

**М. БАЩЕНКО О. ЦЕРЕНЮК В. ІВАНОВ
М. НЕБИЛИЦЯ О. БОЙКО Ю. СОТНІЧЕНКО**



**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ
СВИНАРСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ У ПЛЕМІННИХ ГОСПОДАРСТВАХ
(Методичні рекомендації)**



Черкаси – 2024

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СВИНАРСТВА І АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
ЧЕРКАСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ БІОРЕСУРСІВ**

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ СВИНАРСЬКИХ
ПРИМІЩЕНЬ У ПЛЕМІННИХ ГОСПОДАРСТВАХ
(Методичні рекомендації)**



Черкаси – 2024

Удосконалення системи мікроклімату свинарських приміщень у племінних господарствах. Методичні рекомендації. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААНУ. 2024. 28 с.

У рекомендаціях викладено аналітичні та експериментальні дані з комплексної оцінки показників мікроклімату свинарників методом безперервної автоматичної реєстрації, за різних паратипових факторів. Дисперсійним аналізом визначено вплив досліджуваних факторів на мінливість показників мікроклімату приміщень. Метою досліджень було обґрунтувати стратегію удосконалення системи мікроклімату свинарських приміщень на засадах енергоефективності. Рекомендації розроблено в межах виконання науково-технічної програми «Кліматично-адаптивне та органічне тваринництво» за завданням 30.01.02.04.П «Удосконалення існуючих технологій утримання свиней в кліматичних умовах Черкаської області» (2021–2023 рр.) (№ДР 0121U108731; керівник НДР – к. с.- г. н., М.С. Небилиця).

Рекомендації розраховані на викладачів і студентів біотехнологічних факультетів коледжів, ВНЗ та керівників, головних спеціалістів і технологів свинарських господарств.

Авторський колектив: М.І. Бащенко, О.М. Церенюк, В.О. Іванов, М.С. Небилиця, О.В. Бойко, Ю.М. Сотніченко.

Рецензенти: доктор сільськогосподарських наук, с. н. с.
І.С. Лучин, Черкаська ДСБ НААН,
кандидат сільськогосподарських наук, с. н. с.
С.Ю. Смыслов, Інститут свинарства і АПВ НААН.

Рекомендації розглянуті та схвалені Вченою радою Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН протокол №7 від 30.10.2023 року.

© Бащенко М.І., Церенюк О.М., Іванов В.О., Небилиця М.С., Бойко О.В.,
Сотніченко Ю.М.

©Черкаська ДСБ НААНУ, тел. (0472) 31-40-54, факс (0472) 31-40-52

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Паратипові і генотипові фактори, що впливають на мікроклімат...	5
1.1 Зовнішнє середовище.....	5
1.2 Фізіологічні особливості терморегуляції свиней.....	6
1.3 Об'ємно-планувальні рішення будівель і теплотехнічні характеристики їх огорожувальних елементів.....	7
1.4 Система вентиляції свинарників.....	8
1.5 Обладнання для опалення та охолодження повітря.....	9
2. Порівняльна оцінка впливу свинарників з бетонною та щілинною підлогою в станках на формування мікроклімату.....	11
3. Порівняльна оцінка впливу свинарників з механічною і природною системою вентиляції на формування мікроклімату за одно і двократного видалення гною	12
4. Удосконалення системи мікроклімату свинарників.....	14
4.1 Нормування мікроклімату опалювальних свинарників на засадах енергоефективності.....	15
4.2 Технічне забезпечення оцінки мікроклімату приміщень на основі сучасної інструментальної бази.....	19
4.3 Автоматизоване управління мікрокліматом у племінному свинарстві.....	22
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	26

ВСТУП

Актуальність роботи полягає в практичній реалізації методу безперервної автоматичної реєстрації параметрів мікроклімату для розроблення пропозицій з удосконалення систем вентиляції та опалення/охолодження свинарських приміщень в кліматичних умовах області. Розробка є важливою для підвищення конкурентоспроможності галузі вітчизняного свинарства. Сучасні технології утримання свиней пред'являють високі вимоги до мікроклімату в приміщеннях, які знайшли своє відображення у Відомчих нормах технологічного проектування (ВНТП-АПК-02.05). Дотримання цих норм дозволяє забезпечувати високу продуктивність свиней. Разом з тим, забезпечення необхідного мікроклімату є енергоємним технологічним процесом, оскільки відсоток в сукупних витратах паливно-енергетичних ресурсів становить приблизно 56 електроенергії та 75 палива (Мишуров Н.П., 2004).

Формування мікроклімату в тваринницьких приміщеннях залежить від природно-кліматичних умов, типу і якості будівель, застосування для їх зведення термостійких будівельних матеріалів тощо (Плященко С.И., 1976).

Нині в свинарських господарствах Черкаської області експлуатують будівлі зведені за проектами, які не передбачали використання енергоощадних технологій. Отже, на даному етапі, виникла необхідність в обґрунтуванні модернізації систем охолодження, обігріву та вентиляції на етапі розробки проектів реконструкції та нового будівництва, що і зумовлює актуальність даної роботи та відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 № 145-р).

Вирішення цієї проблеми має важливе практичне значення, оскільки сприятиме підвищенню енергозбереження свинарських приміщень на 15-30%, за рахунок оптимізації технічних характеристик роботи обладнання систем вентиляції. Крім того, сприятиме підвищенню конкурентоздатності галузі свинарства,

екологічної безпеки виробництва та збереженню довкілля в умовах господарств області.

1. Паратипові і генотипові фактори, що впливають на мікроклімат

У формуванні параметрів мікроклімату свинарників важливе значення належить п'яти важливим чинникам, зокрема:

- макроклімату, в якому знаходиться будівля;
- живій масі, породі, віку та фізіологічним особливостям тварин, що утримуються;
- основним розмірам, внутрішньому плануванню, теплотехнічним характеристикам огороджувальних конструкцій свинарників;
- кількості свіжого повітря, потрібного для добробуту тварин шляхом здійснення вентиляції;
- спеціальним технічним засобам, які здійснюють оптимізацію мікроклімату свинарників, зокрема ефективності роботи опалювальних та охолоджуючих систем.

З точки зору формування необхідного для свиней мікроклімату в приміщенні та економії енергії найважливішими параметрами є: температура, відносна вологість, швидкість руху та забрудненість повітря в аміаком, сірководнем, метаном і дрібнодисперсним пилом фракцій РМ₁₋₁₀.

1.1 Макроклімат. У формуванні мікроклімату приміщень визначальну роль відіграє зовнішнє середовище. Метеорологічні умови зовнішнього середовища впливають на мікроклімат приміщень трьома шляхами:

- безпосереднім проникненням тепла та вологи через стіни та інші огороджувальні конструкції;
- у вигляді безпосереднього обміну повітря, необхідного для вентиляції приміщення;
- опосередковано, шляхом регулювання кількості виділеного тепла тваринами за дії деяких метеорологічних умов.

1.2 Фізіологічні особливості терморегуляції свиней. Свині віддають тепло шляхом випромінювання, конвекції, кондукції та

випаровування, коли температура в приміщенні нижча, ніж температура їх шкіряного покриву і одержувати – коли вона вища. Відомо, що свині в термонеутральній зоні приблизно 1/3 тепла віддають за допомогою теплообміну випромінюванням.

Свині віддають тепло шляхом конвекції через поверхню шкіри, яка стикається з повітрям (шкірні покриви та дихальні шляхи). При цьому величина теплообміну залежатиме від різниці температур поверхонь – повітря та покривів тіла, від швидкості руху повітря, розмірів та форми поверхонь, які віддають тепло.

Віддача тепла шляхом кондукції відбувається коли поверхня тіла тварин безпосередньо стикається із більш холодною поверхнею (наприклад, коли тварина лежить на бетонній підлозі без підстилки). Вона залежить у цьому випадку від теплоізоляційних характеристик поверхонь огорожень та шкіри, тривалості контакту в часі та площі стикання.

Шляхом випаровування свині віддають тепло через шкіряний покрив і дихальні шляхи. Теплообмін випаровуванням залежить від площі поверхні тіла, від різниці парціальних тисків повітря і вологих покривів та від швидкості руху повітря.

1.3 Об'ємно-планувальні рішення і теплотехнічні характеристики огорожувальних елементів свинарників. Габарити будівель мають відповідати вимогам технологічного процесу, а планувальні рішення – прийматися з урахуванням використання новітніх систем і обладнання щодо механізації для енергоощадної технології утримання тварин у господарстві.

З огляду економії теплової енергії та впливу об'ємно-планувальних рішень свинарників на мікроклімат найважливішими є:

- розміри та об'єм;
- теплообмін на поверхні огорожувальних конструкцій;
- здатність конструкцій пропускати вологу і вплив цього чинника на тепловий баланс приміщення;
- тиск повітря в приміщенні (надлишковий чи понижений) та повітряно-пропускна здатність вентиляційних каналів;

- орієнтація будівлі згідно сторін світу, з огляду мінімізації кількості сонячного випромінювання та впливу сили вітру.

Для формування мікроклімату свинарника зовнішні метеорологічні фактори, вік і жива маса тварин не являються постійними і передбачуваними. Тому вибір розмірів, об'ємно-планувальних та інших конструктивних рішень приміщення потрібно розглядати в якості одного із важливих засобів економного використання теплової енергії.

1.4 Система вентиляції свинарників. У свинарниках вентиляція виконує дві основні функції:

- підтримання відносної вологості та масової концентрації забруднюючих речовин (продуктів життєдіяльності свиней) у повітрі в межах нормативних значень;
- виконує функцію охолодження з метою підтримання нормативної температури в приміщенні.

Перша функція необхідна впродовж року, а друга – переважно в літні місяці року. З огляду економії теплової енергії, в зимовий період року, інтенсивність вентиляції необхідно знижувати до мінімального значення, яке є достатнім для підтримання допустимої вологості та загазованості повітря закритого приміщення (застосовуючи рекупераційні вентиляційні установки). У морозні дні зимового періоду в приміщенні може бути допустимою така кількість вологи за якої не відбувається її конденсації на внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій.

1.5 Технічне обладнання для опалення та охолодження свинарників. Опалення свинарників потрібне лише в тому випадку, коли потрібна для свиней температура може бути досягнута шляхом використання додаткової теплової енергії. Донедавна, розрахунки по опаленню приміщень, зазвичай обмежувалися вибором потужності опалювального обладнання.

Максимальну потужність опалювального обладнання визначають виходячи з мінімально необхідної в свинарнику температури повітря, з урахуванням мінімальних зимових температур, за рівнянням теплового балансу. Тривалість опалювального періоду визначають

виходячи з показника граничної температури опалення, під якою розуміють той показник зовнішньої температури, нижче якого потрібне застосування опалювання будівлі з метою підтримання продуктивної температурної зони приміщення.

2. Порівняльна оцінка впливу свинарників з бетонною та щільною підлогою в станках на формування мікроклімату

Оцінено вплив свинарників з бетонною та щільною підлогою в станках на формування мікроклімату, за періодами року, за роботи припливно-витяжної системи вентиляції з механічним приводом. Дані досліджень щодо мікроклімату свинарників для відгодівлі молодняку живою масою 50-70 кг наведено в табл. 1-2.

Таблиця 1 - Середньодобові показники температури, відносної вологості та забруднення повітря газами і дрібнодисперсним пилом свинарника з бетонованою підлогою в станках за періодами року, (n=240)

Показники	Приміщення:		Зовні:		Об'ємна чи масова концентрація:			
	Тв, °С	Wв, %	Тз, °С	Wз, %	СО ₂ , ppm	NH ₃ , ppm	СН ₄ , ppm	PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³
Норматив	до 21 ¹	до 75 ¹	х	х	до 2000 ¹	до 28 ¹	до 10528 ²	до 75 ³
х	<i>Взимку</i>							
М	15,1	83,1	-2,4	69,4	2059	8,5	181	107
m	0,04	0,10	0,17	0,24	24,96	0,05	1,58	3,28
Сv, %	3,7	1,8	112,1	5,3	18,8	9,8	13,5	47,6
± до max	-5,9	+8,1	х	х	+59	-19,5	-10347	+32
х	<i>Весною</i>							
М	19,4	75,3	7,8	82,1	1639	11,1	291	114
m	0,01	0,11	0,13	0,62	5,48	0,02	1,61	2,94
Сv, %	0,7	2,3	26,4	11,8	5,2	3,2	8,6	40,1
± до max	-1,6	+0,3	х	х	-361	-16,9	-10237	+39
х	<i>Влітку</i>							
М	22,6	78,0	20,8	83,8	732	6,1	122	26
m	0,12	0,20	0,15	0,44	9,70	0,08	1,72	0,28
Сv, %	7,8	3,8	10,8	8,0	20,6	20,5	22,2	16,6
± до max	+1,6	+3,0	х	х	-1268	-21,9	-10406	-49
х	<i>Восени</i>							
М	17,1	75,5	9,5	86,4	1552	11,3	206	41
m	0,03	0,11	0,18	0,28	20,60	0,05	1,64	0,88
Сv, %	2,8	2,8	25,6	5,2	20,6	6,7	12,2	31,9
± до max	-3,9	+0,5	х	х	-448	-16,7	-10322	-34

Примітка: тут і далі, нормативне значення згідно:¹ - ВНТП АПК-02.05;

² - ГДК_{рз} для робочої зони Наказ МОЗУ № 1596 від 14.07.2020 із змінами;

³ - Максимально допустима середньодобова масова концентрація РМ мкг/м³ згідно Глобальних рекомендацій ВООЗ з якості повітря (РМ₁=15, РМ_{2,5}=15, РМ₁₀=45).

Таблиця 2 - Середньодобові показники температури, відносної вологості та забруднення повітря газами і дрібнодисперсним пилом свинарника зі щільною підлогою в станках за періодами року, (n=240)

Показники	Приміщення:		Зовні:		Об'ємна чи масова концентрація:			
	Тв, °C	Wв, %	Тз, °C	Wз, %	CO ₂ , ppm	NH ₃ , ppm	CH ₄ , ppm	PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³
Норматив	до 21 ¹	до 75 ¹	x	x	до 2000 ¹	до 28 ¹	до 10528 ²	до 75 ³
x	<i>Взимку</i>							
M	16,8	70,7	-2,4	69,4	2098	5,3	572	66
m	0,05	0,28	0,17	0,24	18,39	0,03	2,80	2,01
Сv, %	4,1	6,1	112,1	5,3	13,6	10,0	7,6	46,9
± до max	-4,2	-4,3	x	x	+98	-22,7	-9956	-9
x	<i>Весною</i>							
M	19,8	71,0	7,8	82,1	1679	9,5	547	75
m	0,03	0,26	0,13	0,62	12,61	0,04	1,59	1,51
Сv, %	2,2	5,6	26,4	11,8	11,6	6,0	4,5	31,1
± до max	-1,2	-4,0	x	x	-321	-18,5	-9981	±0
x	<i>Літку</i>							
M	23,4	79,0	20,8	83,8	869	9,3	410	30
m	0,10	0,20	0,15	0,44	4,51	0,10	3,00	0,60
Сv, %	5,3	3,9	10,8	8,0	8,0	17,1	11,3	31,1
± до max	+2,4	+3,0	x	x	-1131	-18,7	-10118	-45
x	<i>Восени</i>							
M	15,5	68,5	9,5	86,4	1315	6,4	475	46
m	0,10	0,11	0,18	0,28	16,60	0,04	6,76	0,72
Сv, %	8,0	2,8	25,6	5,2	19,5	10,8	22,1	24,3
± до max	-5,5	-6,5	x	x	-685	-21,6	-10053	-29

Аналіз даних свідчать про те, що параметри мікроклімату обох приміщень були близькими до нормативних значень за винятком температури повітря в зимовий період (була менше нормативного значення на 5,6-6,7%) та середньодобової масової концентрації зважених часток PM₁₋₁₀ у приміщенні з бетонованою підлогою за зимовий і весняний періоди (була більше максимально допустимої на 42,3-51,3%). Крім того, температура повітря в літній період року в обох приміщеннях перевищувала нормативний показник на 5,4- 6,6 °C

Об'ємна концентрація метану за періодами року була більшою на в 1,9-3,4 рази у приміщенні зі щільною підлогою, що пов'язано з особливостями технології само-сплавної системи видалення гною та була меншою ГДКрз для робочої зони у 18,4-86,3 рази.

Більшими коефіцієнтами варіації характеризувалися показники

середньодобової масової концентрації зважених часток PM_{1-10} , і об'ємної концентрації аміаку, які дорівнювали 16,6-47,6% і 3,2-20,5% відповідно.

На основі матеріалів етологічних досліджень визначено індекси функціональної активності свиней залежно від типу підлоги та періоду року. Показано, що індекси рухової активності були більшими на 9,6-12,4% у тварин які утримувалися на щільній підлозі. Однак вони поступалися за індексом харчової активності на 6,4-16,2% молодняку, що утримувався на бетонній підлозі в станках. За агресивною поведінкою свиней суттєвої розбіжності не виявлено.

За розрахунками сили зв'язку між температурою і відносною вологістю повітря зовні та всередині приміщень було встановлено вірогідний переважно позитивний зв'язок (табл. 3).

Таблиця 3 - Зв'язок показників температури та відносної вологості свинарників з різним типом підлоги із зовнішніми за періодами року

Тип підлоги; ознаки, що корелюють	Статистичний параметр					
	Cv_y / Cv_x	r	$R_{x/y}$	Cv_z / Cv_w	r	$R_{w/z}$
Бетонна	<i>Температура</i>			<i>Відносна вологість</i>		
$X_1 - y_1 ; w_1 - z_1$	0,033	0,368***	0,841***	0,340	0,660***	0,434***
$X_2 - y_2 ; w_2 - z_2$	0,026	-0,513***	0,260***	0,195	0,778***	0,604***
Щільна	<i>Температура</i>			<i>Відносна вологість</i>		
$X_1 - y_1 ; w_1 - z_1$	0,037	0,146***	0,914***	1,150	-0,367***	0,130***
$X_2 - y_2 ; w_2 - z_2$	0,083	0,218***	0,043***	0,212	0,359***	0,126***
Бетонна	<i>Температура</i>			<i>Відносна вологість</i>		
$X_3 - y_3 ; w_3 - z_3$	0,722	0,714***	0,247***	0,475	0,430***	0,284***
$X_4 - y_4 ; w_4 - z_4$	0,109	0,952***	0,195***	0,538	0,188***	0,318***
Щільна	<i>Температура</i>			<i>Відносна вологість</i>		
$X_3 - y_3 ; w_3 - z_3$	0,491	0,954***	0,527***	0,488	0,498***	0,246***
$X_4 - y_4 ; w_4 - z_4$	0,314	0,764***	0,389***	0,577	0,418***	0,172***

Примітка: Температура повітря ($^{\circ}C$) зовні приміщення X_1 – взимку, X_2 – весною, X_3 – влітку, X_4 – осінню; температура повітря ($^{\circ}C$) в приміщенні на висоті 50 см від підлоги y_1 – взимку, y_2 – весною, y_3 – влітку, y_4 – осінню.

Відносна вологість повітря (%) зовні приміщення w_1 – взимку, w_2 – весною, w_3 – влітку, w_4 – осінню; відносна вологість повітря (%) в приміщенні на висоті 50 см від підлоги z_1 – взимку, z_2 – весною, z_3 – влітку, z_4 – осінню.

Висновки. Дисперсійним аналізом встановлено вірогідний ($p < 0,001$) вплив способу утримання свиней на суцільній бетонованій та щільній підлозі в станках на мінливість об'ємної концентрації метану $\eta^2 = 0,784$ та відносної вологості повітря $\eta^2 = 0,170$. Аналогічно

період року вірогідно ($p < 0,001$) впливав на мінливість температури повітря, об'ємної концентрації вуглекислого газу, аміаку та масової концентрації дрібнодисперсного пилу в приміщенні (відповідно $\eta^2 = 0,799$; $\eta^2 = 0,794$; $\eta^2 = 0,352$ та $\eta^2 = 0,439$).

3. Порівняльна оцінка впливу свинарників з механічною і природною системою вентиляції на формування мікроклімату за однократного і двократного видалення гною впродовж дня

Провели порівняльну оцінку впливу свинарників з припливно-втяжною механічною (МВ) і природною (ПВ) системою вентиляції на формування мікроклімату за одно- і двократного видалення гною. Дані досліджень мікроклімату свинарників наведено в табл. 4-5.

Таблиця 4 - Оцінка потенціалу використання двократного видалення гною за добу зі свинарника з природною системою вентилявання, для порівняльної оцінки основних параметрів мікроклімату, ($n = 240$; $M \pm m$)

Параметр мікроклімату і ЗР	Кратність	Показники мікроклімату за періодами року:				Ліміти, (L)
		зимовий	весняний	літній	осінній	
Температура, °C	1	15,4±0,02	19,8±0,09	27,3±0,07	19,7±0,07	15,4-27,3
	2	14,4±0,01	19,9±0,05	26,4±0,08	19,3±0,05	14,4-26,4
До 1-кратного, %	x	93,5	100,5	96,7	98,0	93,5-100,5
Відносна вологість, %	1	61,0±0,11	55,8±0,27	59,6±0,11	64,6±0,17	55,8-64,6
	2	62,8±0,04	63,6±0,24	53,5±0,24	64,1±0,13	53,5-64,1
До 1-кратного, %	x	103,0	114,0	89,8	99,2	89,8-114,0
CO ₂ , ppm	1	2232±12,8	1796±9,6	1259±9,5	2258±9,3	2258-1259
	2	2186±12**	1595±11***	1198±6***	1813±18***	2186-1198
До 1-кратного, %	x	97,8	88,8	95,2	80,3	80,3-97,8
NH ₃ , ppm	1	8,5±0,02	10,7±0,05	3,6±0,04	3,8±0,02	3,6-10,7
	2	7,6±0,01***	8,4±0,03***	1,5±0,03***	2,9±0,03***	1,5-8,4
До 1-кратного, %	x	89,4	78,5	42,3	75,9	42,3-89,4
CH ₄ , ppm	1	222±2,0	218±1,4	101±1,0	94±0,7	94-222
	2	193±1,4***	190±1,3***	75±0,8***	74±1,4***	74-193
До 1-кратного, %	x	87,0	87,2	74,5	78,3	74,5-87,2
PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³	1	53,1±0,7	61,8±1,2	47,2±0,4	17,5±0,2	17,5-61,8
	2	37,1±0,4***	48,6±1,1***	46,7±0,8	25,4±0,5***	25,4-48,6
До 1-кратного, %	x	69,9	78,6	98,9	145,1	69,9-145,1

Примітка: Тут і далі, варіанти дослідження: 1 - (контроль), 2 - (дослід);

*** – достовірність відмінностей на рівні $p < 0,001$;

** – достовірність відмінностей на рівні $p < 0,01$.

Таблиця 5 - Оцінка потенціалу використання двократного видалення гною за добу зі свинарника з механічною системою вентилявання, для порівняльної оцінки основних параметрів мікроклімату, (n= 240; M±m)

Параметр мікроклімату і ЗР	Крат- ність	Показники мікроклімату за періодами року:				Ліміти, (L)
		зимовий	весняний	літній	осінній	
Температура, °С	1	14,3±0,04	19,4±0,06	25,9±0,08	18,7±0,05	14,3-25,9
	2	14,1±0,03	18,8±0,07	25,2±0,08	18,6±0,07	14,1-25,2
До 1-кратного, %	x	98,6	96,9	97,3	99,5	96,9-99,5
Відносна вологість, %	1	75,9±0,17	58,9±0,30	60,0±0,15	65,6±0,20	58,9-75,9
	2	85,2±0,13	58,8±0,30	50,9±0,27	64,7±0,13	50,9-85,2
До 1-кратного, %	x	112,2	99,8	84,8	98,6	84,8-112,2
CO ₂ , ppm	1	2039±18,1	1549±26,2	985±8,1	2008±30,3	2039-985
	2	1871±14 ^{***}	1373±29 ^{***}	954±8 ^{**}	1600±31 ^{***}	1871-954
До 1-кратного, %	x	91,8	88,7	96,8	79,7	79,7-96,8
NH ₃ , ppm	1	3,3±0,02	8,1±0,03	2,0±0,04	3,7±0,04	2,0-8,1
	2	2,0±0,02 ^{***}	6,5±0,04 ^{***}	0,8±0,02 ^{***}	3,2±0,07 ^{***}	0,8-6,5
До 1-кратного, %	x	60,6	80,9	38,0	85,3	38,0-85,3
CH ₄ , ppm	1	174±0,7	188±2,7	86±1,0	104±1,8	86-188
	2	168±0,3 ^{***}	168±3,4 ^{***}	67±0,4 ^{***}	87±2,1 ^{***}	67-168
До 1-кратного, %	x	96,7	89,4	78,3	84,2	78,3-96,7
PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³	1	81,8±1,19	73,8±1,18	45,0±0,52	37,7±0,26	37,7-81,8
	2	54,3±0,45 ^{***}	58,5±1,02 ^{***}	40,6±1,40 ^{**}	47,7±0,65 ^{***}	40,6-58,5
До 1-кратного, %	x	66,4	79,3	90,2	126,5	66,4-126,5

Установлено, що за періодами року параметри мікроклімату свинарських приміщень з природною та механічною системою припливно-витяжної вентиляції були близькими до нормативних значень. Виняток становив показник температури повітря в зимовий (була менше нормативного значення на 1,6-3,9°C, що дорівнює зниженню середньодобового приросту свиней на 21-51г; при цьому потрібно наголосити, що зима 2023 року була безсніжною і аномально теплою на теренах області, а тому результати за зимовий період не слід вважати репрезентативними, тобто такими, які б відповідали середній кліматичній нормі за багато років) та літній період (була

більше нормативного значення на 5,4-6,3 °С, що дорівнює зниженню середньодобового приросту свиней на 70-82 г) у приміщенні з системою ПВ та (була більше нормативного значення на 4,2-4,9°С (що дорівнює зниженню добового приросту на 55-64 г) у приміщенні з системою МВ.

Дані досліджень (табл. 4) свідчать про те, що за двократного видалення гною впродовж денного періоду в приміщенні з системою ПВ концентрація CO₂, NH₃, CH₄ та РМ₁₋₁₀ вірогідно зменшувалася за періодами року відповідно на 2,2-19,7%, 10,6-57,7%, 12,8-25,5% та 21,4-30,1% (та в зимово-весняний період року за РМ₁₋₁₀).

Аналогічно в приміщенні свинарника з системою МВ (табл. 5) концентрація CO₂, NH₃, CH₄ та РМ₁₋₁₀ вірогідно зменшувалася на 3,2-20,3%, 14,7-62,0%, 3,3-21,7% та 9,8-33,6% (та в зимовий, весняний і літній періоди року за РМ₁₋₁₀). Об'ємна концентрація метану (CH₄) за періодами року була більшою на 13,2 % у приміщенні з природною системою вентилявання (159 ppm) у порівнянні з механічною системою (138 ppm), проте була меншою ГДКрз для робочої зони (норматив згідно Наказу МОЗУ №1596 від 2020р.).

Висновки. Установлено, що за періодами року параметри мікроклімату свинарських приміщень з природною та механічною системою припливно-витяжної вентиляції були близькими до нормативних значень. Виняток становив показник температури повітря в зимовий та літній період.

За двократного видалення гною впродовж денного періоду в приміщенні з природною системою вентиляції концентрація CO₂, NH₃, CH₄ та РМ₁₋₁₀ вірогідно зменшувалася за періодами року відповідно на 2,2-19,7%, 10,6-57,7%, 12,8-25,5% та 21,4-30,1% (у зимово-весняний період року за РМ₁₋₁₀). Аналогічно в приміщенні свинарника з припливно-витяжною механічною системою вентиляції концентрація CO₂, NH₃, CH₄ та РМ₁₋₁₀ вірогідно зменшувалася на 3,2-20,3%, 14,7-62,0%, 3,3-21,7% та 9,8-33,6% (у зимовий, весняний і літній періоди року за РМ₁₋₁₀).

Пропозиції виробництву. 1. Двократне видалення гною з свинарників є одним з ефективних заходів зниження забруднюючих речовин внутрішнього повітря.

2. Функціонуючі припливно-витяжні системи природної та механічної вентиляції свинарських господарств потребують проведення експертної оцінки, з метою обґрунтування можливої реконструкції чи модернізації.

4. Удосконалення системи мікроклімату свинарських приміщень

Наші дослідження свідчать про те, що в свинарських господарствах області експлуатують будівлі з припливно-витяжними системи природної та механічної вентиляції які часто не відповідають сучасним потребам племінного свинарства, щодо забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, зокрема температури повітря в холодний і теплий періоди року. Тому, на даному етапі, є необхідність у модернізації систем охолодження, обігріву та вентиляції на етапі розробки проектів реконструкції таких приміщень чи нового будівництва свинарських підприємств, що відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 № 145-р).

Крім цього, чинні норми технологічного проектування, на наш погляд, потребують перегляду і оновлення, оскільки не відображають досвіду останніх років щодо широкого використання ресурсозберігаючих технологій та можливостей новітніх технічних засобів для забезпечення добробуту тварин.

Частина племінних репродукторів за рівнем механізації та автоматизації виробничих процесів відстають від товарних свинарських господарств, зокрема від сучасних промислових комплексів. Необхідно зазначити, що в племінних господарствах області застосовують, як новітню так, і традиційну (енерго- та метало затратну) технологію вирощування свиней, яка базується на утриманні тварин на суцільній бетонній підлозі в групових станках з металевих огорожувальних конструкцій і годівлі тварин з годівниць бункерного типу. Така технологія не сприяє зниженню

затрат праці, на процеси годівлі та догляду тварин, собівартості племінної продукції та підвищенню її якості.

Таким чином, на даному етапі розвитку племінного свинарства виникла необхідність в удосконаленні основних елементів технології утримання тварин на засадах енергозбереження, з метою об'єктивної оцінки продуктивних якостей тварин в умовах наближених до інтенсивного виробництва свинини на промисловій основі.

На допустимі значення відносної вологості повітря, крім технологічних чинників, впливають також теплоізоляційні властивості конструкцій приміщення. З метою раціонального використання теплової енергії в холодний період року надлишкову кількість вологи необхідно видаляти не шляхом інтенсифікації вентилявання, а шляхом попередження її конденсації, застосовуючи відповідну теплоізоляцію огорожувальних конструкцій приміщення.

4.1 Нормування мікроклімату опалювальних свинарників на засадах енергоефективності

За вимогою Директив 2006/32/ЄС та 2010/30/ЄС в Україні в 2017 році набрали чинності ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель» та прийнятий Закон України «Про енергетичну ефективність будівель», які спрямовані на зменшення споживання енергії в будівлях.

Нажаль, дія вищезазначених Будівельних норм і Закону, щодо енергоефективності, не поширюється на будівлі сільськогосподарського призначення. Проте, на необхідність впровадження енергозберігаючих технологій при проектуванні та реконструкції тваринницьких підприємств наголошує низка зарубіжних (*Ecim-Djuric, O. Topisirovic G., 2009; Geisler V., 2011; Firfiris V. K., Martzopoulou A.G., Kotsopoulos T.A., 2019; Clarke, S., Johnson J., 2019*) і вітчизняних (*Саницький М. А., Позняк О. Р., Бідник І. В. та ін., 2008; Лимар В. О., Волощук В. М., Хатько І. В. та ін., 2012; Хазін В.Й., Кошлатий О.Б., Нестеренко С.В., 2013; Ткачук В., Кравчук Н., Кільницька О. та ін., 2016; Небилця М. С., 2019; Тихомиров Д., Васильєв А.Н., Будников Д. та ін., 2019*) вчених.

Узагальнюючи міжнародний та вітчизняний досвід з даного напрямку діяльності, з'ясували, що за методологічну основу розрахунку енергетичної характеристики опалюваних тваринницьких приміщень потрібно брати витрати, що включають енергію не лише на потреби обігрівання та охолодження.

Крім цього, потрібно враховувати енерговитрати пов'язані з роботою систем вентиляції, освітлення, водопостачання та механізації процесів з приготування і роздавання кормів, видалення гною тощо.

Для оцінки енергозберігаючих властивостей різних типів опалювальних свинарських приміщень нами розроблений: **спосіб визначення енергоефективності**, який характеризує річне споживання паливної та електричної енергії, вираженої в кВт·год. на 1м³ вентильованого об'єму будівлі.

Крім того, розроблено **екологічно безпечний спосіб теплоізоляції огорожувальних конструкцій опалюваних свинарників**, що включає операції в такій послідовності виконання:

1) очищення неорганічних мінеральних поверхонь стін і стелі від пилу, бруду, вапняного покриття з подальшим нанесенням розчину ґрунтовки глибокого проникнення;

2) очищення металевих поверхонь огорож (двері, брами) від пилу та іржі з подальшим знежиренням, для нанесення спеціальної фарби для ґрунтування;

3) ремонт, зверху вниз і зліва направо, цементно-клейовою сумішшю виявлених дефектів та механічних пошкоджень стін та стелі, що мають ознаки морального старіння (наявність нерівностей, тріщин, відколів, відшарувань тощо);

4) ведення робіт із зовнішньої (стіна) та внутрішньої (стеля) сторони шляхом напилювання безповітряним агрегатом високого тиску (діаметр сопла не менше 2 мм) або перехресним нанесенням плоским малярським пензлем (середня пружність) або поролоновим валиком, добре перемішаної (при малих обертах) до однорідного сметано-подібного стану теплоізоляційної суміші товщиною 0,2-0,4

мм у декілька (від 3-5 до 10) шарів, після повного висихання кожного шару, за температури повітря не менше +10 С та відносної вологості не більше 85%. При цьому здійснюють спочатку нанесення декількох шарів суміші темно-сірого кольору (менш бюджетної), а на фініші - двох шарів білого (естетичного) кольору;

5) шляхом багатократного збільшення товщини покриття теплоізоляційної суміші, без застосування інших засобів теплоізоляції, здійснюють нейтралізацію містків холоду/тепла огорожувальних стін приміщення, у місцях примикання віконних та дверних отворів, а також кутових ділянок огорож;

б) послідовним застосуванням двох безшовних засобів (Керамоізол+Пінополіуретан) виконують вирівнювання необхідного (нормативного) коефіцієнта теплового опору ділянок огорожувальних конструкцій, що складаються з різних будівельних матеріалів.

Спосіб дозволяє здійснювати: суцільну термоізоляцію, і частково, гідроізоляцію огорож будь-яких архітектурних форм, з порівняно низьким навантаженням на несучі конструкції приміщення ($0,625 \text{ кг/м}^2$ при товщині покриття 1 мм), яке підлягає реконструкції.

Розрахунковий термін окупності заходу з термоізоляції стін Керамоізолом шаром 2 мм, за загальної вартості витрат 275 грн./м^2 , становить 31,8 місяців. Теплозахист стін приміщення має важливе природоохоронне значення у вигляді вагової частки економії енергії, яка дорівнює 21,15 тис. кВт/год., що еквівалентно збереженню 7,42 т умовного палива.

При плануванні реконструкції приміщень, для утримання племінного контингенту свиней, необхідно керуватися чинними ВНТП-АПК-02.05, з урахуванням існуючих нормативів країн ЄС.

Однією з найбільш витратних систем приміщень є система видалення гною. Частина господарств, ще й досі використовують гноєві транспортери скребкового типу, які негативно впливають на насичення внутрішнього повітря приміщення додатковою вологою та аміаком, що підтверджується наведеними вище дослідженнями.

Кращою альтернативою рекомендується застосування само-сплавної системи видалення гною. Для її облаштування прокладають каналізаційні магістралі та створюють бетоновані ванни, які покриваються щілинною підлогою.

Після наповнення накопичувальних ванн екскрементами, через щілинну підлогу або спеціальний обслуговуючий люк, вводять міксер для перемішування і доводять сече-калову масу до однорідної консистенції. Після того як гній набуде однорідної густини, за допомогою гачка з нержавіючої сталі відкривають пробку зливу. Гній самосплавом переміщується по каналізаційних трубопроводах і надходить в задалегідь обладнані лагуни для накопичення і зберігання.

Само-сплавна система видалення гною має цілу низку переваг:

- відсутність додаткових витрат на обслуговування системи;
- зменшення затрат енергетичних матеріалів;
- підвищення санітарно-гігієнічного стану приміщень;
- зменшення шкідливого впливу на мікроклімат;
- довговічність.

При цьому необхідно керуватися вимогою Директиви Ради 2008/120/ЄС, що встановлює мінімальні стандарти для захисту свиней, яка об'єднує більш ранні директиви, прийняті ще в 1991 і 2001 роках.

Заборона утримання свиноматок в індивідуальних станках і на прив'язі. Ключові аспекти Директиви ЄС, що вона забороняє прив'язувати свиноматок і використання індивідуальних станків для них, ці методи розглядаються як негуманні у промисловому виробництві продукції тваринництва.

Інша важлива вимога Директиви Ради 2008/120/ЄС щодо **заборони повністю щілинної підлоги.** «Багато свиней утримуються на повністю щілинній підлозі, що унеможливорює використання соломи та іншого підстилкового та збагачувального матеріалу, через небезпеку травмування тварин з причини падіння та виникнення проблем із дренажною системою.

Шкідливість повністю щілинної підлоги згадується у Директиві стосовно умов утримання свиней, у якій зазначено, що для поросних свиноматок, принаймні 1,3 м² підлоги на одну голову має бути «монолітна тверда підлога», тобто повністю щілинна підлога є забороненою.

Нормування годівлі відіграє важливу роль в утриманні свиней. Оскільки всі переоснащення направлені на зменшення витрат праці у виробничому процесі, то варто розглянути найефективніші способи роздавання кормів. Прогресивним способом механізованого роздавання корму нині вважається тросово-шайбова та ланцюгово-шайбова системи. Обираючи кращу між цими двома системами слід рекомендувати використання ланцюгово-шайбової системи, оскільки вона є більш надійною, тому що запобігає пробуксовуванню транспортеру роздачі кормів.

За рахунок впровадження такої системи роздавання кормів можна максимально автоматизувати процес годівлі. При встановленні бункерів для дозування подачі корму, можна чітко визначати кількість заданого комбікорму і більш точно нормувати раціони годівлі племінних свиней.

4.2 Технічне забезпечення оцінки мікроклімату приміщень на основі сучасної інструментальної бази

Відомо, що нормативні параметри мікроклімату повинні підтримуватись у просторі свинарників до 1,0-1,5м над рівнем підлоги (на рівні розміщення тварин). Вентиляція приміщення повинна забезпечувати достатній приплив та відтік повітря, для регулювання параметрів мікроклімату. Наявні системи, якими зараз обладнані більшість племінних господарств не можуть ефективно виконувати покладену на них функцію. Оскільки система вентиляції відіграє важливу роль у регулюванні температурних режимів, вологості, і як наслідок, впливає на рівень середньодобових приростів свиней, її необхідно переоснастити також за інноваційними технологіями.

Підвищення ефективності виробництва продукції свинарства можна досягти за допомогою комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів із залученням сучасних мікропроцесорних

контрольно-вимірювальних систем і приладів. Адже без них неможливо одержати об'єктивну й точну інформацію про характеристики мікроклімату виробничих приміщень, забезпечити контроль (за ефективністю роботи систем вентиляції, обігріву та охолодження), облік і раціональне розподілення енергоносіїв тощо.

Огляд літературних джерел свідчить про те, що існує дуже багато різних методик визначення шкідливих речовин у повітряному середовищі (більше 200) і класифікувати їх важко, бо вони можуть одночасно відповідати різним вимогам класифікації.

Проте, існує чотири основних методи визначення шкідливих речовин у повітрі:

**візуальний* (попередній, приблизний),

**лабораторний* (найточніший, проте вимагає значного часу для проведення хімічного аналізу),

**експрес-метод* (менш точний, але забезпечує проведення аналізу впродовж декількох хвилин),

**метод безперервної автоматичної реєстрації* (найбільш перспективний, окрім того дозволяє в будь-який момент досить швидко одержати необхідні дані про загазованість повітря, але він потребує відносно складної і достатньо дорогої апаратури та газовимірювальних приладів для проведення аналізу.

У зв'язку з цим у відділі тваринництва і виробництва екологічно чистої продукції Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН розроблено вимірювально-обчислювальний комплекс (ВОК)

«Аналізатор повітряного середовища електронний моно-блоковий», Патент України на винахід №127047 (Автори розробки: Небилця М.С., Бойко О.В., Онищенко Р.О., Ващенко О.В.).

Основна інноваційна перевага вимірювально-обчислювального комплексу (ВОК) АПСЕ-М полягає в можливості автоматичної реєстрації добових змін понад десяти параметрів мікроклімату з інтервалом часу в 6 хв., методом безперервної автоматичної реєстрації.

Він має технічну перевагу в порівнянні з прототипом «Еколаб», зокрема: меншу на 60% масу, більшу на 80% тривалість часу безперервної роботи від акумулятора, наявність безпроводного зв'язку, можливість передачі результатів вимірювань дистанційно. Крім цього,

ВОК АПСЕ-М має ще й економічну перевагу, зокрема, він є дешевшим порівняно з прототипом в 4,4 рази. Вага засобу (в складі чотирьох моноблокових приладів вимірювання) дорівнює $(1,2 \times 4)=4,8$ кг; живлення від напруги - 5 В; похибка вимірювань: не більше $\pm 15\%$.

Галузі застосування АПСЕ-М та його модифікацій:

- **сільське господарство** (контроль та оцінка мікроклімату тваринницьких приміщень, теплиць, приміщень для вирощування грибів, складських приміщень з контрольованим мікрокліматом; визначення емісії забруднюючих речовин і парникових газів з тваринницьких приміщень та сільськогосподарських угідь в атмосферу),
- **екологія** (експрес-вимірювання та моніторинг рівня забрудненості повітря селітебних територій населених пунктів),
- **будівництво** (оцінка мікроклімату житлових, спортивних та громадських (музеї, театри, навчальні заклади) приміщень),
- **метеорологія** (експрес-вимірювання та моніторинг деяких метеорологічних показників клімату).



Рис. 3. Загальний вигляд ВОК АПСЕ-М.

Наші дослідження свідчать про те, що системи вентиляції, якими зараз обладнана частина племінних господарств не можуть ефективно виконувати покладену на них функцію. Оскільки система вентиляції відіграє важливу роль у регулюванні, як температурно-вологісного режиму, так і вмісту забруднюючих газів у повітрі робочої зони та впливає на рівень продуктивності свиней, її рекомендується переобладнувати за інноваційними технологіями. Передусім рекомендується використовувати прогресивні системи вентиляції в поєднанні з системами кондиціонування і рекуперації теплової енергії для створення комфортних умов утримання племінних тварин за зменшення енергетичних витрат.

Кращим варіантом регулювання мікроклімату в свинарниках, наразі, є облаштування їх спеціальними автоматичними системами клімат-контролю.

4.3 Автоматизоване управління мікрокліматом у племінному свинарстві

Теплокровні тварини характеризуються розвинутим гомеостазом температури та інших фізіологічних параметрів свого тіла. Проте, вона, температура тварин, дещо відрізняється в залежності від виду, ділянки тіла, періоду доби та рухової активності.

Літературні дані свідчать про те (Денисюк П.В., Чирков О.Г., 2004; Денисюк П.В., 2008), що в постнатальний період розвитку тварин, за умови, коли температура і відносна вологість повітря майже не змінюються, це призводить до зниження резистентності їх організму. Занадто стабілізовані впродовж доби, так звані "тепличні", умови мікроклімату є причиною надмірного зніження тварин, а такі що змінюються хаотично, безладно, некеровано людиною, можуть значно перевищити оптимальні і фізіологічно допустимі амплітуди коливань у приміщенні та спричинити значне зниження рівня продуктивності тварин.

У зв'язку з вищезазначеним Черкаською ДСБ НААН розроблено **«Спосіб автоматизованого управління мікрокліматом в приміщенні в режимі циркадного ритму»** (Патент на корисну модель №101943). (Автори розробки: Небилиця М.С., Бойко О.В.)

Він включає вимірювання, аналіз та регулювання температури повітря і відносної вологості повітря в приміщенні шляхом включення витяжних вентиляторів пропорційно відхиленню поточних значень від заданих. Коригують заданий діапазон шляхом програмного керування секцій кондиціонера за допомогою мікропроцесора.

Зокрема, запрограмований мікропроцесор, впродовж 24 годин (в циркадному ритмі), через заданий проміжок часу (2 год.) з відповідним кроком (0,5 °C) задає сигнал необхідної температури та з відповідним кроком (2 %) задає сигнал необхідної відносної вологості повітря. З урахуванням того, що для створення циркадного ритму температури, вона має підвищуватися від мінімального значення до максимального впродовж першої половини періоду циркадного ритму, а впродовж другої його половини знижуватись до мінімального відповідно до наведеного алгоритму на рис. 1.

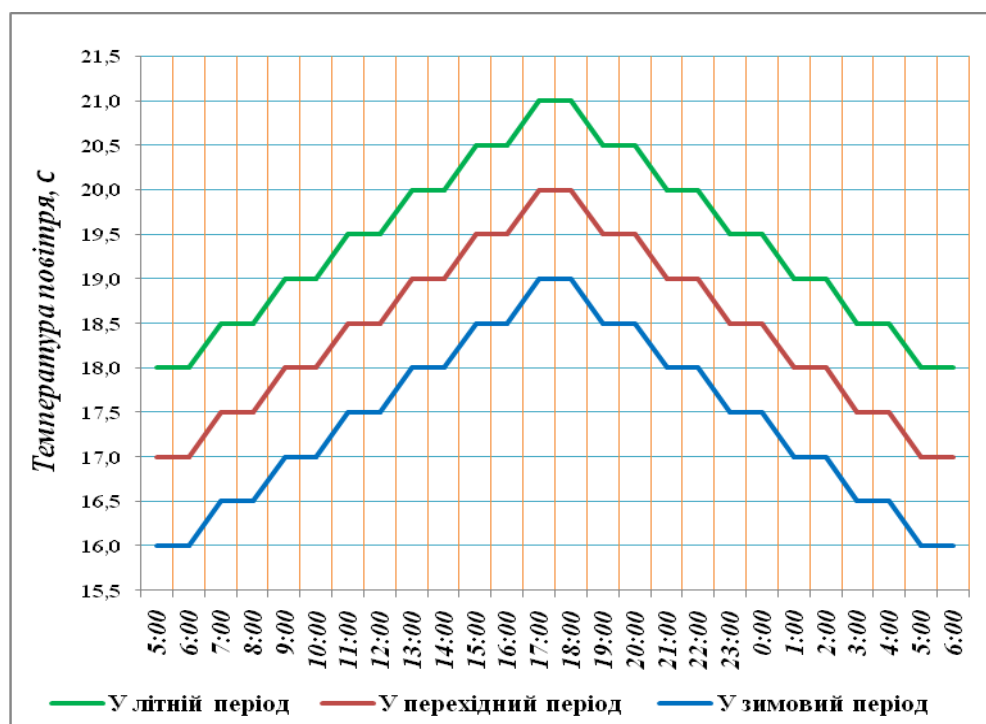


Рис.1

Впровадження циркадного ритму дозволить забезпечити фізіологічні потреби ремонтного молодняка свиней при вирощуванні у добових змінах температури і відносної вологості повітря (рис. 1, 2), для підвищення резистентності їх організму.

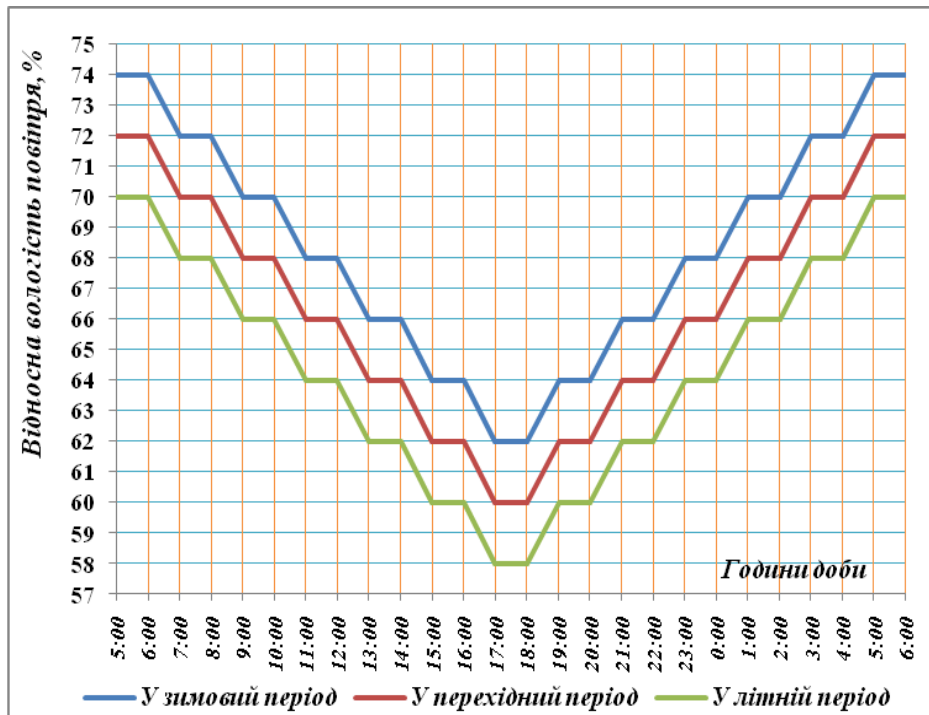


Рис.2

Потрібно зазначити, що система вентиляції в племінних господарствах може бути різних типів, залежно від призначення приміщення. Для зниження температури повітря в приміщенні влітку, рекомендується використовувати системи примусового охолодження припливного повітря. Так, з цією метою застосовують принцип повітряного охолодження. Він базується на тому, що підвищуючи швидкість руху повітря в приміщенні, в межах максимально допустимих нормативних значень, забезпечують бажане зниження температури. Для цього, наприклад, використовують припливні клапани (стінні чи дахові) або системи «фреш ніс». Найбільший ефект від систем охолодження «фреш ніс» отримується у секціях свинарників для опоросу, де свиноматок утримують в індивідуальних станках. Завдяки цій системі свіже повітря, що пройшло попередню буферизацію (наприклад, на горищі свинарника), опускається до свиноматки по трубі, встановленій на висоті приблизно 100 см над її головою. При цьому треба, щоб повітря встигало зменшити свою швидкість, коли опуститься до зони розміщення порослят, для попередження протягів.

Основний принцип функціонування системи подачі повітря з-під підлоги базується на тому, що воно потрапляє до приміщення через

спеціальні вентиляційні шахти, змонтовані у проході між станками. Звідти, через припливну систему, повітря рівномірно надходить безпосередньо до свиней, а підіймається лише після того, як прогріється до комфортного значення температури робочої зони.

У припливному каналі, завдяки сталій температурі землі, повітря охолоджується або підігрівається. Влітку така система може охолодити повітря на 10°C. А в спекотні дні вентиляційні канали можна наповнювати холодною водою, що сприятиме додатковому охолодженню повітря на 1-3°C.

Одним із кращих варіантів подачі повітря з-під підлоги є геотермічна система вентиляції (ГСВ) із застосуванням, так званих, кам'яних подушок. Їх розташовують збоку свинарника. Принцип роботи ГСВ доволі простий. Завдяки створеному витяжними шахтами свинарника вакууму свіже повітря втягується із зовні крізь кам'яні подушки, розташовані на глибині не замерзання ґрунту (стала температура приблизно 7°C). Завдяки добре налагодженій роботі ГСВ забезпечують добові перепади температур у свинарнику не більші за 1-2°C, навіть тоді, коли зовнішня температура змінюється в діапазоні 15-20°C.

Отже, ГСВ особливо ефективна за значних перепадів зимово-літніх та денно-нічних температур. До того ж, на ефективність її роботи не впливає відносна вологість та швидкість руху зовнішнього повітря. Значною перевагою ГСВ необхідно зазначити ефективну роботу її витяжної системи. Оскільки вентилятори витяжної системи працюють постійно в одному діапазоні обертів (без пікового навантаження), то цим заощаджують до 15-20% електроенергії.

Протилежною стороною енерговитрат на забезпечення роботи систем охолодження внутрішнього повітря приміщення в спеку літньої пори року є його обігрівання взимку.

Одним із кращих варіантів енергозберігаючої системи обігріву внутрішнього повітря, у зимовий період року, є **використання установок з рекуперації теплової енергії** виділеної власне самими тваринами. Проте, така система має свої недоліки. Коли секція в зимову пору не використовується тривалий час, при черговому

заповненні її тваринами вони можуть отримати стрес через переохолодження. В такому випадку рекомендується застосовувати дизельні «теплові гармати», для тимчасового підігріву повітря в секції. На енергозбереження значно впливає відокремленість секції одна від іншої, тобто автономність секцій приміщення. Не раціонально, з економічної точки зору, опалювати приміщення розраховане на велику кількість тварин при заповненні його лише на 40-50%.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Чорний, М.В., Хомутовська С.О. 2013. Санітарно-гігієнічне забезпечення ферм в контексті профілактики хвороб свиней. Ветеринарна медицина. Вип. 97. С. 486-489.
2. Черный, Н.В. 2003. Гигиена и санитария в решении проблем повышения резистентности и профилактики болезней животных на предприятиях разных форм собственности. «Проблемы гигиены с.-х. животных в условиях интенсивного ведения животноводства»: материалы междунар. науч.-практ. конф. 23-24 октября 2003 г. Витебск. С.151-153.
3. Славов В. П., Біденко В. М., Дідух М. І. та ін. (2016). Зооекологія. Теоретичні основи та лабораторно-розрахунковий практикум: навч. посібн. Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2016. 140 с.
4. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide . URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> (date of the application: 14.11.2023.)
5. Bastviken D., Nygren J., Schenk J., Parellada Massana R., & Duc N. T. (2020). Technical note: Facilitating the use of low-cost methane (CH₄) sensors in flux chambers - calibration, data processing, and an open-source make-it-yourself logger. Biogeosciences. 2020. Vol. 17. P. 3659-3667. doi: <https://doi.org/10.5194/bg-17-3659-2020>.
6. Натрус, С.П., Стригіна М.В. 2018. Забруднення атмосферного повітря та розвиток системи моніторингу у Донецькій області: матеріали наук.-практ. конф. III екологічного Форуму «Екологія промислового регіону», Слов'янськ. ФОП Бутко В.І. .5-8.

7. Болтянський Б.В. (2014). Впровадження енергозберігаючих технологій при будівництві та реконструкції тваринницьких підприємств в Україні. Науковий вісник ТДАТУ. Випуск 4, Том 1, 2014. С. 10-15.

8. Небылица Н.С. (2021). Экологически безопасный способ теплоизоляции ограждающих конструкций свинарника-маточника. Сб. материалов Международной научно-практической конференции, «Инновации в животноводстве и безопасность продуктов животноводства - достижения и перспективы», посвящённой 65 - летию основания Научно-практического института биотехнологий в зоотехнии и ветеринарной медицине, 30 сентября 1 октября 2021 года. Максимовка, 2021. С.740-747.

9. Небилиця, М.С. (2020). Екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщення для утримання підсисних свиноматок. Вісник ПДАА. 3(98). 174-183. Doi 10.131210/visnyk2020.03.19.

10. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2022). Мультипараметрична оцінка мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. *Свинарство*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава, ТОВ «Фірма -«Техсервіс». 2022. Вип. 77-78. С.106-116. doi 10.37143/0371-4365-2022-77-78-09.

11. Бащенко, 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.

12. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). ВНТП-АПК-02.05. Мінагрополітики України, Київ 2005. Чинні з 01.01.2006.

13. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. Наказ МОЗУ № 1596 від 14.07.2020, із змінами № 881 від 06.05.2021 та № 1715 від 10.08.2021. Чинний 03.08.2020.

14. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2023). Порівняльна оцінка санітарно-гігієнічних норм утримання свиней за різних паратипових факторів. *Свинарство і агропромислове виробництво: міжвідом. темат. наук. зб./ Ін-т свинарства і АПВ*. Полтава. 2023. Вип. І(79). С. 130-143. doi: 10/37143/0371-4365-2023-1/79-08.

15. Іванов В. О., Волощук В. М. Біологія свиней: Навчальний посібник. Полтава: ТОВ Фірма Техсервіс, 2013. 384 с.

УДК 631.22.223.6:628.8

**Удосконалення системи мікроклімату свинарських приміщень
у племінних господарствах
(методичні рекомендації)**

Наукове видання

**Бащенко Михайло Іванович,
Церенюк Олександр Миколайович,
Іванов Володимир Олександрович
Небилиця Микола Степанович,
Бойко Олександр Васильович,
Сотніченко Юлія Миколаївна**

Автори будуть вдячні за відгуки, які можна надіслати за адресою:
Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, вул. Пастерівська, 76,
м. Черкаси, 18036 E-mail:*bioresurs.ck@ukr.net*

Підписано до друку 16.01.2024 Формат 60x84^{1/16}

Наклад 300 прим. Папір офсетний.

Оригінал – макет виконано в ЧДСБ НААН

18036 м. Черкаси, вул. Пастерівська, 76

