

УДК 636.92:631.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.113-130>

## ОЦІНКА СТАНУ КОМФОРТУ КРОЛІВ У ЦЕГЛЯНОМУ КРІЛЬЧАТНИКУ ЗА ПЕРІОДАМИ РОКУ

Небилиця М.С., кандидат с.-г. наук,  
Гавриш О.М., с.н.с., кандидат с.-г. наук,  
Гончар О. Ф., с.н.с., кандидат с.-г. наук,  
Осокіна Т.Г., науковий співробітник.

Черкаська дослідна станція біоресурсів Національної академії аграрних наук  
України, м. Черкаси, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

Зміна клімату є однією з найбільших загроз для всіх верств населення, оскільки безпосередньо впливає на навколишнє середовище та економіку України. Це вимагає проведення відповідних заходів з адаптації тварин до мікроклімату, для уникнення зниження виробництва сільськогосподарської продукції. Дослідження проведені на кролях породи полтавське срібло, каліфорнійська та новозеландська біла на базі кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. Метою експерименту було визначити основні параметри мікроклімату у капітальних цегляних крільчатниках, за умов підвищених температур довкілля і утримання тварин за традиційною промисловою технологією у сітчастих клітках, для оцінки стану комфорту тварин. Методи дослідження – бібліографічні, аналітичні, фізичні, біометричні. Дослідження мікроклімату проводили впродовж 20 діб, у другий місяць кожної пори року, методом безперервної автоматичної реєстрації за допомогою вимірювально-облікового комплексу «Аналізатор повітряного середовища електронний моноблоковий». Зміни показників температури й вологості у крільчатнику визначали за сухого типу годівлі тварин повнораціонним гранульованим комбікормом з годівниць бункерного типу і цілодобового доступу до води за допомогою ніпельних поїлок. Оцінку стану комфорту кролів, за порами року, здійснювали за допомогою обрахунку температурно-вологісного індекса (ТВІ). Дослідженнями встановлено, що у зимовий період утримання в цегляній будівлі кролі мали деякий дискомфорт, який характеризував індекс ТВІ на рівні 46,5 од., що відповідало наявності мінімального холодового стресу. Значно більший дискомфорт відчували тварини у період аномально спекотного літа, коли ТВІ дорівнював 74,4 од., що вказує про наявність помірного теплового стресу. При порівнянні середніх значень відтворювальної здатності кролематок визначено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд за порами року, які узгоджувалися зі станом комфорту тварин.

**Ключові слова:** кролі, крільчатник, мікроклімат, температурно-вологістний індекс, температурний стрес

**Актуальність.** Порівняно з іншими країнами світу, енергоємність ВВП України є досить високою, що визначає низьку конкурентоспроможність економіки. Починаючи з 2014 року, енергоефективність та енергозбереження стали пріоритетними напрямками подальшого функціонування вітчизняної економіки, проте рівень енергоємності ВВП України, за даними Світової енергетичної ради – WEC, лишається у 2,0-2,5 рази вищим, ніж у більшості європейських країн.

Однією із складових енергозбереження являється енергоефективність. Енергозбереження це комплекс заходів, мета яких, здебільшого, націлена на те, щоб зменшити споживання енергії на обслуговування будівлі [1-3]. Споруда з малим споживанням енергії на її обслуговування (опалення, кондиціонування) являється енергоефективною, або енергозберігаючою [4, 5]. За рахунок ефективного проектування та виконання інженерних мереж, вентиляції з рекуперацією повітря, в будівлі створюється комфортне середовище для існування тварин [6].

Питання енергозбереження та енергоефективності впливають на екологічну безпеку [7, 8, 9]. Згідно з доповіддю Міжурядової групи експертів зі зміни клімату наукові дослідження свідчать, що зміна клімату в результаті антропогенного впливу з кінця XIX століття лише приблизно на третину пов'язана з природними змінами, а на дві третини зумовлена діяльністю людини, зокрема збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері та підвищенням температури навколишнього середовища. В Україні за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України середня річна температура з початку XX століття зросла більше, ніж на 2,0°C, в тому числі на 1,2°C – за останні 30 років.

На думку Wang F., Zhang J. (2019) прогнозується, що глобальне потепління зростатиме протягом наступних кількох десятиліть, якщо викиди парникових газів продовжуватимуть збільшуватися [10]. Отже, зміна клімату є однією з найбільших загроз людству з далекосяжним впливом на навколишнє середовище та економіку. Зміна клімату буде впливати на регіони світу та всі верстви населення. Дані досліджень свідчать, що без проведення заходів з адаптації [11, 12, 13], глобальна зміна клімату може знизити до 30 % виробництво сільськогосподарської продукції до 2050 року. Внаслідок цього, найбільше постраждають 500 мільйонів невеликих ферм у всьому світі.

Головним напрямом енергозбереження у кролівництві є оптимізація потреби в технічних засобах, за критерієм енергетичної ефективності, з

урахуванням розміру будівлі, системи й способу утримання, прийнятої технології годівлі, напування та видалення гною [14].

Ефективність кролівництва значною мірою залежить від мікроклімату у приміщенні [15]. Відомо, що відхилення параметрів мікроклімату від встановлених норм призводить до зменшення секреції молока у кролематок на 10-20 %, зниження резистентності організму тварин до незаразних захворювань та скорочення періоду експлуатації обладнання, машин та будівель.

Коли говорять про стан комфорту кролів, часто акцентують увагу на аббревіатурі ТВІ - температурно-вологісний індекс, який є числовим вираженням спільного впливу температури і відносної вологості мікроклімату на тварин. Крім того, він є інструментом оцінювання потенційного ризику отримання кролями теплового стресу. У порівнянні з іншими видами сільськогосподарських тварин, кролі є чутливими до теплового стресу, оскільки здатні регулювати температуру тіла у вузькому діапазоні, через відсутність залоз потовиділення. Тепловий стрес є головною проблемою у кролівництві, особливо в період літньої спеки, навіть, у центральних регіонах України.

Дослідженнями Marai I. F. M. et. al., (2002) встановлено температурно-вологісний індекс, відповідно до якого: тепловий стрес відсутній коли температура менше 27,8°C, за температури 27,8-28,9°C - тепловий стрес є помірним, за температури 29,0-30,0°C – тепловий стрес є сильним і за 30,0 °C і більше – тепловий стрес вважається дуже сильним [16].

Встановлено, що тепловий стрес спричиняє зниження добового приросту живої маси кролів на 20-25%, коефіцієнта конверсії корму на 8-15%, збільшення загибелі молодняка на 9-12 % та зниження відтворювальної функції самиць на 6-10 %, а також негативно впливає на якісні показники м'яса (Marai I. F. M. et. al., 2007, Song Z. et. al., 2006, Yan Y. et. al., 2008) [17, 18, 19].

За даними Marco-Jiménez F. et. al., (2017) оптимальна температура для функціонування відтворювальної системи кролів коливається від 15 до 20°C. Якщо температура навколишнього середовища значно перевищує показник 20°C, кролики потерпають від теплового стресу, що негативно впливає на їх репродуктивну здатність [20]. Безплідність, під час дії теплового стресу, може тривати від 45 до 70 днів, що є однією з основних причин ускладнень відтворення самців в осінній період року (Jie Z. et. al., 2020) [21].

Для визначення ступеня впливу теплового стресу на корів широко застосовується спеціальний температурно-вологісний індекс ТНІ (Temperature humidity index). Цей індекс є комбінацією двох змінних, а саме: температури навколишнього середовища й відносної вологості повітря. Він дає змогу

оцінити потребу в охолодженні тварин і вжити необхідних заходів для відвернення теплового стресу [22].

Індекс температури та вологості, який визначає реакцію людського організму на поєднання тепла та вологості, розробив Е. К. Том (1959) дослідник Управління кліматології Бюро погоди США. Він визначив індекс температури та вологості як  $TNI = 0,4 (T + T_w) + 15$ , де  $T$  – температура повітря, виміряна у тіні, а  $T_w$  – температура за вологим термометром, (температура, до якої повітря можна охолоджувати, випаровуючи в ньому воду за постійного тиску) [23].

Також, за даними [24] для оцінки стану комфорту людини застосовується показник – humidex (індекс температури і вологості, використовуваний канадськими метеорологами, який дозволяє оцінити суб'єктивне відчуття людини в жарку погоду), який розробили Masterton J. M. і Richardson F. A. в 1979 році. Він широко використовується в канадських метеозведеннях влітку. Значення цього індексу вище 30 створює деякий дискомфорт, вище 40 – великий дискомфорт, а вище 45 є небезпечним для людини. Якщо humidex досягає 54, тепловий удар є неминучим. Humidex відрізняється від [індексу TNI](#), який використовується в [США](#) тим, що більше ґрунтується на [точці роси](#), а не на [відносній вологості](#).

Оцінка температурно-вологісних індексів цегляного крільчатника у технологічних умовах утримання тварин і глобального потепління в Україні, за періодами року, наразі невідома. У зв'язку з вищезазначеним, нами проведені дослідження з оцінки температури й вологості з визначенням ТВІ у капітальному приміщенні для кролів – крільчатник. Завданням дослідження було:

- з'ясувати об'ємно-планувальні рішення крільчатника, побудованого за будівельними нормами 1995 року [25];
- оцінити температурно-вологісний режим і визначити ТВІ кролів за періодами року, згідно до нормативного повітрообміну;
- провести графічний аналіз добової динаміки температури та відносної вологості повітря у крільчатнику без- та за температурного стресу в літній період року;
- оцінити відтворювальну здатність кролематок за періодами року;
- обґрунтувати адаптивні рішення для удосконалення добробуту утримання кроликів.

**Мета роботи.** Визначити основні параметри мікроклімату у капітальних цегляних крільчатниках, за умов підвищених температур довкілля і утримання тварин за традиційною промисловою технологією у сітчастих клітках, для оцінки стану комфорту тварин.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили на кролях породи полтавське срібло, каліфорнійська та новозеландська біла на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН, відповідно до нижче наведеної схеми табл. 1.

Таблиця 1. Схема досліджень

Показник	Пора року			
	зима	весна	літо	осінь
Період дослідіу	дослідний 1	дослідний 2	дослідний 3	дослідний 4
Параметр мікроклімату °С, %, ррт, мм. рт. ст.	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>
Система вентилювання та рівень повітрообміну	припливно- втяжна з механічним приводом, до 30 м <sup>3</sup> /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 45 м <sup>3</sup> /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 60 м <sup>3</sup> /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 45 м <sup>3</sup> /ц
Індекс	ТВІ	ТВІ	ТВІ	ТВІ

Для виконання поставленого завдання застосовано вимірювально обчислювальний комплекс (ВОК) АПСЕ-М [26, 27] та методику мультипараметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації [28]. ВОК працював за таким алгоритмом: одне вимірювання через кожні три секунди, з наступним усередненням 40 вимірювань параметра та його записом у карту пам'яті.

Середньодобові показники мікроклімату крільчатника фіксували впродовж 20 діб кожного місяця, який характеризував середні значення температури зовнішнього повітря, за кожен пору року. Розрахунок температурно-вологісного індексу (ТВІ) здійснювали за формулою для корів [22]:

$$ТВІ = 0,8 \times ТНС + (ВВП : 100 \times (ТНС - 14,4)) + 46,4$$

де ТНС - температура навколишнього середовища, °С;

ВВП - відносна вологість повітря, %.

Градація індексу ТВІ нами була модифікована у відповідності до фізіологічних особливостей організму кроликів. Стан комфорту кроликів оцінювали згідно з даними, наведеної далі таблиці 2.

Таблиця 2. Оцінка стану комфорту кролів за температурно-вологістним індексом

Градація ТВІ	Оцінка впливу на організм тварин
37,2 і менше	помірний холодний стрес
37,3-43,3	слабкий холодний стрес
43,4-48,8	мінімальний холодний стрес
48,9-54,4	поріг холодного стресу
54,5-56,9	нейтральний стан (без стресовий)
57,0-64,0	комфортний стан
64,1-68,5	нейтральний стан (без стресовий)
68,6-72,3	поріг теплового стресу
72,4-75,9	мінімальний тепловий стрес
76,0-79,9	помірний тепловий стрес
80,0-86,0	середній тепловий стрес
87,0 і більше	сильний тепловий стрес

Температурно-вологістний режим крільчатника визначали за сухого типу годівлі кролів повнораціонними гранульованими комбікормами з годівниць бункерного типу і цілодобового доступу тварин до води з ніпельних поїлок. Гранульований повнораціонний комбікорм (ПК 91) мав наступний склад: 90% сухої речовини (СВ), обмінної енергії 10,4 МДж/кг, вміст сирого протеїну 17,1%, сирого клітковини 18,9%, сирого жиру 4,3%, кальцію 1,05% і фосфору 0,65 %.

Одержані результати середньодобових показників мікроклімату порівнювали з нормативними даними відповідно ВНТП АПК-02.07 [15], які були систематизовані за порою року – зима, весна, літо та осінь. Показники відтворювальної здатності кролів визначали за даними первинного зоотехнічного обліку – за загальноприйнятими методами біометричного аналізу.

Матеріали досліджень оброблялися біометричними методами на комп'ютері з використанням програмного забезпечення Statistica 8. За результатами обробки даних визначали середню арифметичну величину (М), її похибку (m), коефіцієнт варіації (Сv), рівень ймовірності (р).

**Результати досліджень.** Дослідили об'ємно-планувальні рішення будівлі крільчатника. Вона є капітальною, має цегляну кладку стін, залізобетонні плити для перекриття стелі, бетонну підлогу. Довжина будівлі становить 18,0 м, ширина 8,0, висота стіни до стелі 3,2 метра. Коефіцієнт компактності будівлі дорівнює – 1,0. Загальний об'єм крільчатника становить

454 м<sup>3</sup> (без урахування об'єму додаткових приміщень). Всього в крільчатнику 5 вікон площею 4 м<sup>2</sup>, площа дверей – 2,7, брам – 3,9 м<sup>2</sup>. Крільчатник обладнаний вісьмома двоярусними оцинкованими металевими клітковими батареями. Щільність посадки тварин 0,09-0,17 м<sup>2</sup>. Накопичення калу і сечівки кролів здійснюється у пластмасові контейнери розміром 2,0x0,4x0,25 м, які розміщені під клітковими батареями. Видалення гною з крільчатника – за допомогою ручного візка. Вентиляція будівлі - припливно-витяжна з механічним приводом, здійснювалася за допомогою стінового витяжного вентилятора та припливних стінових отворів.

Зазначені вище об'ємно-планувальні рішення будівлі крільчатника та технологія утримання кролів формували основні середньодобові показники мікроклімату за порами року, які наведені у таблиці 3.

Аналіз даних (табл. 3) свідчить про те, що основні параметри мікроклімату крільчатника, за повітрообміну до 30 м<sup>3</sup> взимку до 60 м<sup>3</sup> влітку і до 45 м<sup>3</sup> весною та осінню на 100 кг живої маси тварин, були близькими до нормативних, за винятком температури (в середньому була менше мінімально допустимого значення на 4,3°C) та відносної вологості повітря в зимовий період (в середньому була більше максимально допустимого значення на 5,8%). У весняний, літній та осінній періоди показники мікроклімату крільчатника відповідали нормативним параметрам, за винятком температури повітря в літній період (в середньому була більше максимально допустимого значення на 0,6°C). Стан повітрообміну крільчатника оцінювали за концентрацією вуглекислого газу, яка варіювала за порами року від 1065 до 1476 ppm.

Провели оцінку стану комфорту утримання кролів, за порами року, в капітальному цегляному крільчатнику. За визначеними температурно-вологістними індексами встановлено, що у зимовий період кролики мали деякий дискомфорт, який характеризував індекс ТВІ на рівні 46,5 од., що відповідало наявності мінімального холодового стресу. Значно більший дискомфорт відчували тварини в період аномально спекотного літа коли індекс ТВІ дорівнював 74,4 од. та свідчив про наявність помірного теплового стресу. Необхідно зазначити, що в літній та осінній періоди індекси ТВІ характеризувалися більшою вирівняністю на відміну від зимового та весняного періодів (Рис. 1).

Аналіз показника багатоплідності кролематок засвідчив, що останній варіював в межах 5,9-7,1 голів. При порівнянні середніх значень встановлено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд у кролематок, що корелювали з ТВІ індексами. Так, згідно табл. 4 вони дорівнювали: у весняний – 7,1 гол. (стан комфорту 62,2 од.) у літній - 6,9 гол. (74,4 од.) і осінній – 7,0 гол. (68,5 од.) та в зимовий період 5,9 гол. (стан

комфорту 46,5 од.) відповідно ( $p < 0,001$ ). Показник крупноплідності виявився вірогідно найвищим осінню - 60,6 г (68,5 од.) та дещо нижчим взимку – 59,9 г ( $p < 0,01$ ). Дослідження показника маси гнізда при народженні, також, засвідчив наявність різниці середніх значень залежно від пори року. Встановлено, що мінімальним середнє значення досліджуваного показнику зареєстроване взимку (353,4 г за стану комфорту 46,5 од.), а максимальне весною – 428,8 г (62,2 од.), влітку – 414,0 г (74,4 од.) та осінню – 424,2 г (68,5 од.) різниця при порівнянні до мінімального значення була істотною ( $p < 0,001$ ).

**Таблиця 3. Середньодобові параметри мікроклімату крільчатника за порами року, для оцінки стану комфорту тварин, n= по 20 діб,  $M \pm m$**

Параметр мікроклімату	Пора року:					
	<i>Зима</i>			<i>Весна</i>		
	Будівля	Довкілля	Норма	Будівля	Довкілля	Норма
Температура, °C	7,7±0,01	3,4±0,06	12-23	17,4±0,02	16,5±0,23	12-25
Відносна вологість, %	90,8±0,03	76,0±0,13	45-85	59,1±0,11	53,3±0,44	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	756,2±0,02	753,2±0,02	750-760	748,7±0,02	748,6±0,02	750-760
Концентрація CO <sub>2</sub> , ppm	1346±3,50	506±0,40	до 2500	1225±11,48	524±0,85	до 2500
Стан комфорту, ТВІ	46,5±0,07	40,7±0,17	54,5-68,5	62,2±0,07	60,7±0,16	54,5-68,5
Пора року	<i>Літо</i>			<i>Осінь</i>		
Параметр мікроклімату	Будівля	Довкілля	Норма	Будівля	Довкілля	Норма
Температура, °C	25,6±0,01	24,9±0,20	12-25	22,3±0,01	19,3±0,16	12-25
Відносна вологість, %	56,1±0,14	47,9±0,33	45-75	53,7±0,06	47,8±0,21	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	751,0±0,02	750,9±0,02	750-760	752,3±0,01	752,2±0,01	750-760
Концентрація CO <sub>2</sub> , ppm	1476±12,70	544±1,21	до 2500	1065±6,39	509±0,34	до 2500
Стан комфорту, ТВІ	74,4±0,02	71,3±0,12	54,5-68,5	68,5±0,01	64,1±0,11	54,5-68,5

Примітка: тут норма параметрів мікроклімату, відповідно ВНТП АПК-02.07, окрім ТВІ.



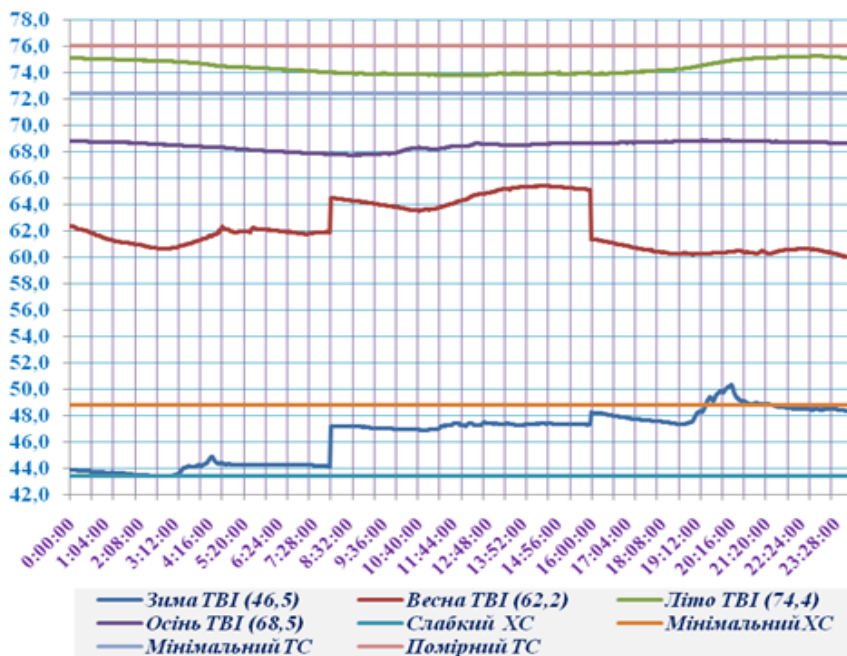


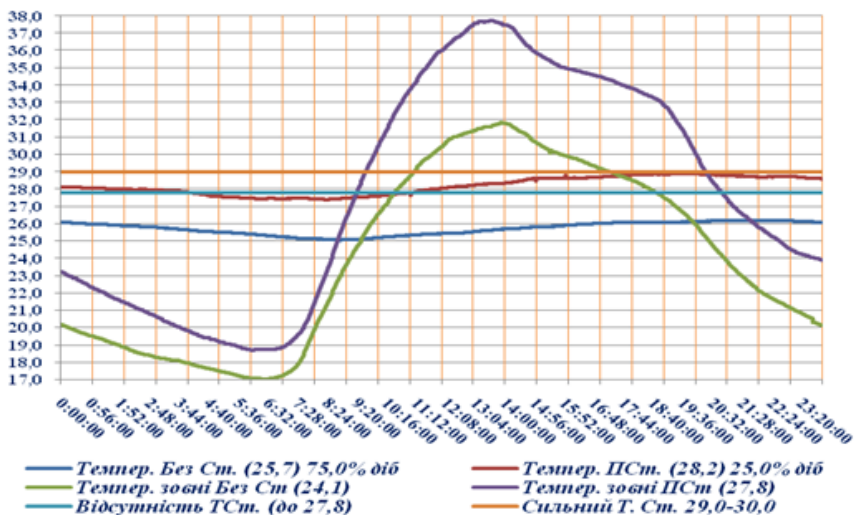
Рис. 1. Графічний аналіз добової динаміки ТВІ крільчатника за порами року (по 20 діб за кожену пору)

Таблиця 4. Ступінь реалізації відтворювальної здатності кролематок, n=30

Показник	Статистичний показник			
	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %
<b>Пора року</b>	<b>зима</b>		<b>весна</b>	
Багатоплідність, гол.	5,9±0,15	16,43	7,1±0,14***	13,09
Крупноплідність, г	59,9±0,21	21,31	60,4±0,14	18,94
Маса гнізда при народженні, г	353,4±6,35	11,60	428,8±7,08***	10,81
<b>Пора року</b>	<b>літо</b>		<b>осінь</b>	
Багатоплідність, гол.	6,9±0,13***	8,58	7,0± 0,11***	10,28
Крупноплідність, г	60,0±0,13	10,58	60,6±0,10	13,31
Маса гнізда при народженні, г	414,0±5,12***	7,81	424,2±7,58***	9,30

На основі фізіологічних особливостей організму кроликів індекс стану комфорту (Див. табл. 1 розділу Матеріали і методика досліджень) ми доповнили градацією та поняттям холодового стресу (порогове значення, мінімальний, слабкий та помірний). На перспективу планується доповнити градацію індексу показниками етологічних, зоотехнічних і гематологічних досліджень та фізіологічного стану організму кроликів (пульс, температура тіла, кількість дихальних рухів тощо).

Графічний аналіз добової динаміки температури і відносної вологості крільчатника і зовнішньої без- та за помірному температурного стресу влітку наведено на рис. 2-3.

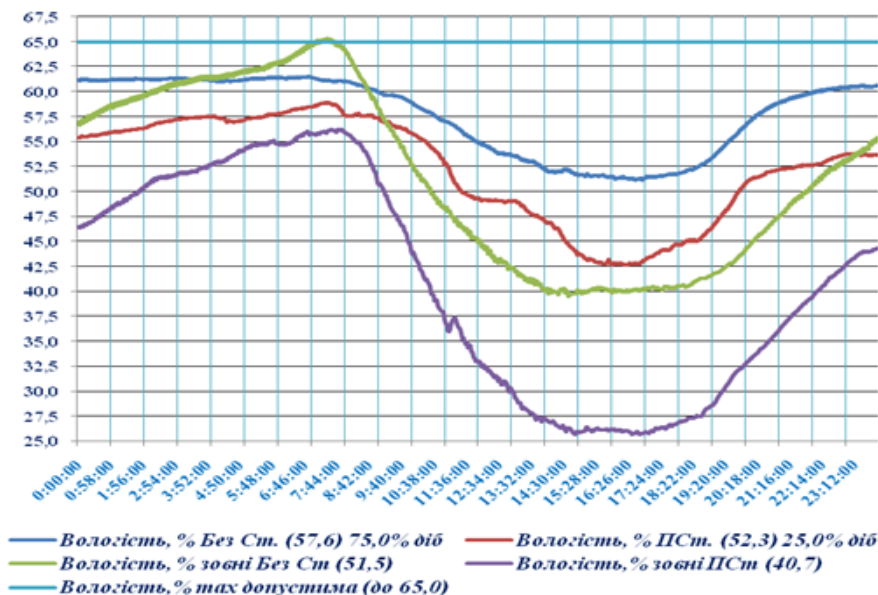


**Рис. 2. Графічний аналіз добової динаміки температури крільчатника і зовнішньої без- та за помірному температурного стресу влітку**

Дані аналізу показують, що в денний період доби з 12.00 по 14.00 годину спостерігалися максимальні температури зовнішнього повітря 32,0-37,8°C, а з 13.30 по 18.30 год. мінімальні значення відносної вологості повітря на рівні 26,3-39,5%. Проте, максимальні показники температури внутрішнього повітря спостерігали в інтервалі з 17.40 по 21.00 годину, на рівні 28,7-29,0°C та відносної вологості в інтервалі з 15.30 по 18.00 годину, на рівні 42,5-51,6% відповідно.

Необхідно зазначити, що середньодобова температура в крільчатнику змінювалися в межах 1,2-1,5°C, а відносна вологість повітря – 9,9-15,5%. Результати наших досліджень (рис. 2-3) свідчать про те, що середньодобові

температура і відносна вологість повітря в крільчатнику змінювалися впродовж періодів року, дотримуючись синусоїдальної добової моделі, що узгоджується з даними Calvet S. et. al., 2011 [29].



**Рис. 3. Графічний аналіз добової динаміки відносної вологості повітря крільчатника і зовнішньої без- та за помірною температурного стресу влітку**

Згідно даних Marai I. F. M. et. al., 2002 оцінка стану комфорту за індексом ТНІ така: за температури менше 27,8°C тепловий стрес є відсутнім, а за температури 27,8-28,9°C - він помірний [16]. У зв'язку з тим, що в робочій зоні крільчатника важливо знати не лише стан комфорту тварин, але й обслуговуючого персоналу ми провели порівняльну характеристику індексів ТНІ та ТВІ в спекотну пору літнього періоду. Для цього було здійснено групування одержаних даних моніторингу показників середньодобової температури повітря крільчатника за 20 діб на дві групи, зокрема: менше 27,8°C (15 діб) і за температури понад 27,8°C (5 діб) табл. 5. Дослідження, проведені нами в цегляному крільчатнику, за технологічних та кліматичних умов України, свідчать про те, що влітку між індексами комфорту людського організму (ТНІ) і організму кроликів (ТВІ) існує висока вірогідна позитивна кореляція на рівні 0,92\*, за відсутності теплового стресу. Проте, за наявності

теплогового стресу, встановлено середню вірогідну позитивну кореляцію, на рівні 0,56\*.

Потрібно зазначити, що за температурно-вологісного режиму крільчатника, на рівні показника індексу ТНІ 26,4 од. людський організм не піддається дії теплового стресу, на відміну від організму кроликів, які в цей період, подолавши порогове значення, цілодобово потерпають від мінімального теплового стресу (73,5). Аналіз даних свідчить, що зовні приміщення, за показників індексу ТНІ на рівні 23,7-27,5 од. людський організм також не піддається тепловому стресу, зокрема, завдячуючи наявності залоз потовиділення. Водночас, на організм кроликів може впливати порогове значення стресу (70,2 од.) та мінімальний тепловий стрес (73,4 од.).

**Таблиця 5. Порівняльна характеристика стану комфорту робочої зони крільчатника та довкілля за індексами ТВІ та ТНІ у літню пору року, n=720**

Стан комфорту	Статистичний показник	Індекс, од.			
		крільчатник		довкілля	
		ТНІ	ТВІ	ТНІ	ТВІ
Відсутність теплового стресу, 15 діб	M ± m	26,4±0,02	73,5±0,02	23,7±0,20	70,2±0,22
	Cv, %	2,0	0,8	22,9	8,5
	r	1,00	0,92*	1,00	1,00*
Наявність помірного теплового стресу, 5 діб	M ± m	28,6±0,01	76,1±0,02	27,5±0,24	73,4±0,24
	Cv, %	1,1	0,6	23,8	9,0
	r	1,00	0,56*	1,00	0,99*

*Примітка:* \* -  $p \leq 0,05$

З огляду глобального потепління доцільно розробити адаптаційні заходи стосовно удосконалення добробуту утримання кроликів. Зокрема, рекомендувати модернізацію обладнання, за допомогою рекуперативних теплових утилізаторів, для збереження в крільчатнику теплової енергії взимку та підвищення стану комфорту тварин. Окрім цього, планувати застосування розпилювачів води високого тиску, в спекотний літній період, для зниження температури внутрішнього повітря. При цьому, нарижним каменем має бути показник енергоефективності будівлі в процесі її експлуатації.

Наші дослідження доповнюють важливі аспекти створення добробуту для сільськогосподарських тварин, зокрема кроликів, що відповідає вимогам Амстердамського договору 1997 року.

**Висновки.** 1. Дослідженнями встановлено, що в зимовий період утримання, в цегляній будівлі, кролики мали дискомфорт, який характеризував індекс ТВІ на рівні 46,5 од., що відповідало наявності мінімального холодного стресу. Значно більший дискомфорт відчували

тварини в період аномально спекотного літа, коли ТВІ дорівнював 74,4 од., або свідчив про наявність помірного теплового стресу.

2. При порівнянні середніх значень відтворювальної здатності кролематок визначено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд за періодами року, які узгоджувалися зі станом комфорту утримання тварин.

3. У цегляному крільчатнику, за технологічних та кліматичних умов України, влітку між індексами комфорту людського організму (ТНІ) і організму кроликів (ТВІ) існує висока вірогідна позитивна кореляція за відсутності теплового стресу на рівні 0,92. За наявності теплового стресу виявлено середню вірогідну позитивну кореляцію на рівні 0,56.

### Література

1. Директива 2006/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 5 квітня 2006 р. про ефективність кінцевого споживання енергії та енергетичні послуги та про скасування Директиви Ради 93/76/ЄС (Текст має відношення до ЄЕЗ). Офіційний журнал Європейського Союзу. 27.04.2006. L 114/64.

2. ДСТУ ISO 50001:2014. (2015). Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 50001:2011, IDT). К.: Мінекономрозвитку України, 19.

3. Закон України Про енергетичну ефективність будівель. (2017). Відомості Верховної Ради (ВВР). 33, 359.

4. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.

5. Boltianska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

6. Волощук В. М., Смыслов С. Ю., Сокирко М. П. (2017). Нетрадиційні об'ємно-планувальні рішення для будівництва свиноферм племінних підприємств до 100 основних свиноматок. Наукові доповіді НУБіП України: електрон. наук. фахове вид. Vip. 2 (66). doi: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2017.02.014>. [Українською мовою].

7. Бойко О.В., Гончар О.Ф., Гавриш О.М., Небилиця М.С., Осокіна Т.Г. (2022). Шляхи зменшення впливу об'єктів тваринництва на довкілля. *Агроекологічний журнал*. №1. С. 13-22.

8. Небилиця М. С. (2019). Техніко-економічне обґрунтування теплоізоляції огорожувальних конструкцій свинарських приміщень. Свинарство. Міжвідомчий збірник наукових праць Інституту свинарства і АПВ НААН. Іс. 73:48-57. [Українською мовою].

9. Башенко М. І., Небилиця М. С., Чернецький А. Г. (2010). Основні принципи реконструкції тваринницьких приміщень для застосування

ресурсозберігаючої технології виробництва свинини. Методичні рекомендації. Черкаси: Черкаська ДСБ НААН, 25.

10. Wang F., Zhang J. (2019). Heat stress response to national-committed emission reductions under the Paris agreement. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2019. 16 (12). P. 2202. DOI:10.3390/ijerph16122202.

11. Shauberger G., Mikovitz K., Tsohlich V., Harterteguber S., Baumgartner J., Nibur K., Piringer M., Knauder V., Anders I., Andre K., Hennig-Pauka I. & Shenhart M. (2019). The impact of global warming on cattle held in buildings: the efficiency of adaptation measures to reduce heat stress for pigs on fattening. *Climate changes* 156, 567-587. DOI: 10.1007/S10584-019-02525-3.

12. Іванюта С.П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. (2020). Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації./ аналіт. доповідь за ред. С. П. Іванюти. К.: НІСД, 2020. 110 с.

13. Nebylytsa M. S., Boiko O. V., Usenko V.O., Osokina T.G. (2022). Determination of the emission of pollutant substances from the flying house to the atmospheric air depending on the effect of some paratypical factors. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2022. Вип. 8. С. 6-16. . DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2022.8>

14. Хазін В.Й., Кошлатий О.Б., Нестеренко С.В. Заходи з енергозбереження при проектуванні та експлуатації тваринницьких будівель. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. 2013. Т. 4. С. 270-275.

15. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства звірівництва та кролівництва. ВНТП-АПК-05.07. Мінагрополітики України, Київ 2007. Чинні з 11.03.2008.

16. Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E. (2002). Rabbits productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci*. 2002. 78. P.71-90. DOI: 10.1016/S0301-6226 (02) 00091-X.

17. Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E. (2007). Biological functions in young pregnant rabbit does as affected by heat stress and lighting regime under subtropical conditions of Egypt. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2007. 7 (3). P. 165-176.

18. Song Z., Zhao G., Zhang Y. (2006). The effect of heat stress on rabbits and its nutrition regulation. *Feed Res*. 2006. 7. P.19-22. DOI:10.3969/j.issn.1001-0084.2006.07.007.

19. Yan Y., Li M. (2008). Feeding Management Technology of Breeding Rabbit in Hot Climate. Qingdao Kanada Food Company Limited Kanada Group. 2008. P. 25-27. Available online at: <http://hostcambodia.com/mekarn/prorab/yan.htm>.

20. Marco-Jiménez F., García-Diego F. J., Vicente J. S. (2017). Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. *World Rabbit Sci*. 2017. 25. P. 17-25. DOI:10.4995/wrs.2017.5728.

21. Jie Z., Chao Y., Min L., Li T., Zhang X.Y., Xie, X. H. (2020). The effect of heat stress on the reproductive performance of rabbits and the research progress

of related heat shock proteins. *Rabbit Rais China*. 2020. 235. P. 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6327.2020.01.005.

22. Колієр Р., Хол Л., Рангруанг С. & Зімблман Р. (2015). Тепловий стрес і його вплив на обмін речовин та продуктивність. *Молоко і ферма*. 2015. № 3 (28).

23. Матеріал з Вікіпедії. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Humidex>.

24. Schlatter, TW (1987). The temperature-humidity index. In: *Climatology. Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4\\_176](https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4_176)

25. ДБН В.2.2.1-95. Будинки та споруди. Будинки та споруди для тваринництва. Чинні від 1995-01-02. (1995). Київ: Держкоммістобудування України, 38 с.

26. Аналізатор повітряного середовища електронний: пат. на винахід 127047 Україна: МПК G01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № а 2017 12586; заявл. 18.12.2017; зарес. в Держреєстрі 29.03.2023.

27. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2019). Обґрунтувати використання розподіленої системи контролю повітряного середовища тваринницьких приміщень. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2019. Вип. 5. С. 99-117.

28. Башенко М.І., Волощук В.М., Іванов В.О., Небилиця М.С., Бойко О.В., Сотніченко Ю.М., Ткач Є.Ф. (2021). Методика мульти-параметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. Методичні рекомендації. 24.

29. Calvet, S., Cambra-Lopez, M., Estelles, F., Torres, A.G. (2011). Characteristics of the internal environment and gas emissions from queen's farms. *World Rabbit Sci*. 2011, 19: 49-61. [Doi:10.4995/wrs.2011.802](https://doi.org/10.4995/wrs.2011.802)

## References

1. Dyrektyva 2006/32/JeS Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady vid 5 kvitnia 2006 r. pro efektyvnist kintsevoho spozhyvannia enerhii ta enerhetychni posluhy ta pro skasuvannia Dyrektyvy Rady 93/76/JeES (Tekst maie vidnoshennia do YeEZ). Ofitsiinyi zhurnal Yevropeiskoho Soiuzu. 27.04.2006. L 114/64.

2. DSTU ISO 50001:2014. (2015). Enerhozberezhennia. Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymohy ta nastanovy shchodo zastosuvannia (ISO 50001:2011, IDT). К.: Minekonomrozyvtyku Ukrainy, 19.

3. Zakon Ukrainy Pro enerhetychnu efektyvnist budivel. (2017). Vidomosti Verkhivnoi Rady (VVR). 33, 359.

4. Boltianska N.I. Systema chynnykiv efektyvnoho zastosuvannia resursozberihaiuchykh tekhnolohii v molochnomu skotarstvi na pidpryemstvi. *Naukovyi visnyk TDATU*. 2016. Vyp.6. T.1. S. 55-64.

5. Boltianska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy*

Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. R. 23-29.

6. Voloshchuk V. M., Smyslov S. Yu., Sokyрко M. P. (2017). Netradytsiini obiemno-planuvalni rishennia dlia budivnytstva svynoferm pleminykh pidpriumstv do 100 osnovnykh svynomatok. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy: elektron. nauk. fakhove vyd. Vip. 2 (66). doi: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.02.014>. [Ukrainskoiu movoiu].

7. Boiko O.V., Honchar O.F., Havrysh O.M., Nebylytsia M.S., Osokina T.H. (2022). Shliakhy zmeshennia vplyvu ob'ektiv tvarynnytstva na dovkillia. Ahroekolohichniy zhurnal. №1. S. 13-22.

8. Nebylytsia M. S. (2019). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia teploizoliatsii ohorodzhuvalnykh konstruksii svynarskykh prymishchen. Svynarstvo. Mizhvidomchyi zbirnyk naukovykh prats Instytutu svynarstva i APV NAAN. Is. 73:48-57. [Ukrainskoiu movoiu].

9. Bashchenko M. I., Nebylytsia M. S., Chernetskyi A. H. (2010). Osnovni pryntsy py rekonstruksii tvarynnytskykh prymishchen dlia zastosuvannia resursozberihaiuchoi tekhnolohii vyrobnytstva svynyny. Metodychni rekomendatsii. Cherkasy: Cherkaska DSB NAAN, 25.

10. Wang F., Zhang J. (2019). Heat stress response to national-committed emission reductions under the Paris agreement. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2019. 16 (12). P. 2202. DOI:10.3390/ijerph16122202.

11. Shauberger G., Mikovitz K., Tsolich V., Harterteguber S., Baumgartner J., Nibur K., Piringer M., Knauder V., Anders I., Andre K., Hennig-Pauka I. & Shenhart M. (2019). The impact of global warming on cattle held in buildings: the efficiency of adaptation measures to reduce heat stress for pigs on fattening. *Climate changes* 156, 567-587. DOI: 10.1007/S10584-019-02525-3.

12. Ivaniuta S.P., Kolomiets O. O., Malynovska O. A., Yakushenko L. M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii./ analit. dopovid za red. S. P. Ivaniuty. K.: NISD, 2020. 110 s.

13. Nebylytsia M. S., Boiko O. V., Usenko V.O., Osokina T.G. (2022). Determination of the emission of pollutant substances from the flying house to the atmospheric air depending on the effect of some paratypical factors. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2022. Вип. 8. С. 6-16. . DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2022.8>

14. Khazin V.I., Koshladyi O.B., Nesterenko S.V. Zakhody z enerhozberezhennia pry proektuvanni ta ekspluatatsii tvarynnytskykh budivel. Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi. 2013. T. 4. S. 270-275.

15. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Pidpriumstva zvirivnytstva ta krolivnytstva. VNTP-APK-05.07. Minahropolityky Ukrainy, Kyiv 2007. Chynni z 11.03.2008.

16. Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E. (2002). Rabbits productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci*. 2002. 78. P.71-90. DOI: 10.1016/S0301-6226 (02) 00091-X.



17. Marai I. F. M., Haebe A. A. M., Gad A. E. (2007). Biological functions in young pregnant rabbit does as affected by heat stress and lighting regime under subtropical conditions of Egypt. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2007. 7 (3). P. 165-176.
18. Song Z., Zhao G., Zhang Y. (2006). The effect of heat stress on rabbits and its nutrition regulation. *Feed Res*. 2006. 7. P.19-22. DOI:10.3969/j.issn.1001-0084.2006.07.007.
19. Yan Y., Li M. (2008). Feeding Management Technology of Breeding Rabbit in Hot Climate. Qingdao Kanada Food Company Limited Kanada Group. 2008. P. 25-27. Available online at:<http://hostcambodia.com/mekarn/prorab/yan.htm>.
20. Marco-Jiménez F., García-Diego F. J., Vicente J. S. (2017). Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. *World Rabbit Sci*. 2017. 25. P. 17-25. DOI:10.4995/wrs.2017.5728.
21. Jie Z., Chao Y., Min L., Li T., Zhang X.Y., Xie, X. H. (2020). The effect of heat stress on the reproductive performance of rabbits and the research progress of related heat shock proteins. *Rabbit Rais China*. 2020. 235. P. 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6327.2020.01.005.
22. Koler R., Khol L., Rahnruanh S. & Zimblman R. (2015). Teplovyi stres i yoho vplyv na obmin rechovyn ta produktyvnist. Moloko i ferma. 2015. № 3 (28).
23. Material z Vikipedii. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Humidex>.
24. Schlatter, TW (1987). The temperature-humidity index. In: Climatology. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4\\_176](https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4_176)
25. DBN V.2.2.1-95. Budynky ta sporudy. Budynky ta sporudy dlia tvarynnytstva. Chynni vid 1995-01-02. (1995). Kyiv: Derzhkommistobuduvannia Ukrainy, 38 s.
26. Analizator povitrianoho seredovyscha elektronnyi: pat. na vynakhid 127047 Ukraina: MPK G01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № a 2017 12586; zaiavl. 18.12.2017; zareies. v Derzhreistri 29.03.2023.
27. Nebylytsia M.S., Boiko O.V. (2019). Obgruntuvaty vykorystannia rozpodilenoj systemy kontroliu povitrianoho seredovyscha tvarynnytskykh prymishchen. ZNP Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo. 2019. Vyp. 5. S. 99-117.
28. Bashchenko M.I., Voloshchuk V.M., Ivanov V.O., Nebylytsia M.S., Boiko O.V., Sotnichenko Yu.M., Tkach Ye.F. (2021). Metodyka multy-parametrychnoi otsinky mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezpererвної avtomatychnoi reiestratsii. Metodychni rekomendatsii. 24.
29. Calvet, S., Cambra-Lopez, M., Estelles, F., Torres, A.G. (2011). Characteristics of the internal environment and gas emissions from queen's farms. *World Rabbit Sci*. 2011, 19: 49-61. [Doi:10.4995/wrs.2011.802](https://doi.org/10.4995/wrs.2011.802)

UDC 636.92:631.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.113-130>**EVALUATION OF THE COMFORT STATE OF RABBITS IN A BRICK RABBIT HOUSING BY PERIOD OF THE YEAR**

Nebylytsia M.,

Havrish O.,

Honchar O.,

Osokina T.

*Cherkassy experimental station bioresources Academy of agricultural sciences of Ukraine, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)*

*Climate change is one of the greatest threats to all segments of the population. Since it has a direct impact on the environment and economy of Ukraine. This requires appropriate adaptation measures to avoid a possible decrease in food production. The research was conducted on the population of Poltava Silver, Californian and New Zealand White rabbits of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences of Ukraine. The aim of the work was to determine the main parameters of the microclimate of a brick rabbit hutch, under the conditions of global warming and animal husbandry technology in Ukraine, to assess the comfort state. The research methods are bibliographic, analytical, physical, biometric. The microclimate research was carried out for 20 days of each season by the method of continuous automatic registration. For this purpose, the measuring and monitoring complex "Electronic monoblock air environment analyzer" was used. The temperature and humidity regime of the rabbit hutch was determined with a dry type of feeding of animals with complete mixed feeds. Bunker-type feeders and round-the-clock access to water from nipple drinkers were used. The comfort state of rabbits was assessed using the temperature and humidity index (THI). Studies have shown that during the winter period of keeping rabbits in a brick building, they experienced some discomfort, which was characterized by the TVI index at 46.5 units. This corresponded to the presence of minimal cold stress. The animals experienced significantly greater discomfort during the abnormally hot summer. At the same time, the TVI index was 74.4 units, or indicated the presence of moderate heat stress. When comparing the average values of reproductive performance of female rabbits, a probable predominance of quantitative parameters of nests by periods of the year was determined. They were consistent with the state of comfort of keeping animals.*

**Keywords:** rabbits, rabbitry, microclimate, temperature-humidity index, temperature stress