.31
2:00	66.6±0.10	66.7±0.16	67.3±0.36	66.7±0.19
3:00	66.1±0.31	67.0±0.31	66.5±0.67	66.5±0.33
4:00	65.3±0.61	65.6±0.71	65.0±1.05	65.6±0.60
5:00	64.9±0.28	65.7±0.73	64.1±0.67	65.3±0.47
6:00	65.7±0.21	65.4±0.52 ⁽²⁾	64.5±0.32 ^{*(1,3)}	66.1±0.33 ⁽²⁾
7:00	67.9±0.32	72.5±0.65 ^{*(2,3)}	68.1±0.63 ⁽¹⁾	69.1±0.59 ⁽¹⁾
8:00	70.3±0.45	73.0±0.21 ^{*(2)}	71.6±0.47 ^(1,3)	72.7±0.41 ^{*(2)}
9:00	73.5±0.47	75.9±0.44 [*]	75.7±0.54 [*]	75.2±0.37 [*]
10:00	76.2±0.26	79.0±0.43 ^{*(3)}	79.6±0.71 ^{*(3)}	78.2±0.24 ^{*(1,2)}
11:00	77.8±0.24	80.8±0.25 ^{*(2,3)}	79.9±0.19 ^{*(1)}	79.7±0.19 ^{*(1)}
12:00	79.7±0.28	80.6±0.32 ⁽³⁾	81.0±0.12 ^{*(3)}	80.5±0.12 ^(1,2)
13:00	78.9±0.17	79.6±0.31 ⁽³⁾	79.6±0.35 ⁽³⁾	80.0±0.17 ^{*(1,2)}

14:00	78.6±0.17	78.2±0.03 ^(2,3)	78.8±0.16 ⁽¹⁾	79.4±0.21 ^{*(1)}
15:00	78.1±1.63	78.7±0.21	79.9±0.05	79.8±0.35
16:00	76.8±0.42	78.0±0.21	79.0±0.07	78.5±0.21
17:00	76.8±0.21	77.8±0.21	79.4±0.07	78.5±0.42
18:00	76.9±0.51	76.8±0.37 ^(2,3)	79.3±0.51 ^{*(1)}	78.2±0.57 ⁽¹⁾
19:00	76.2±0.45	75.0±0.30 ⁽²⁾	76.2±0.42 ^{*(1,3)}	75.6±0.26 ⁽²⁾
20:00	73.5±0.16	72.8±0.53	73.3±0.25	73.1±0.23
21:00	72.9±0.34	71.7±0.57	70.9±0.79	71.5±0.42
22:00	71.6±0.42	69.3±0.40 ^{*(2,3)}	70.6±0.09 ⁽¹⁾	70.7±0.10 ⁽¹⁾
23:00	72.0±0.92	69.6±0.24	69.9±0.16	68.7±0.57
24:00	69.0±0.30	69.1±0.21	69.8±0.32	69.7±0.62

Примітка: див. табл. 15.

При цьому в різних частинах приміщення (рис. 10) в залежності від часу доби найбільша різниця в значенні ТНІ становила 2,5-4,4 одиниць, перевищуючи комфортні значення для молочних корів (ТНІ <68) навіть в ранкові та вечірні години.

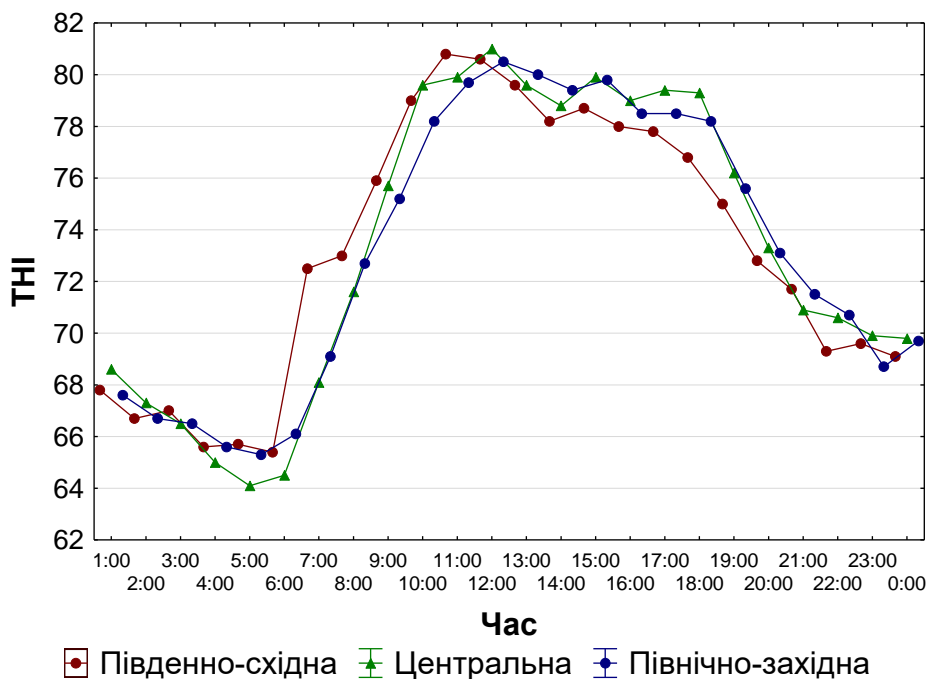


Рис. 10. Динаміка температурно-вологісного індексу в неізолюваному корівнику (південно-східна сторона – бордова лінія; центральна частина – зелена лінія; північно-західна сторона – синя лінія), n = 134

Виявлені нами відмінності в показниках температурно-вологісного індексу в різних ділянках приміщення ми пов'язуємо з його конструктивними особливостями та розташуванням відносно сторін світу, тобто з різним ступенем їх прогрівання променями сонячного світла, що має передбачати вибірковий підхід до застосування додаткового охолодження (наприклад, зрошення) із урахуванням виявлених відмінностей.

Відомо, що підвищення ТНІ до 72 одиниць є причиною зниження удою в молочних корів, при цьому для вмісту молочного жиру і білка порогові значення ТНІ є ще нижчими. Отже, отримані нами відмінності в показниках ТНІ у 2–4 одиниці в різних ділянках цього приміщення можуть вплинути на удій і склад молока окремих тварин.

Слід відмітити, що це дослідження в НП було проведено в умовах цілодобової роботи осьових вентиляторів великого діаметра. Однак швидкість руху повітря в місці відпочинку тварин була невеликою (до 0,9 м/с), і лише поблизу кормового столу його максимальна рухливість досягала 2,8–3,6 м / с. При цьому достовірної різниці за швидкістю руху повітря в торцях корівника і його центральною частиною виявлено не було.

Перевірка точності моделей ЛР щодо прогнозу температурно-вологісного індексу в НП

Експериментальні дані, отримані у вигляді медіанних значень ТНІ за межами та всередині приміщень протягом спекотного періоду (табл. 21), послужили матеріалом для перевірки точності запропонованих моделей регресії. Ці дані були отримані в один із спекотних днів літа (у червні та серпні), під час короткочасних теплових хвиль. Дані реєстрували впродовж 30 годин поспіль (кожні 5-20 хвилин).

Істотні відмінності (рис. 11) були зафіксовані при порівнянні реальних даних отриманих у неізолюваних приміщеннях (експеримент), із прогнозами

запропонованих чотирьох регресійних моделей (названих моделями 1–4), представлених відповідними рівняннями (1)–(4).

Таблиця 21. Добова динаміка температурно-вологісного індексу в НП під час виробничої перевірки, Me (min-max)

Час доби	Неізолювані приміщення			
	ККТ (n=402)		ККС (n=414)	
	зовні	всередині	зовні	всередині
1:00	68.0 (67.6-68.6)	68.0 (67.0-69.1)	63.7 (63.3-64.0)	67.2 (64.4-70.6)*
2:00	66.5 (66.4-66.8)	66.7 (66.2-68.0)	62,5 (62.1-63.3)	65.5 (63.7-70.6)*
3:00	66.4 (64.7-66.8)	66.7 (64.0-68.2)	61.5 (61.4-61.8)	64.5 (64.2-67.6)*
4:00	64.3 (64.0-67.2)	64.6 (62.5-68.3)	61.6 (61.4-61.7)	67.0 (64.8-67.9)*
5:00	64.6 (64.4-66.2)	64.6 (62.7-68.3)	63.1 (62.2-64.4)	68.3 (66.3-69.3)*
6:00	65.5 (65.2-66.4)	65.3 (63.5-67.1)	66.7 (64.6-67.6)	68.0 (67.1-68.8)*
7:00	67.9 (67.1-68.7)	69.7 (66.5-74.0)*	70.2 (68.4-71.9)	70.4 (68.5-72.3)
8:00	70.2 (69.1-71.6)	72.6 (70.2-73.9)*	73.0 (71.8-74.1)	73.1 (71.2-74.5)
9:00	73.4 (72.1-74.6)	75.8 (74.1-77.4)*	73.7 (73.6-75.2)	74.8 (72.8-75.9)
10:00	76.1 (75.0-77.1)	78.7 (77.0-83.5)*	75.9 (73.7-76.7)	76.3 (73.2-77.3)
11:00	77.9 (76.5-78.7)	80.1 (78.6-81.5)*	75.3 (75.0-77.7)	75.2 (73.8-78.0)
12:00	79.4 (78.6-81.1)	80.8 (78.9-81.6)*	75.5 (75.5-75.6)	75.7 (75.0-76.9)
13:00	78.9 (78.4-79.7)	79.8 (78.8-81.1)*	77.0 (75.4-77.1)	76.1 (75.5-76.9)
14:00	78.5 (78.3-79.1)	78.7 (78.1-79.8)	77.6 (77.3-78.6)	76.5 (75.6-76.9)*
15:00	78.1 (76.9-79.2)	79.7 (78.5-80.0)	78.0 (77.7-78.0)	76.5 (76.1-77.3)*
16:00	76.8 (76.5-77.1)	78.5 (77.8-79.0)*	77.4 (76.4-77.7)	77.2 (76.2-78.2)
17:00	76.7 (76.6-76.9)	78.5 (77.6-79.4)*	77.0 (76.9-77.5)	77.1(76.6-78.3)
18:00	76.6 (75.8-78.3)	78.2 (76.0-81.2)*	77.0 (77.0-77.1)	77.2 (76.3-78.5)
19:00	76.1 (74.5-78.0)	75.7 (73.7-77.8)	76.5 (76.0-76.9)	78.4 (75.9-80.0)
20:00	73.4 (73.1-74.3)	73.1 (69.9-74.2)*	74.6 (73.0-75.6)	75.6 (73.4-79.3)*
21:00	72.2 (72.4-73.7)	71.5 (69.3-72.7)*	70.8 (69.2-73.2)	73.2 (71.9-79.3)*
22:00	71.5 (70.4-72.7)	70.6 (68.1-70.9)*	68.1 (67.4-69.1)	71.4 (69.9-72.9)*
23:00	72.6 (70.5-72.9)	69.6 (68.2-70.2)*	66.0 (65.1-67.4)	68.9 (65.4-72.1)*
24:00	69.1 (68.4-69.5)	69.4 (68.7-71.0)	64.8 (64.4-65.0)	68.3 (65.4-70.6)*

КАТ – корпус каркасного типу; ККС – корпус каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей. * достовірна різниця ($P < 0,05$) між показниками зовні і всередині.

Середні значення ТНІ у корпусі ангарного типу із тентовим покриттям коливались від 66,3 од. вночі (з опівночі до 6 год ранку) до 79,1 од. вдень (з 13 до 18 год.). Найбільші відмінності були зафіксовані між експериментальними даними та прогнозами для моделі (1) вранці (з 7 до 12 год) – 3,1 одиниці та вдень (з 13 до 18:00 год) – 1,6 одиниці. Прогнозовані значення ТНІ моделі (1) були нижчими за експериментальні у всіх випадках ($P < 0,05$). Модель (3) мала найбільшу похибку впродовж дня (з 13 до 18 год) – 4,4 одиниці, а також ввечері (з 19 до 24 год) – 2,6 одиниці. У всіх випадках передбачені значення моделі (3) були вищими, ніж спостерігалися в експерименті ($P < 0,05$). Між реальними та розрахунковими значеннями різниця була найменшою для моделей (1) та (3) у нічний час, становлячи відповідно -0,2 та +1,6 од. Ця різниця була недостовірною.

Щодо корпусу каркасного типу з утепленою покрівлею, у ньому середні значення ТНІ становили від 64,1 одиниць (вночі) до 76,5 одиниць (вдень). Відмінності були значними між даними спостережень (експеримент) та прогнозом для моделі (2) вночі – 3,4 одиниці, а також ввечері – 2,9 одиниці. Для цієї моделі (2) в усіх випадках прогнозовані значення були нижчими за експериментальні ($P < 0,05$). Найбільш значні відмінності були зафіксовані між експериментом та прогнозами для моделі (4). Різниця становила мінус 3,9 одиниць вночі, а також плюс 3,3 одиниці вдень; в той час як вранці для моделей (2) та (4) відмінності були мінімальними (0-1,0 одиниць).

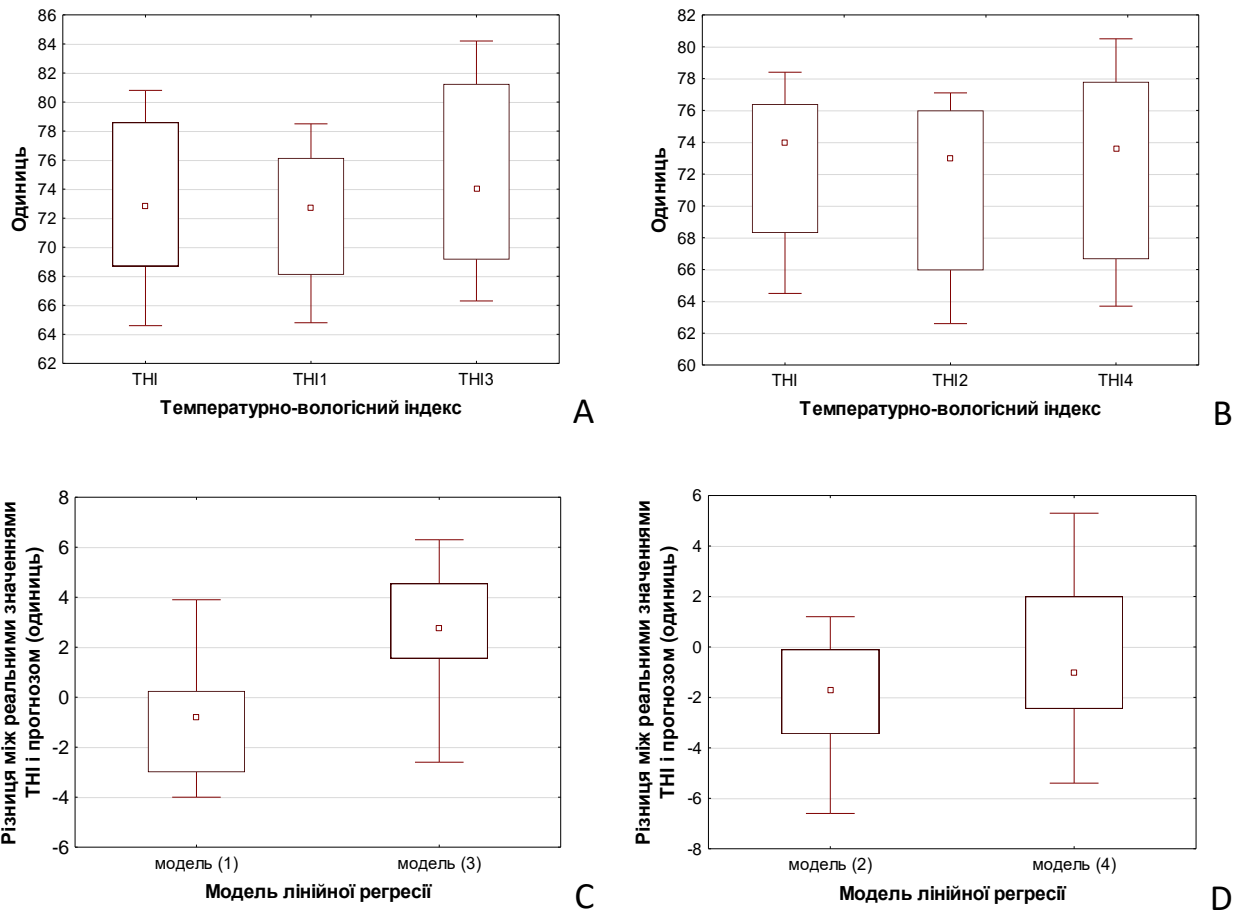


Рис. 11. На діаграмах розмаху показані відмінності між реальними величинами температурно-вологісного індексу, отриманого під час виробничої перевірки (ТНІ, розрахований за Kibler (1964)) і прогнозами моделей (1) та (3) – для приміщення ангарного типу (А, С) і моделей (2) та (4) – для корпусу каркасного типу із покрівлею із сендвіч-панелей (В, D).

Таким чином, використання ЛР виявилось досить ефективним інструментом для прогнозування показника температурно-вологісного індексу в НП (табл. 22), виходячи зі стану повітряного середовища зовні приміщень в спекотний період року. Точність прогнозу для запропонованих нами моделей була високою (93–96%). Однак, різниця між прогнозами ТНІ та даними експериментів була досить великою (від 0 до 4,4 од), а тому в подальшому науковий пошук повинен передбачати з'ясування причин, що впливають на якість статистичного моделювання..

Таблиця 22. Точність регресійних моделей прогнозу ТНІ для приміщення ангарного типу (модель 1,3) та приміщення каркасного типу з утепленою покрівлею (модель 1,3)

Показник	Моделі лінійної регресії			
	(1)	(3)	(2)	(4)
ПМ (R^2)	0.8535*	0.9209*	0.8602*	0.8807*
МеВ (%):				
Ніч (0:00–6:00 год)	0.3	1.6	5.0*	3.9*
Ранок (7:00–12:00 год)	3.9*	2.5	1.3*	0.0
День (13:00–18:00 год)	1.6*	5.6*	0.4	3.3*
Вечір (19:00–24:00 год)	0.4	3.6*	4.0*	2.9*
МВ (%)	4.0*	6.3*	6.6*	5.4*
Точність прогнозу (%)	96.0	93.7	93.4	94.6

Примітка: ПМ, продуктивність моделей, яку оцінювали за коефіцієнтом детермінації (R^2); МВ, максимальні відхилення спостережуваних (експеримент) і прогнозованих значень ТНІ (%); МеВ, медіанне відхилення спостережуваних і розрахункових значень ТНІ (%); * – достовірна різниця ($P < 0,05$) між спостережуваними та прогнозованими значеннями ТНІ.

Можливість використання метеорологічних даних для прогнозування клімату в ПН

Ми припустили, що повинні бути відмінності між даними метеостанцій, розташованих поблизу молочних комплексів, і погодними умовами біля приміщень. На підтвердження цієї гіпотези нами проведено порівняння значень температури повітря і відносній вологості, що використовувалися для розрахунку температурно-вологісного індексу (табл. 23).

Таблиця 23. Медіана температури повітря (Т), відносної вологості (В) та температурно-вологісного індексу (ТНІ), зафіксованих упродовж однієї літньої доби під-час виробничої перевірки (метеостанція / зовні приміщення)

Час доби	Неізольовані приміщення, n=76					
	КАТ			ККС		
	Т, °С	В, %	ТНІ, од	Т, °С	В, %	ТНІ, од
Ніч	20,5/20,9	58,5/50,5*	66,5/65,3	20,3/19,2	55,3/73,0*	65,9/65,2
Ранок	28,5/30,3	43,3/40,8	75,2/76,5	26,5/29,2	41,7/42,0	73,0/76,0
День	33,0/35,5*	25,8/15,0*	77,7/77,6	33,5/35,1	27,0/23,5	78,2/79,1*
Вечір	24,3/26,8	41,8/38,3	69,8/72,7	28,7/30,0	33,5/32,5	74,4/75,3

КАТ – корпус каркасного типу; ККС – корпус каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей. Ніч: 0:00-6:00 год; ранок 7:00-12:00 год; день 13:00-18:00 год; вечір 19:00-24: 00 год. * P <0,05.

Порівняно з даними метеостанції, поблизу корпусу ангарного типу відносна вологість була достовірно нижчою вночі (на 8%), при перевищенні температурних медіан впродовж доби на 2,8–2,9 °С (P <0,05); проте суттєвої різниці в значеннях ТНІ між даними метеостанції і безпосередніми вимірюваннями поблизу приміщень протягом дня не виявлено. Тому, у цьому випадку, використання температурно-вологісного індексу для характеристики погоди за межами цієї будівлі буде більш доречним.

Так само й біля приміщення каркасного типу з утепленим дахом було тепліше зранку й до пізнього вечора (на 1,3–2,7 °С), зі значним перевищенням середньої відносної вологості вночі (на 18%). Різниця у значеннях ТНІ протягом дня виявилась достовірною, перевищуючи метеорологічні дані на 0,9-3,0 од (рис. 12).

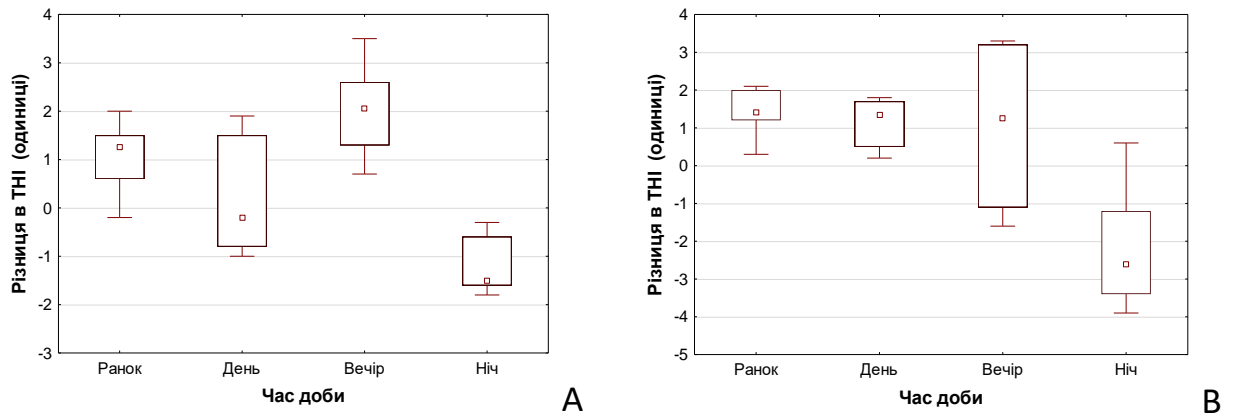


Рис. 12. Діаграми розмаху на яких зображені відхилення експериментальних даних ТНІ від даних найближчих метеостанцій для приміщення ангарного типу (А) та приміщення із металокаркасних із утепленою покрівлею (В).

Таким чином, виявлені відмінності в ТНІ, між метеорологічними даними і значеннями індексу біля будівлі, слід враховувати при оцінці впливу погодних умов на мікроклімат в НП під час літньої спеки.

Оцінка ефективності додаткової механічної вентиляції в НП в спекотний період

Ми припустили, що робота осьових вентиляторів (механічна вентиляція) призведе до зменшення значень ТНІ у НП. Це означає, що прогнози ТНІ, зроблені під час лише природної вентиляції у приміщеннях, повинні бути вищими за значення, отримані під час спостереження в умовах додаткової механічної вентиляції (експерименту), тобто у цьому дослідженні ми застосували принцип порівняння експериментальних даних із даними статистичного прогнозу.

Спочатку всередині приміщення ангарного типу ми вимірювали температуру (Т) і відносну вологість повітря (В) в літній сезон з 12:00 до 14:00 год періодично протягом 4 днів поспіль для розрахунку ТНІ за Kibler (1964) (табл. 24).

Таблиця 24. Медіана температури повітря (Т), відносної вологості (В) та температурно-вологісного індексу (ТНІ) у корпусі ангарного типу з додатковою механічною вентиляцією в літній сезон (12:00 до 14:00 год)

№ / n	Зовні корпусу			Всередині корпусу		
	Т, °С	В, %	ТНІ, од	Т, °С	В, %	ТНІ, од
1/ 119	30.1	30.4	75.2	28.0	38.2	74.0
2/ 29	34.9	26.5	79.7	33.5	27.9	78.4
3/ 58	35.8	24.7	80.3	32.8	30.9	78.3
4/ 29	36.9	23.0	81.0	34.2	26.8	79.4

№: день вимірювання; n: кількість вимірювань

Потім на основі даних ТНІ за межами приміщення, були розраховані (прогнозовані) значення ТНІ всередині корпусу використовуючи рівняння (1). Порівняння даних прогнозу (рис. 13) з реальними значеннями ТНІ всередині приміщення (позначені як експеримент), дійсно виявили відмінності за величиною температурно-вологісного індексу. Можна стверджувати про те, що робота осьових вентиляторів сприяла зменшенню ТНІ у приміщенні ангарного типу на 0,4-1,0 одиниць у най спекотний період доби (з опівдня до 2 год дня), що пов'язане зі збільшенням швидкості руху повітря за рахунок додаткової механічної вентиляції (табл. 25).

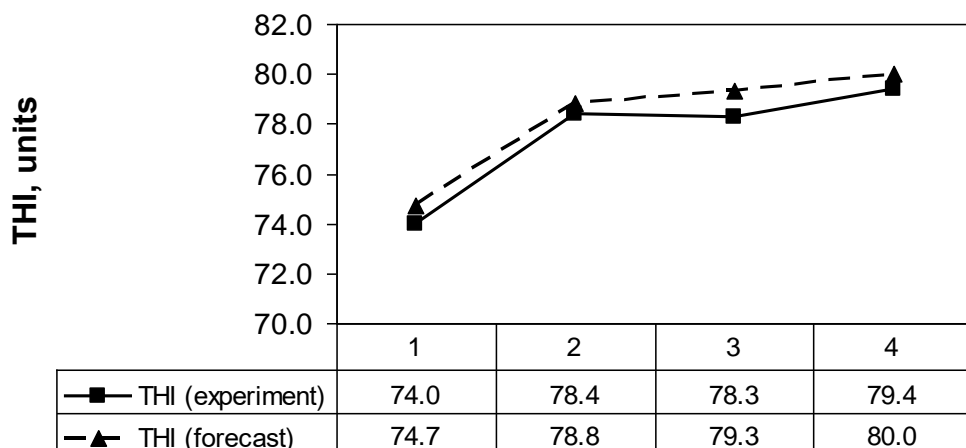


Рис. 13. Порівняння значень температурно-вологісного індексу всередині приміщення з додатковою механічною вентиляцією (ТНІ

experiment) із величиною прогнозу (THI forecast), отриманого за даними зовнішніх температур повітря і відносної вологості.

Таблиця 25. Швидкість руху повітря (м/с) за додаткової механічної вентиляції в корпусі ангарного типу, Me (min–max)

Місце вимірювання	Тип вентиляції	
	природна	механічна
Зона відпочинку тварин (бокси):		
на висоті 0,5 м від підлоги	0.3 (0.2–0.4)	0.4 (0.1–1.8)*
на висоті 1,2 м від підлоги	0.4 (0.2–0.5)	0.6 (0.1–1.5)*
Гнойовий прохід (зі сторони кормового столу): на висоті 1,2 м від підлоги	0.6 (0.2–0.9)	1.9 (0.5–3.6)*

* достовірна різниця ($P < 0,05$) між природною та додатковою механічною вентиляцією

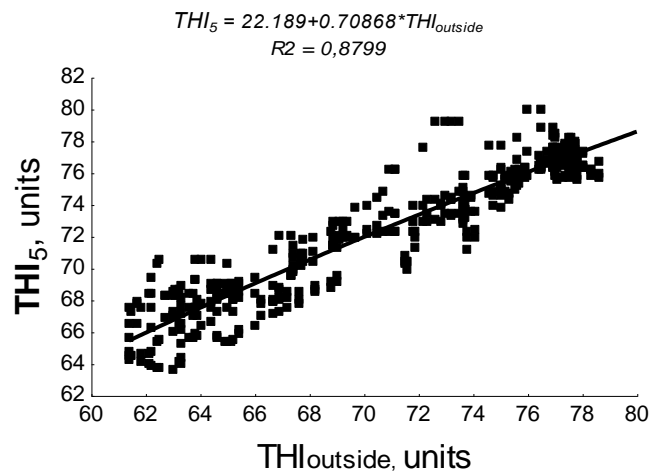


Рис. 14. На діаграмі розсіювання показана залежність температурно-вологісного індексу в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей (THI_5) від значення ТНІ поза будівлею ($THI_{outside}$) за природної вентиляції.

Щоб оцінити ефективність механічної вентиляції в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей, нам спочатку потрібно було побудувати необхідну модель ЛР (рис. 14) для визначення ТНІ всередині приміщення з природною вентиляцією через відкриті штори, виходячи зі значень індексу

зовні будівлі, а потім порівняти оціночні значення (позначені як прогнози) з спостережуваними (експеримент).

Рівняння ЛР, отримане для прогнозування ТНІ в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей за природної вентиляції залежно від значень індексу зовні приміщення, буде виглядати так:

$$TNI_1 = 22,189 + 0,70868 * TNI_{outside} \quad (5)$$

де TNI_5 – температурно-вологісний індекс всередині в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей за природної вентиляції через відкриті штори; $TNI_{outside}$ – температурно-вологісний індекс в зовнішньому середовищі, розрахований за Kibler (1964).

Передбачалося, що спостережувані значення ТНІ, розраховані на основі вимірів температури і відносної вологості всередині будівлі з 12:00 до 16:00 годин за додаткової механічної вентиляції будівлі (табл. 26), будуть нижчими розрахункових значень індексу (TNI_5) через збільшення швидкості руху повітря в молочному корпусі (табл. 27). Дані, отримані в цьому дослідженні, вказують на зниження ТНІ на 0,5 одиниці.

Таблиця 26. Середній показник температурно-вологісного індексу (ТНІ) в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей за додаткової механічної вентиляції, розрахований за Kibler (1964) та прогнозовані значення індексу (TNI_5), розраховані за зарівнянням (5), $n = 72$

Час	ТНІ	TNI_5	Різниця ¹ (+/-)
12:00	78.5	78.2	-0.3
13:00	78.6	78.6	0.0
14:00	78.5	79.0	+0.5
15:00	78.7	78.2	-0.5
16:00	78.4	78.0	-0.4

¹ Позначення менше (-) або більше (+) вказує на те, наскільки прогнозовані значення температурно-вологісного індексу (TNI_5) відрізняються від експериментальних (ТНІ).

Наведені дані вказують на те, що регресійне моделювання для оцінки ефективності додаткової механічної вентиляції доцільно застосовувати лише до 15:00 год., оскільки при прогріванні та збереженні тепла в НП з природною вентиляцією моделі, що враховують зовнішню температуру (а також ТНІ), не будуть працювати через швидше охолодження температури поза приміщенням, ніж всередині.

Таблиця 27. Швидкість руху повітря (м/с) за додаткової механічної вентиляції корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей, Me (min–max)

Місце вимірювання	Тип вентиляції	
	природна	механічна
Зона відпочинку тварин (бокси):		
на висоті 0,5 м від підлоги	0.2 (0–0.3)	0.4 (0.1–0.9) *
на висоті 1,2 м від підлоги	0.3 (0.1–0.6)	0.5 (0.1–1.4) *
Гнойовий прохід (зі сторони кормового столу): на висоті 1,2 м від підлоги	0.5 (0.1–0.7)	1.4 (0.8–2.3) *

* достовірна різниця ($P < 0,05$) між природною та додатковою механічною вентиляцією

Таким чином, лінійні регресійні моделі дозволяють оцінити ефективність додаткової механічної вентиляції, використовуючи значення ТНІ в неізольованих молочних приміщеннях; в нашому випадку ефективність охолодження приміщень становила до 0,5-1,0 одиниць, в залежності від типу будинку.

Оцінка ефективності додаткової механічної вентиляції при охолодженні поверхні тіла корів

Ми визначили, наскільки додаткова механічна вентиляція може бути ефективною при охолодженні поверхні тіла тварин в період спеки, виходячи з принципу порівняння реальних (експеримент) та прогнозованих (ЛР) значень температури тіла молочних корів.

Спочатку температуру тіла тварин ($n = 1634$) вимірювали в приміщенні ангарного типу з природною вентиляцією протягом року. Показники температури повітря (T) та відносної вологості (B) в приміщенні використовували при розрахунку температурно-вологісного індексу (ТНІ) за Kibler (1964) (табл. 28). На основі цих даних була побудована модель ЛР (рис. 15), яка характеризує залежність температури тіла тварин від величини ТНІ в приміщенні.

Таблиця 28. Середня температура поверхні тіла (T_b) корів у приміщенні ангарного типу з природною вентиляцією за різних мікрокліматичних умовах

n	Стан мікроклімату			T_b (°C)
	T (°C)	B (%)	ТНІ (од)	
114	-5.4	63.0	29.6	16.9
12	-3.2	68.0	31.8	18.4
49	-2.5	68.0	32.9	16.7
286	5.1	69.5	44.0	18.5
418	12.9	64.6	55.7	27.3
365	22.5	54.9	68.8	32.7
390	30.7	46.0	78.4	34.4

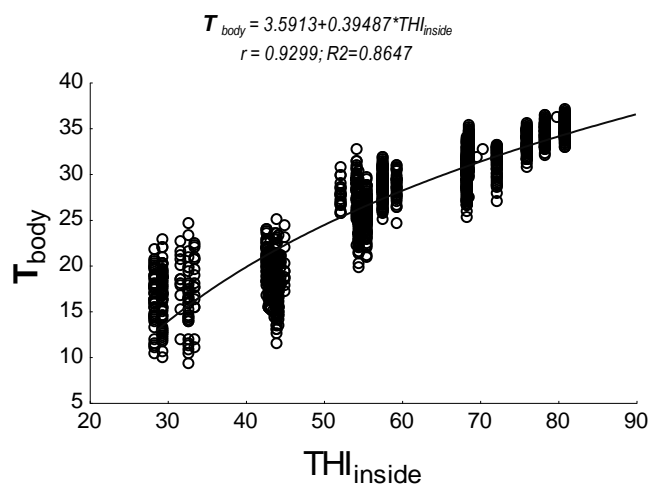


Рис. 15. Діаграма розсіювання показує залежність температури поверхні тіла корів (T_{body}) від величини температурно-вологісного індексу в приміщенні ангарного типу (THI_{inside}) за природної вентиляції.

Рівняння ЛР для прогнозування температури поверхні тіла корів у приміщенні з природною вентиляцією залежно від стану мікроклімату буде мати такий вигляд:

$$T_{body} = 3,5913 + 0,39487 * THI_{inside} \quad (6)$$

де T_{body} – це температура поверхні тіла корів, а THI_{inside} – показник температурно-вологісного індексу в приміщенні, розрахований за Kibler (1964).

Потім, в період літньої спеки ми вимірювали температуру поверхні тіла тварин, одночасно реєструючи температуру та відносну вологість повітря, необхідні для розрахунку температурно-вологісного індексу (ТНІ) за додаткової механічної вентиляції в приміщенні (швидкість руху повітря була наведена в табл. 27).

Встановлено, що температура тіла корів в експерименті за умов роботи осьових вентиляторів виявилася нижчою за прогнозовану (6) на 0,4-0,5 °С (табл. 29).

Таблиця 29. Середня температура поверхні тіла корів під час літньої спеки в сараї за додаткової механічної вентиляції

n	ТНІ (од.)	Температура поверхні тіла корів (°С)			P-value
		прогноз ¹	експеримент ²	різниця	
193	68.5	30.6	30.2	0.4	0.001
62	72.2	32.1	31.6	0.5	0.014

Температурно-вологісний індекс (ТНІ): розрахований за Kibler (1964); температура поверхні тіла: ¹прогнозована – обчислена за рівнянням (6); ²експериментальна – отримана при безпосередньому вимірюванні за додаткової механічної вентиляції.

Таким чином, принцип порівняння експериментальних даних із прогнозами (з використанням регресійного моделювання) може бути одним із корисних інструментів при визначенні ефективності використання додаткової механічної вентиляції в НП під час літньої спеки.

Узагальнюючи результати досліджень, ми пропонуємо алгоритм для прогнозування значень ТНІ в НП під час літньої спеки із використанням регресійного моделювання (рис. 16).

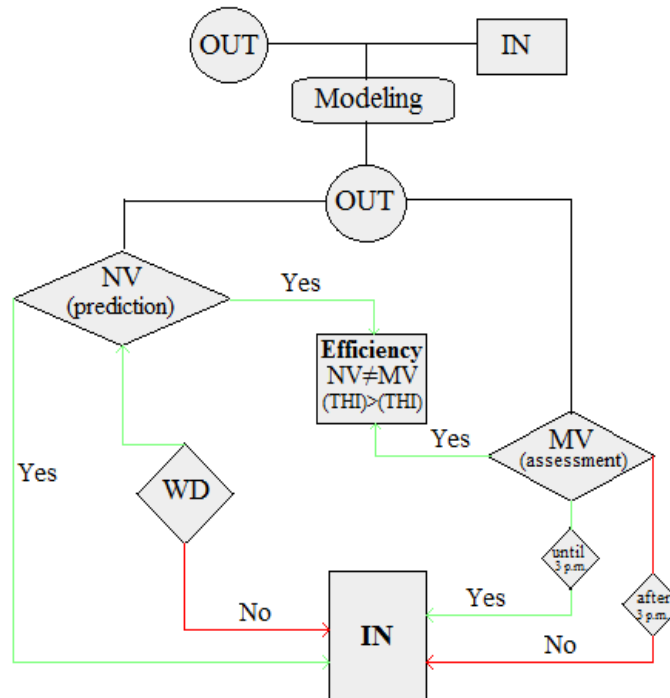


Рис. 16. Алгоритм прогнозування мікроклімату та оцінки ефективності додаткової механічної вентиляції в НП з використанням ЛР (на основі погодних умов зовні приміщення), де NV: природна вентиляція; MV: додаткова механічна вентиляція; WD: дані метеостанції; OUT: погодні умови зовні приміщення; IN: стан повітряного середовища в приміщенні.

Цей алгоритм є певним керівництвом до дій при оцінці та прогнозуванні мікроклімату в НП, що враховує особливості вимірювання параметрів повітряного середовища, вплив окремих факторів на процес вимірювання, а також враховує конструктивні особливості НП.

6. Екологічні заходи

Актуальність проблеми охорони навколишнього середовища в сільському господарстві посилюється в сучасних умовах у зв'язку з процесами забруднення природних ресурсів, використовуваних в аграрному виробництві, промисловими, будівельними та іншими несільськогосподарськими підприємствами. Ці забруднення ведуть до зниження родючості ґрунтів і їх продуктивності, погіршення якості вод, атмосфери, завдають шкоди рослинництву і тваринництву, що призводить до недоотримання сільськогосподарської продукції та погіршення її якості. Таким чином, подальший розвиток аграрного виробництва, його механізація і хімізація земель значно підвищують роль охорони навколишнього середовища в сільському господарстві. І тим не менше на практиці вирішення цього кардинального питання відсувається на другий план. Екологічні вимоги настільки істотні і принципово важливі, що без їх дотримання, неможна говорити про економічну ефективність аграрного виробництва.

Для сільського господарства це має особливо важливе значення, оскільки ця галузь суспільного виробництва, як ніяка інша, тісно пов'язана з живими і неживими об'єктами природи. Тому меліорація, рекультивація, механізація та інші напрямки розвитку сільського господарства можуть примножити силу землі, підвищити її продуктивність, якщо проводити їх з урахуванням екологічних вимог.

МБК «Єкатеринославський» має паркан висотою 2 м. Об'єкт перебуває під постійною охороною і вважаються режимним. В'їзд-виїзд здійснюється виключно через дезбар'єри. Є санпропускник. Ветеринарним спеціалістам заборонено обслуговувати тварин приватного сектору, для уникнення поширення інфекційних хвороб. Комплекс має озеленення, проте воно не достатнє – над цим продовжують працювати.

Від комплексу від житлового сектору відстань складає більш як 400 м. Запроваджено передові екологічно безпечні та ресурсозаощаджуючі технології – сучасні корівники на 2500 голів дійного стада, видалення гною з яких відбувається мінібульдозером із подальшим підземним транспортуванням до гноєсховища самоплинно.

У МБК «Єкатеринославський» запроваджена інноваційна технологія переробки гною та підготовки до внесення органічних добрив на поля, що передбачає використання аератора гною – для постачання кисню до рідкого гною з метою поліпшення діяльності аеробних бактерій. Насичення киснем і змішування прошарків сприяє швидкому зростанню бактерій, утворенню водню і метану. З тваринницьких приміщень гній надходить до накопичувача, а звідти з додаванням води самопливом поступає до системи гноєсховища «лагуна», яка накрита гідроізоляцією, щоб унеможливити потрапляння гноївки до ґрунту. Тверду фракцію гною можна використовувати в якості органічного добрива, а тому на підприємстві останнім часом налагоджено виробництво біологічних добрив на основі відходів галузі тваринництва.

7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1. Дослідження системи управління охороною праці в господарстві

Основні положення з охорони праці в Україні встановлені й регламентуються Конституцією України (основним законом), Кодексом законів про працю, ЗУ «Про охорону праці», а також розробленим на їх основі і відповідно до них нормативно-правовими актами (указами Президента, постановами уряду, правилами, нормами, інструкціями, стандартами та іншими документами).

Основа політики України в галузі охорони праці відображена в Законі «Про охорону праці». Відповідальність за стан охорони праці на підприємстві несе директор. В господарстві є фахівець з охорони праці, який займається загальною організацією і перевіркою стану з охорони праці.

Відповідальність за стан охорони праці в тваринництві наказом директора покладається на головного технолога. У відповідності з діючим законодавством розроблена програма по порядку і видах навчання з охорони праці робітників та службовців та загальна інструкція з охорони праці по підприємству.

Проводяться наступні інструктажі з охорони праці. Вступний інструктаж з особами, яких приймають на роботу. Інструктаж реєструється в журналі реєстрації вступного інструктажу з охорони праці.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять з усіма без винятку особами, яких вперше беруть на роботу. Керівник виробничої дільниці або керуючий роботами проводять первинний інструктаж індивідуально з кожним працівником.

Повторний інструктаж повинен проводитися не пізніше ніж через шість місяців після первинного. Він також реєструється в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці. В господарстві ж повторний інструктаж, як

правило, лише реєструються в журналі, а не проводиться, а на роботах з підвищеною небезпекою його треба проводити.

Позаплановий інструктаж з охорони праці проводиться лише в тому випадку, якщо відбулися зміни в виробничому процесі, введено в роботу нове обладнання, або стався нещасний випадок на виробництві. Також позаплановий інструктаж проводиться при введенні в дію нових стандартів з охорони праці, але часто він проводиться невчасно, з запізненням, або ж зовсім не проводиться. Позаплановий інструктаж також реєструється в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться лише при виконанні працівниками робіт з підвищеною небезпекою. При звичайних разових роботах в господарстві цільовий інструктаж не проводиться. Цільовий інструктаж також реєструється в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці, але на роботи з підвищеною небезпекою не видається наряд-допуск.



Рис. 17. Схема СУОП господарства

Робота з охорони праці здійснюватися на всіх її етапах (рис. 17). В колективному договорі є пункти з покращення охорони праці. Громадський контроль за охороною праці здійснюють представник від трудового колективу і профспілкової організації.

7.2. Дослідження стану охорони праці в господарстві

Організація служби з охорони праці в МВК «Єкатеринославський» відповідає основним вимогам законів, правил та інших нормативно-правових актів. Стан промислової санітарії та санітарно-побутові умови роботи працівників задовільні.

Гардеробна знаходяться в окремому приміщенні молочного комплексу. Весь спецодяг працівників знаходиться в індивідуальних шафках. Тут знаходиться туалетна кімната з умивальниками, до яких підведена холодна та гаряча вода, в достатній кількості є засоби для миття рук. Фінансування всіх заходів по охороні праці проводиться за рахунок господарства. Працівники не несуть ніяких матеріальних витрат на заходи з охорони праці. Але їх фінансування недостатнє, а кошти на охорону праці часто використовується не за призначенням.

Останнім часом робітникам не в повній мірі видається спеціальний одяг та взуття. В господарстві недостатньо засобів індивідуального захисту, а ті, що є не завжди в належному стані, вони часто зношені та несправні і потребують заміни. Наглядна агітація на молочно-виробничому комплексі представлена плакатами та табличками, але деякі з них потребують оновлення.

Є окремий кабінет з охорони праці в адміністративній будівлі господарства. Куточок з охорони праці на полігоні агрономічного підрозділу також давно не оновлювався.

7.3. Аналіз виробничого травматизму

За допомогою статистичного методу, наведеного в методичних матеріалах (С.Г. Годяєв, 2017), нами проведено аналіз виробничого травматизму в господарстві. Згідно цього, знаючи кількість працівників за три останні роки (у 2017-2019 рр. відповідно 336; 352; 376 чоловік) та маючи 1 нещасний випадок в 2017 році розрахуємо та занесемо в таблицю 26 наступні дані.

Коефіцієнт частоти травматизму в K_v

$$K_v = 1 / 352 \times 1000 = 2,8$$

де T - кількість нещасних випадків; P - кількість працівників; 1000-перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму K_g

$$K_g = 60 / 1 = 60$$

де D - кількість днів непрацездатності.

Коефіцієнт втрат робочого часу K_{em}

$$K_{em} = 60 / 352 \times 1000 = 170$$

Таблиця 30. Основні показники виробничого травматизму

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
Кількість працюючих, чол.	336	352	376
Кількість нещасних випадків, од.	-	1	-
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	60	-
- від професійних захворювань, отруєнь	-	-	-
Втрати, тис. грн.:			
- виробничий травматизм	-	3,6	-
- профзахворювання	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	2,8	-
Коефіцієнт важкості травматизму	-	60	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	170	-

Наведені в таблиці дані свідчать, що за останні три роки ситуація щодо охорони праці на підприємстві істотно покращилась, на що вказує досить низький рівень травматизму (1 нещасний випадки в 2017 році), який стався через необережне поводження з коровами.

7.4. Розробка проекту інструкції з охорони праці під час проведення санітарних заходів

7.4.1. Загальні вимоги

До роботи з дезінфікуючими засобами допускаються особи не молодші 18 років, що не мають медичних протипоказань, пройшли виробниче навчання, вступний і первинний на робочому місці інструктажі по охороні праці.

Проведення санітарних заходів дозволяється проводити тільки під контролем ветеринарного лікаря (фельдшера), агронома-хіміка. При цьому не допускається присутність сторонніх осіб.

До роботи з пестицидами і особливо небезпечними речовинами працюючі допускаються тільки по письмовому наряду-допуску.

При проведенні санітарних заходів на працюючих можуть діяти такі небезпечні і шкідливі фактори: хімічні речовини в повітрі робочої зони; пожежна небезпека.

Працюючі зайняті проведенням санітарних заходів повинні знати характер дії шкідливих факторів на організм людини, безпечні методи виконання робіт, правила техніки безпеки, пожежної безпеки, виробничої санітарії і особистої гігієни, надання долікарської допомоги.

Спецодяг, спецвзуття і інші засоби індивідуального захисту повинні бути справними і використовуватися за призначенням.

Тривалість робочого дня з фосфорорганічними, сильнодіючими і високотоксичними речовинами – 4 години з допрацюванням двох годин на інших роботах не пов'язаних з отрутохімікатами, з рештою хімікатів тривалість робочого дня – 6 годин.

При проведенні санітарних заходів із використанням аерозольних генераторів необхідно мати під рукою засоби пожежогасіння (вогнегасники, лопату, лом).

Не допускається присутність в робочій зоні сторонніх осіб, розпивання спиртних напоїв, куріння, робота в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

Працюючий повинен виконувати тільки ту роботу по якій пройшов інструктаж і на виконання якої отримав завдання, не передоручати виконання своєї роботи іншим.

Установку для санітарної обробки слід розміщувати з підвітряної сторони приміщення, не загроможувати проходи і проїзди. Знати розміщення і вміти користуватися засобами сигналізації і пожежогасіння.

При виявленні несправності обладнання, інструментів, при порушенні норм безпеки, пожежі, аварії чи травмуванні працівників негайно повідомити про це керівника робіт (завідуючого фермою, бригадира і т.д.).

Особи, що порушують вимоги даної інструкції притягуються до відповідальності згідно законодавства.

7.4.2. Вимоги безпеки праці перед початком роботи

Визначити порядок проведення санітарних заходів, перевірити справність обладнання, виставити знаки безпеки, одягнути спецодяг.

З приміщення видалити тварин, відключити електроенергію. Відключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

Перевірити герметичність з'єднань фланців, штуцерів, справність манометра, запобіжні клапани повинні бути відрегульовані на робочий тиск і опломбовані.

Перевірити наявність і комплектність аптечки, в ній обов'язково повинні бути речовини для нейтралізації, використовуваних дезінфікуючих засобів.

Місце роботи забезпечити чистою водою, милом, рушником.

Препарати для проведення санітарних обробок видаються в кількості, необхідній на одну робочу зміну.

Готування розчину дезінфікуючих засобів проводять у відведеному для цієї мети місці.

7.4.3. Вимоги безпеки праці під час роботи

Об'єкти, де проводяться роботи особливо небезпечними препаратами, повинні охоронятись. Охорона розміщується на відстані не менше 50 м від об'єкта. На всіх підступах до місця роботи виставляються попереджувачі написи: “Небезпечно – отруєно!” і “Вхід заборонено”.

Аерозолі вводять в приміщення з навітряної сторони через вікно чи отвір в стіні, не допускаючи розсіювання аерозолу за межі оброблюваного приміщення.

При обробі стін приміщення, стерегтися, щоб струмінь розчину не потрапив на оголений провід електромережі, що може привести до ураження електричним струмом.

Забороняється заходити в зону оброблену отруйними і сильнодіючими речовинами, вживати їжу під час роботи з дезінфікуючими засобами, хімікатами і бактеріальними препаратами.

Роботи по внесенню порошкових дезінфікуючих засобів проводять в безвітряну погоду або при слабому вітрі, починаючи з підвітряної сторони на ділянці, яку обробляємо.

При роботі з використанням машин і обладнання, що працює під тиском, слідкувати за показами манометра, не допускаючи підвищення тиску вище вказаного в паспорті.

Готувати прилади з антикоагулянтами і гостро діючими засобами слід в приміщенні з доброю вентиляцією, використовуючи витяжну шафу чи на відкритому повітрі.

При роботі установок з двигунами внутрішнього згорання необхідно забезпечити видалення відпрацьованих газів за межі приміщення.

Агресивні рідини в скляній тарі можна переносити в корзинах з двома ручками заповнених стружкою.

Небезпечно ставати на кришки люків, перекриття каналів не впевнившись в їх надійності. Переходити через траншеї слід по містках з перилами.

Не можна проводити запуск і зупинку апаратів і т.д. (крім аварійної зупинки) на яких ви не працюєте.

Не можна сідати, ставати, класти одяг і т.д. на захисні кожухи і огороження небезпечних вузлів машин і обладнання.

Розлиті на підлогу горючі та інші матеріали повинні негайно прибиратись.

Прибирання розлитих кислот і лугів, приготування дезінфікуючих розчинів виконують в протигазах з коробкою марки "В".

Не можна працювати на обладнанні зі знятими чи пошкодженими засобами захисту (кожухи, заземлення і т.д.).

Постійно контролювати і підтримувати нормальний хід технологічного процесу. Своєчасно повідомляти черговому електрику, слюсарю чи керівнику робіт про виявленні відхилення.

7.4.4. Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

При виявленні пожежі працюючий повинен: негайно повідомити про це начальника ПСО, найближчу пожежну частину чи чергового райвідділу внутрішніх справ та завідуючого фермою; подати сигнал тривоги; приступити до гасіння пожежі підручними засобами, про необхідності організувати евакуацію людей і тварин з небезпечної зони.

Рухатись в задимленому приміщенні слід вздовж стін прикривши рот і ніс мокрим платком.

Якщо загорівся одяг, кого зривають або гасять, обгорнувши людину щільною тканиною (ковдра, кошма, брезент і т.д.).

При розриві шлангів, роз'єднання штуцерів і шлангів необхідно припинити подачу розчину і усунути несправність.

При нещасному випадку потерпілому необхідно надати першу допомогу, про випадок повідомити керівника робіт, при необхідності потерпілого відправити в лікарню.

До повного розслідування зберегти на робочому місці обставини і обладнання такими, якими вони були в момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю і здоров'ю працюючих і не порушить безперервного технологічного процесу).

7.4.5. Вимоги безпеки праці після закінчення роботи

По закінченні роботи установки, апарати, посуд, що використовувався для приготування розчинів, необхідно промити нейтралізуючим розчином та чистою водою

Після приготування прилад весь посуд, лотки і т.д., що були в контакті з отрутою чи культурами бактерій ретельно миють гарячим 2 %-овим розчином соди.

По закінченню дератизаційних робіт збирають залишки прилад і трупи гризунів. Трупи збирають лопатою, совком або руками в гумових рукавичках, закопують в землю на глибину не менше 0,5 м, з обробленням 10%-ю сумішшю хлорного вапна, 5%-овим розчином лізолу або спалюють. Рештки прилад спалюють.

Спецодяг після роботи необхідно скинути, витрусити, провітрити і просушити. Зберігати спецодяг необхідно в спеціальних шафах.

Гумові частини протигазів і респіраторів ретельно мить теплою водою з милом, протирають ватним тампоном, змоченим 0,5%-овим розчином марганцевокислого калію, знову промивають чистою водою, просушують при кімнатній температурі. Так само проводиться дезактивація гумового взуття і рукавичок.

Після роботи лице і руки необхідно вмити теплою водою з милом, прийняти душ.

7.5. Рекомендації з поліпшення стану з охорони праці на підприємстві

Для поліпшення стану охорони праці необхідно:

- забезпечити достатній рівень фінансування з метою повного вирішення питань організації безпечної праці на виробництві та оздоровлення працівників;
- обов'язкове вчасне проведення та реєстрація всіх повторних, позапланових та цільових інструктажів;
- забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту та спецодягом в повному обсязі, згідно діючих норм;
- своєчасно проводити навчання з охорони праці та медичні огляди.
- поновити куточки з охорони праці на молочно-виробничому комплексі та агрономічному полігоні.

7.6. Дії в надзвичайних ситуаціях.

Проведення рятувальних робіт в осередку (зоні) хімічного ураження

Викиди хімічного виробництва, дуже високої токсичності, значної різноманітності і концентрації представляють значну загрозу для людини і усієї біоти.

На різноманітних хімічних виробництвах Дніпропетровська і області атмосферне повітря забруднюють оксиди сірки, з'єднання фтору, аміак, хлор, нітрогази (суміш оксидів азоту, хлористі сполуки, сірководень, неорганічний пил і т.п.)

Сильно діючі отруйні речовини – це такі речовини, або сполуки, які при певній кількості, що перебільшує граничне допустимі величини концентрації (щільності зараження), проявляють шкідливу дію на людей, тварин і рослин і викликають у них ураження різного ступеня важкості.

Об'єкти, на яких використовуються СДОР, є потенційними джерелами техногенної небезпеки – це хімічно небезпечні об'єкти (ХНО).

Хімічно небезпечні об'єкти – об'єкти господарювання, при аваріях або зруйнуванні яких можуть стати техногенні небезпеки з масовим ураженням людей і навколишнього, середовища

Аварія на ХНО створює значну небезпеку як для виробничого персоналу, так і для населення. Величина цієї небезпеки тим більша, чим вище ступінь токсичної небезпеки хімічного ураження.

При виникненні хімічного ураження негайно оповіщаються сигналом «Хімічна тривога» робітники, службовці і населення, що знаходяться в зоні зараження й у районах, яким загрожує небезпека зараження. Підготовляються формування для проведення рятувальних робіт. Для проведення рятувальних робіт у першу чергу залучаються: санітарні дружини, зведені загони (команди, групи), команди (групи) знезаражування, формування механізації.

Усім формуванням указуються: місця забору води для санітарно-технічних нестатків, пункти спеціальної обробки; пункт збору і порядок дій після виконання задачі.

У зоні хімічного ураження насамперед виявляється яка необхідна допомога ураженим, проводиться їхнє сортування й організується евакуація в медичні установи. Вогнище ураження охоплюється – проводиться знезаражування місцевості, транспорту, споруджень, а також санітарна обробка. У першу чергу вдягаються протигази на уражених, їм виявляється перша медична допомога, вводяться антидоти.

Для своєчасного вжиття заходів по захисту населення є система сповіщення. При загрозі хімічного ураження, а також при аваріях на хімічно

небезпечних об'єктах сигнали небезпеки передаються за допомогою гудків, сигналів автомобілів; по місцевому радіо і телебаченню передається сигнал «Увага всім!».

Почувши сигнал «Увага всім!», потрібно негайно включити радіо і телевізор і прослухати інформацію про характер зараження і інструкції про порядок дій під час аварії. Під час аварії не треба панікувати.

Почувши інформацію про аварію, необхідно надіти індивідуальні засоби захисту органів дихання і шкіри (протигаз, респіратор, ватно-марлеву пов'язку, одяг, що закриває усі відкриті ділянки тіла, у тому числі руки і голову).

Закрити вхідні двері, вікна і кватирки (в першу чергу з навітряного боку), відключити електроприлади, перекрити газ, погасити вогонь в печах.

Заклеїти вентиляційні отвори щільним матеріалом або папером, не щільність віконних отворів заклеїти зсередини лейкопластиром, скотчем, папером або ущільнити підручними матеріалами: ватою, поролоном, м'яким шнуром. Ущільнити двері вологим матеріалом (мокрою ковдрою, простирадлом).

Узяти документи, цінні речі, при необхідності теплий одяг і триденний запас продуктів харчування, що не псуються.

Попередити сусідів, швидко, без паніки вийти з будівлі, сховатися в найближчому притулку або покинути район аварії.

Виходити із зони ураження потрібно убік, перпендикулярну напряму вітру. При аваріях з викидом хлору уникати переходу через тунелі, яри, лощини, оскільки хлор концентрується в низинах.

Якщо відсутні засоби індивідуального захисту, поблизу немає притулку і немає можливості покинути район аварії, залишайтеся в приміщенні, включіть радіо і чекайте повідомлення.

У осередку хімічного ураження із-за небезпеки вибуху не можна користуватися відкритим вогнем, газом, побутовими електроприладами з відкритими спіралями, включати вимикачі.

Якщо ви виявилися на вулиці під час повідомлення про аварію, захистите органи дихання частинами одягу і негайно спрямовуйтеся в найближчий притулок.

Вийшовши із зони ураження, зніміть верхні речі і протигаз, прийміть душ з милом, ретельно промийте очі теплою водою, прополощіть рот.

При наданні першої медичної допомоги в зоні аварії з викидом аміаку потерпілого в першу чергу необхідно винести із зони з підвищеною концентрацією аміаку, на дихальні шляхи слід накласти ватно-марлеву пов'язку, змочену 5 % -овим розчином лимонної кислоти.

При наданні першої допомоги при отруєнні хлором потерпілого в першу чергу потрібно винести із зони з підвищеною концентрацією хлору на піднесене, добре провітрюване місце. При цьому на дихальні шляхи потерпілого слід накласти ватно-марлеву пов'язку, змочену або водою, або 2%-овим розчином питної соди.

Висновки і пропозиції

1. Сучасні енергозберігаючі (неізолювані) тваринницькі приміщення для молочної худоби вимагають нових підходів до вимірювання та оцінювання стану повітряного середовища через особливості формування мікроклімату. Використання з цією метою дистанційних датчиків безперервної реєстрації температурно-вологісних параметрів повітря може бути корисним інструментом для оцінки і прогнозування комфорту тварин.

2. Виявлено не лише відмінності між станом повітряного середовища в середині і зовні приміщень, але й істотну різницю в його формуванні в різних частинах приміщень. Вони були пов'язані із розміщенням корівників відносно сторін світу – тобто інтенсивності прогрівання окремих частин приміщень сонячними променями впродовж світлового періоду доби. Не дивлячись на високу залежність клімату в корівниках від стану зовнішнього середовища, їх конструктивні особливості дозволяють запобігти надмірному перегріванню повітря в період денної спеки з одного боку (створюючи тіньовий захист для тварин), а з іншого – призводять до затримки нагрітого повітря в приміщеннях, коли в оточуючому середовищі воно охолоджується – тим самим подовжуючи вплив підвищених температур на організм. Виявлені особливості щодо формування стану повітряного середовища вказують на необхідність диференційованого підходу до режиму і тривалості застосування систем охолодження впродовж доби для різних частин приміщення з природною вентиляцією.

3. Результати дослідження вказують на те, що використання лінійної регресії мало високу точність прогнозування (93–96%) ТНІ в НП різного типу під час літньої спеки. Виявлені відмінності між показниками температури повітря, відносної вологості та величини ТНІ біля приміщень та даними найближчих метеостанцій, свідчить про обережність використання цих даних для прогнозу мікроклімату та реакції тварин на екстремальні погодні умови.

4. Встановлено, що навіть цілодобове застосування потужних осьових вентиляторів було недостатнім для створення задовільних умов мікроклімату в місці відпочинку тварин (оскільки вони знижували величину температурно-вологісного індексу лише на 0,4-1,0 одиниць та охолоджували поверхню тіла корів на 0,4-0,5 °С). Перевищення комфортного для корів значення (ТНІ>68) більш як 18 годин на добу, вказує на необхідність застосування додаткових технічних рішень (наприклад, дрібнокрапельного зрошення) для нормалізації мікроклімату в корівниках в жаркий літній період.

Пропозиції

1. Реєстрацію температури та вологості в сучасних неізолюваних приміщеннях слід проводити за допомогою дистанційних датчиків, розміщуючи їх у місцях відпочинку тварин, або в інших «проблемних» точках приміщення (для кожного індивідуально, виходячи із конструктивних особливостей).

2. Оцінювання стану комфорту корів за екстремальних високих температур повітря при цілорічному безприв'язному утриманні тварин в неізолюваних приміщеннях повинно проводитися шляхом розрахунку температурно-вологісного індексу.

3. Для прогнозування стану комфорту тварин в неізолюваних приміщеннях в спекотний період року пропонуємо використовувати запропонований нами принцип побудови регресійних моделей (за одночасної реєстрації параметрів у приміщенні та зовні).

Список літератури

1. Второй В.Ф., Вторый С.В., Ильин Р.М. Модель температурно-влажностного режима коровника в зависимости от параметров внешней среды. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2018. № 96. С. 203-209.
2. Второй В.Ф., Вторый С.В., Ланцова Е.О. Графическая информационная модель состояния микроклимата в коровнике. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. №89. С. 183-189.
3. Горбачев М.И. Экономическая эффективность модернизации животноводства в хозяйствах московской области. Международный технико-экономический журнал. 2010. № 1. С. 15-20.
4. Гридин В.Ф., Тягунов Р.С. Параметры микроклимата коровника при беспривязной технологии в различные сезоны года. Аграрный вестник Урала. 2012. № 11-2 (106). С. 25-26.
5. Ильин Р.М., Вторый С.В. Обоснование параметров системы мониторинга микроклимата в животноводческих помещениях. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. № 92. С. 212-217.
6. Лошкарев И.Ю., Аберяшев А.Я., Лошкарев В.И. Оценка эффективности внедрения светоаэратора в систему вентиляции коровника. В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы IX международной научно-практической конференции. Под общ. ред. Трушкина В.А.. 2018. С. 104-105.
7. Мартынова Е.Н., Ястребова Е.А. Оценка параметров микроклимата животноводческих помещений в зависимости от сезонов года и выявление критических точек. Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2013б. № 2 (35). С. 13-15.

8. Мероприятия по стабилизации микроклимата в животноводческих помещениях в жарких погодных условиях / Р.В. Милостивый, М.П. Высокос, Е.В. Прилуцкая, В.А. Тихоненко. Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России. Ставрополь, 2016. С. 291–295.

9. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах студентів біотехнологічного факультету. Спеціальність: 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» ОС: магістр /Дніпропетр. держ. агр.-ек. ун-т. Дніпропетровськ, 2017 – 20 с.

10. Методологічні основи та методи наукових досліджень у ветеринарній гігієні, санітарії та експертизі: навч.-метод. посіб. / [П. П. Антоненко, А. В. Доровських, М. П. Высокос та ін.] ; Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро: «Свідлер А. Л.», 2018. – 276 с.

11. НПАОП 01.2-1.10-05 Правила охорони у тваринництві. Велика рогата худоба. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці України 06.12.2004 № 268.

12. Охрана труда в агропромышленном комплексе Украины. Учебник / А.С. Беликов, С.Г. Годяев, В.В. Сафонов [и др.]. – Черкасы: Издательство «Чабоненко», 2014. – 646 с.

13. Сизова Ю.В., Тараканов Д.А., Матвеев В.Ю., Лазуткин А.Е., Гришин Н.Е. Исследование зависимости показателей микроклимата от сезона года. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 4. С. 167-171.

14. Софронов В.Г. Влияние микроклимата на организм и молочную продуктивность дойных коров // Софронов В.Г., Данилова Н.И., Шамилов Н.М., Кузнецова Е.Л. / Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2016. Т. 227. № 3. С. 82-85.

15. Тимошенко В.Н., Музыка А.А., Москалёв А.А., Кирикович С.А., Шматко Н.Н., Шейграцова Л.Н., Пучка М.П., Тимошенко М.В. Влияние

технико-технологических решений на формирование среды обитания коров в условиях ферм и комплексов. Зоотехническая наука Беларуси. 2017. Т. 52. № 2. С. 216-223.

16. Трофимов А.Ф., Тимошенко В.Н., Музыка А.А., Москалев А.А., Ковалевский И.А., Шейграцова Л.Н. Формирование микроклимата в животноводческих помещениях различного типа для содержания лактирующих коров. Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2014. Т. 50. № 2-1. С. 331-335.

17. Федоренко И.Я., Капустин Н.И., Капустин В.Н., Бырдин И.Н. Математическое моделирование свободной (естественной) конвекции в животноводческих помещениях большой вместимости. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 11 (73). С. 66-70.

18. Формирование микроклимата в животноводческих помещениях различного типа для содержания лактирующих коров / А.Ф. Трофимов и др. Ученые записки УО Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2014. Т. 50. № 2-1. С. 331–335.

19. Allen, J. D., Hall, L. W., Collier, R. J., & Smith, J. F. (2015). 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*, 98(1), 118–127. doi:10.3168/jds.2013-7704

20. Andreasen, S. N., & Forkman, B. (2012). The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4961–4967. doi:10.3168/jds.2011-5169

21. Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escalera, L. A. (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965–977. doi:10.1016/j.talanta.2008.05.019

22. Bjerg, B., Norton, T., Banhazi, T., Zhang, G., Bartzanas, T., Liberati, P., ... Marucci, A. (2013). Modelling of ammonia emissions from naturally ventilated livestock buildings. Part 1: Ammonia release modelling. *Biosystems Engineering*, 116(3), 232–245. doi:10.1016/j.biosystemseng.2013.08.001
23. Broucek, J., Ryba, S., Dianova, M., Uhrincat, M., Soch, M., Sistkova, M., ... Novak, P. (2019). Effect of evaporative cooling and altitude on dairy cows milk efficiency in lowlands. *International Journal of Biometeorology*. doi:10.1007/s00484-019-01828-5
24. Broucek, J., Ryba, S., Dianova, M., Uhrincat, M., Soch, M., Sistkova, M., ... Novak, P. (2019). Effect of evaporative cooling and altitude on dairy cows milk efficiency in lowlands. *International Journal of Biometeorology*. doi:10.1007/s00484-019-01828-5
25. Bustos-Vanegas, J. D., Hempel, S., Janke, D., Doumbia, M., Streng, J., & Amon, T. (2019). Numerical simulation of airflow in animal occupied zones in a dairy cattle building. *Biosystems Engineering*, 186, 100–105. doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.07.002
26. Collier, R. J., Dahl, G. E., & VanBaale, M. J. (2006). Major Advances Associated with Environmental Effects on Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1244–1253. doi:10.3168/jds.s0022-0302(06)72193-2
27. Cook, N. B., Mentink, R. L., Bennett, T. B., & Burgi, K. (2007). The Effect of Heat Stress and Lameness on Time Budgets of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1674–1682. doi:10.3168/jds.2006-634
28. Dahl, G. E., Tao, S., & Monteiro, A. P. A. (2016). Effects of late-gestation heat stress on immunity and performance of calves. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 3193–3198. doi:10.3168/jds.2015-9990
29. Frederick Teye, Hannu Gröhn, Matti Pastell, Mikko Hautala, Aime Pajumägi, Jaan Praks, ... Jukka Ahokas. (2006). Microclimate and gas emissions in cold uninsulated dairy buildings. 2006 Portland, Oregon, July 9-12, 2006. doi:10.13031/2013.20936

30. Fregonesi, J. A., Tucker, C. B., & Weary, D. M. (2007). Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(7), 3349–3354. doi:10.3168/jds.2006-794
31. Gunn, K. M., Holly, M. A., Veith, T. L., Buda, A. R., Prasad, R., Rotz, C. A., ... Stoner, A. M. K. (2019). Projected heat stress challenges and abatement opportunities for U.S. milk production. *PLOS ONE*, 14(3), e0214665. doi:10.1371/journal.pone.0214665
32. Heinicke, J., Ibscher, S., Belik, V., & Amon, T. (2019). Cow individual activity response to the accumulation of heat load duration. *Journal of Thermal Biology*, 82, 23-32. doi: 10.1016/j.jtherbio.2019.03.01110:859–884.
33. Hempel, S., König, M., Menz, C., Janke, D., Amon, B., Banhazi, T. M., ... Amon, T. (2018). Uncertainty in the measurement of indoor temperature and humidity in naturally ventilated dairy buildings as influenced by measurement technique and data variability. *Biosystems Engineering*, 166, 58–75. doi:10.1016/j.biosystemseng.2017.11.004
34. Hempel, S., Menz, C., Pinto, S., Galán, E., Janke, D., Estellés, F., ... Amon, T. (2019). Heat stress risk in European dairy cattle husbandry under different climate change scenarios - uncertainties and potential impacts. *Earth Syst. Dynam. Discuss.* doi:10.5194/esd-2019-15
35. Hempel, S., Saha, C. K., Fiedler, M., Berg, W., Hansen, C., Amon, B., & Amon, T. (2016). Non-linear temperature dependency of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy barn. *Biosystems Engineering*, 145, 10–21. doi:10.1016/j.biosystemseng.2016.02.006
36. Herbut, P., Angrecka, S., & Walczak, J. (2018). Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle—a review. *International Journal of Biometeorology*, 62(12), 2089–2097. doi:10.1007/s00484-018-1629-9
37. Hillman, P. E., Lee, C. N. & Willard, S. T. (2005). Thermoregulatory responses associated with lying and standing in heat-stressed dairy cows. *Transactions of the ASAE*, 48(2), 795–801. doi:10.13031/2013.18322

38. Izhboldina, O., Mylostyvyi, R., Khramkova, O., Pavlenko, O., Kapshuk, N., Chernenko, O., Matsyura, A., Hoffmann, G. (2020). Effectiveness of additional mechanical ventilation in naturally ventilated dairy housing barns during heat waves. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(3), 56-62. doi: 10.15421/2020_133.
39. Ji, B., Banhazi, T., Ghahramani, A., Bowtell, L., Wang, C., & Li, B. (2019). Modelling of heat stress in a robotic dairy farm. Part 2: Identifying the specific thresholds with production factors. *Biosystems Engineering*. doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.11.005
40. Jovović, V., Pandurević, T., Važić, B., & Erbez, M. (2019). Microclimate parameters and ventilation inside the barns in the lowland region of Bosnia and Herzegovina. *Journal of Animal Science of bih*, 1(2). doi:10.7251/jas1502014j
41. Maniatis, S., Chronopoulos, K., Matsoukis, A., & Kamoutsis, A. (2017). Statistical Models in Estimating Air Temperature in a Mountainous Region of Greece. *Current World Environment*, 12(3), 544–549. doi:10.12944/cwe.12.3.07
42. Maniatis, S., Chronopoulos, K., Matsoukis, A., & Kamoutsis, A. (2017). Statistical Models in Estimating Air Temperature in a Mountainous Region of Greece. *Current World Environment*, 12(3), 544–549. doi:10.12944/cwe.12.3.07
43. Matsoukis, A., & Chronopoulos, K. (2017). Estimating Inside Air Temperature of a Glasshouse Using Statistical Models. *Current World Environment*, 12(1), 01–05. doi:10.12944/cwe.12.1.01
44. Mondaca, M. D., & Choi, C. Y. (2016). A computational fluid dynamics model of a perforated polyethylene tube ventilation system for dairy operations. *Transactions of the ASABE*, 59(6), 1585-1594. doi:10.13031/trans.59.11909
45. Monteny, G.-J., Bannink, A., & Chadwick, D. (2006). Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(2-3), 163–170. doi:10.1016/j.agee.2005.08.015
46. Morabito, E., Barkema, H. W., Pajor, E. A., Solano, L., Pellerin, D., & Orsel, K. (2017). Effects of changing freestall area on lameness, lying time, and

leg injuries on dairy farms in Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 6516–6526. doi:10.3168/jds.2016-12467

47. Müschner-Siemens, T., Hoffmann, G., Ammon, C., & Amon, T. (2020). Daily rumination time of lactating dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Thermal Biology*, 88, 102484. doi:10.1016/j.jtherbio.2019.102484

48. Müschner-Siemens, T., Hoffmann, G., Ammon, C., & Amon, T. (2020). Daily rumination time of lactating dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Thermal Biology*, 88, 102484. doi:10.1016/j.jtherbio.2019.102484

49. Mylostyvyi, R. (2019). Estimation of the heat stress probability in cows in an uninsulated cowshed during summer heat. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 103(3), 88–97. doi:10.31521/2313-092x/2019-3(103)-11.

50. Mylostyvyi, R. V., Chernenko, O. M., Izhboldina, O. O., Puhach, A. M., Orishchuk, O. S., & Khmeleva, O. V. (2019). Ecological substantiation of the normalization of the state of the air environment in the uninsulated barn in the hot period. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 84–91. doi:10.15421/2019_713.

51. Mylostyvyi, R., & Izhboldina, O. (2019). Climate assessment in modern sustainable cattle barns using temperature-humidity index. *New Stages of Development of Modern Science in Ukraine and EU Countries*. doi:10.30525/978-9934-588-15-0-134.

52. Mylostyvyi, R., Chernenko, O., & Lisna, A. (2019). Prediction of comfort for dairy cows, depending on the state of the environment and the type of barn. *Development of Modern Science: The Experience of European Countries and Prospects for Ukraine*. doi:10.30525/978-9934-571-78-7_53.

53. Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Chernenko, O., Khramkova, O., Kapshuk, N., & Hoffmann, G. (2020). Microclimate modeling in naturally ventilated dairy barns during the hot season: Checking the accuracy of forecasts. *Journal of Thermal Biology*, 93, 102720. doi: 10.1016/j.jtherbio.2020.102720.

54. Mylostyvyi, R., Vysokos, M., Timoshenko, V., Muzyka, A., Vtoryi, V., Vtoryi, S., Chernenko, O., Izhboldina, O., Khmeleva, O., & Hoffmann, G. (2020). Features of the formation and monitoring of the microclimate in non-

insulated barns: unresolved issues. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(2), 73–85. doi: 10.32819/2020.82011.

55. Nordlund, K. V., Strassburg, P., Bennett, T. B., Oetzel, G. R., & Cook, N. B. (2019). Thermodynamics of standing and lying behavior in lactating dairy cows in freestall and parlor holding pens during conditions of heat stress. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6495–6507. doi:10.3168/jds.2018-15891

56. Ortiz, X. A., Smith, J. F., Rojano, F., Choi, C. Y., Bruer, J., Steele, T., ... Collier, R. J. (2015). Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1759–1771. doi:10.3168/jds.2014-8583

57. Pajumägi, A., Poikalainen, V., Veermäe, I., & Praks, J. (2008). Spatial distribution of air temperature as a measure of ventilation efficiency in large uninsulated cowshed. *Building and Environment*, 43(6), 1016–1022. doi:10.1016/j.buildenv.2007.02.015

58. Patbandha, T.K., Sarma, M.P., Pata, B.A., Ravikala, K., Savaliya, B.D. and Kadam, S.J. (2018). Effect of microclimate on body temperature of black and white coloured breeds of goat. *Indian J. Anim. Prod. Mgmt*, 34 (1-2): 80-85

59. Patbandha, T.K., Sarma, M.P., Pata, B.A., Ravikala, K., Savaliya, B.D. and Kadam, S.J. (2018). Effect of microclimate on body temperature of black and white coloured breeds of goat. *Indian J. Anim. Prod. Mgmt*. Vol. 34 (1-2): 80-85.

60. Pinto, S., Hoffmann, G., Ammon, C., Amon, B., Heuwieser, W., Halachmi, I., ... Amon, T. (2019). Influence of Barn Climate, Body Postures and Milk Yield on the Respiration Rate of Dairy Cows. *Annals of Animal Science*, 19(2), 469–481. doi:10.2478/aoas-2019-0006

61. Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8645–8657. doi:10.3168/jds.2017-12651

62. Poteko, J., Zähler, M., & Schrade, S. (2019). Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy

farming: A meta-analysis. *Biosystems Engineering*, 182, 16–28.
doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.03.012

63. Poteko, J., Zähler, M., & Schrade, S. (2019). Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming: A meta-analysis. *Biosystems Engineering*, 182, 16–28.
doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.03.012

64. Puhach, A. M., Vysokos, M. P., Mylostyvyi, R. V, Tiupina, N. V., & Kalinichenko, A. O. (2016). Pristrij dlja zvolozhennja ta oholodzhennja povitrja v tvarinnic'komu primishhenni [Device for humidifying and cooling air in animal housing]. Ukraine Patent No. 108437 (in Ukrainian).

65. Saha, C. K., Ammon, C., Berg, W., Fiedler, M., Loebstin, C., Sanftleben, P., ... Amon, T. (2014). Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions. *Science of The Total Environment*, 468-469, 53–62.
doi:10.1016/j.scitotenv.2013.08.015

66. Sahu, D., Mandal, D., Bhakat, C., Chatterjee, A., Mandal, A., & Mondal, M. (2018). Effects of Roof Ceiling and Sand Flooring on Microclimate of Shed and Physiological Indices of Crossbred Jersey Cows. *International Journal of Livestock Research*, 8(4), 272-280. <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20171012061118>

67. Sanchis, E., Calvet, S., Prado, A. del, & Estellés, F. (2019). A meta-analysis of environmental factor effects on ammonia emissions from dairy cattle houses. *Biosystems Engineering*, 178, 176–183.
doi:10.1016/j.biosystemseng.2018.11.017

68. Schrade, S., Zeyer, K., Gygax, L., Emmenegger, L., Hartung, E., & Keck, M. (2012). Ammonia emissions and emission factors of naturally ventilated dairy housing with solid floors and an outdoor exercise area in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 47, 183–194. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.11.015

69. Schüller, L. K., Burfeind, O. & Heuwieser, W. (2013). Short communication: Comparison of ambient temperature, relative humidity, and temperature-humidity index between on-farm measurements and official

meteorological data. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7731-7738. doi:10.3168/jds.2013-6736

70. Schüller, L.-K., Burfeind, O., & Heuwieser, W. (2016). Effect of short- and long-term heat stress on the conception risk of dairy cows under natural service and artificial insemination breeding programs. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2996–3002. doi:10.3168/jds.2015-10080

71. Schüller, L.-K., Burfeind, O., & Heuwieser, W. (2016). Effect of short- and long-term heat stress on the conception risk of dairy cows under natural service and artificial insemination breeding programs. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2996–3002. doi:10.3168/jds.2015-10080

72. Sultan, M., Niaz, H., & Miyazaki, T. (2019). Investigation of Desiccant and Evaporative Cooling Systems for Animal Air-Conditioning. *Low-Temperature Technologies [Working Title]*. doi:10.5772/intechopen.88945

73. Tao, S., Orellana, R. M., Weng, X., Marins, T. N., Dahl, G. E., & Bernard, J. K. (2018). Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 5642–5654. doi:10.3168/jds.2017-13727

74. Teye, F., Hautala, M., Pastell, M., Praks, J., Veermae, I., Poikalainen, V., Pajumagi, A., Kivinen, T., Ahokas, J. (2007). Microclimate in cowsheds in Finland and Estonia. ISAH-2007 Tartu, Estonia.

75. Valančius, K., Vilutienė, T., & Rogoža, A. (2018). Analysis of the payback of primary energy and CO₂ emissions in relation to the increase of thermal resistance of a building. *Energy and Buildings*, 179, 39–48. doi:10.1016/j.enbuild.2018.08.037

76. Wang, X., Bjerg, B. S., & Zhang, G. (2018c). Design-oriented modelling on cooling performance of the earth-air heat exchanger for livestock housing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 152, 51–58. doi:10.1016/j.compag.2018.07.006

77. Wang, X., Gao, H., Gebremedhin, K. G., Bjerg, B. S., Van Os, J., Tucker, C. B., & Zhang, G. (2018b). A predictive model of equivalent temperature

index for dairy cattle (ETIC). *Journal of Thermal Biology*, 76, 165–170. doi:10.1016/j.jtherbio.2018.07.013

78. Wang, X., Zhang, G., & Choi, C. Y. (2018a). Evaluation of a precision air-supply system in naturally ventilated freestall dairy barns. *Biosystems Engineering*, 175, 1–15. doi:10.1016/j.biosystemseng.2018.08.005

79. Whay, H. R., & Shearer, J. K. (2017). The Impact of Lameness on Welfare of the Dairy Cow. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33(2), 153–164. doi:10.1016/j.cvfa.2017.02.008

80. Wisnieski, L., Norby, B., Pierce, S. J., Becker, T., Gandy, J. C., & Sordillo, L. M. (2019a). Cohort-level disease prediction by extrapolation of individual-level predictions in transition dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, 169, 104692. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104692

81. Wisnieski, L., Norby, B., Pierce, S. J., Becker, T., Gandy, J. C., & Sordillo, L. M. (2019b). Predictive models for early lactation diseases in transition dairy cattle at dry-off. *Preventive Veterinary Medicine*, 163, 68–78. doi:10.1016/j.prevetmed.2018.12.014

82. Yano, A. A., Adiarto, A., & Widayati, W. (2018). Application of a tunnel-ventilated barn on the physiological responses, milk yield, and dry matter intake of dairy cows in tropical area during the wet season. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 6(4), 97–101. doi:10.31893/2318-1265jabb.v6n4p97-101

83. Yao, Shi, Zhao, & Ding. (2019). Effect of Mixed-Flow Fans with a Newly Shaped Diffuser on Heat Stress of Dairy Cows Based on CFD. *Energies*, 12(22), 4315. doi:10.3390/en12224315

84. Yao, Shi, Zhao, & Ding. (2019). Effect of Mixed-Flow Fans with a Newly Shaped Diffuser on Heat Stress of Dairy Cows Based on CFD. *Energies*, 12(22), 4315. doi:10.3390/en12224315

85. Yi, Q., Zhang, G., König, M., Janke, D., Hempel, S., & Amon, T. (2018). Investigation of discharge coefficient for wind-driven naturally ventilated

dairy barns. *Energy and Buildings*, 165, 132–140.
doi:10.1016/j.enbuild.2018.01.038

86. Zimbelman, R., Rhoads, R., Rhoads, M., Duff, G., Baumgard, L., & Collier, R. (2009). A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In Paper presented at the Proceedings of the southwest nutrition and management conference, Tempe. Arizona, February.

ДОДАТКИ