

УДК 636.4.09.033:614.94:636.083.3

Річна динаміка параметрів мікроклімату цеху опоросу за різних систем вентиляції

Михалко О.Г. , Повод М.Г. 

Сумський національний аграрний університет

 snau.cz@ukr.net



Михалко О. Г., Повод М. Г. Річна динаміка параметрів мікроклімату цеху опоросу за різних систем вентиляції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 44–57.

Myhalko O. G., Povod M. G. Richna dynamika parametrov mikroklimatu cehu oporosu za riznyh' system ventyljacji'. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i pererobky produkciï tvarynyctva», 2020. № 2. S. 44–57.

Рукопис отримано: 02.10.2020р.

Прийнято: 16.10.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-44-57

Було проведено дослідження залежності показників мікроклімату в приміщеннях для утримання підсисних свиноматок від конструктивних особливостей системи вентиляції. Річна динаміка сезонних коливань температури в обох приміщеннях репродуктора господарства, а також у зоні життєдіяльності поросят фіксувалась у межах норми. За використання класичного типу вентиляції показники температури були достовірно вищими влітку, порівнюючи з аналогічними значеннями у приміщенні з геотермальним типом вентиляції. Водночас амплітуда коливань річної динаміки температури лігва поросят була вищою у приміщенні з експериментальним типом вентиляції, порівнюючи з традиційним, та із незначним відносним перевищенням оптимального значення показника на 0,1 °С у весняні місяці. Температурний режим лігва свиноматок як у дослідному, так і в контрольному приміщеннях за досліджуваний період вирізнявся нерівномірними перепадами міжсезонних показників: за використання класичної вентиляції – пік припав на літній період, за вентиляції з підземною подачею повітря – на зимовий, однак без перевищення оптимальних значень. Швидкість руху повітря в обох приміщеннях зростала в літні місяці. За традиційної системи створення мікроклімату фіксували стабільне достовірне переважання цього показника проти значень дослідної системи, а також перевищення його понад норми влітку. Для дослідної системи з підземною подачею повітря, навпаки, було відмічено низькі значення та надзвичайно низькі – в зимовий сезон. Обидві системи вентиляції забезпечували оптимальну вологість повітря впродовж досліджуваного періоду. Вміст вуглекислого газу мав тенденцію до зростання в осінні місяці в обох приміщеннях репродуктора, однак перевищив норму лише за використання традиційної вентиляції в цей період – на 0,02 % об. Середні значення вмісту амоніаку утримувались в оптимальній зоні впродовж усіх сезонів із незначним зростанням їх концентрацій восени. Однак експериментальна система мікроклімату допускала достовірно вищий вміст NH₃, порівнюючи із загальнопоширеною системою у контрольному приміщенні в літні місяці на 1,99 мг/м³, або 150,09 %. Вміст сірководню був оптимальним для обох приміщень упродовж року. Однак достовірно вищими концентраціями H₂S вирізнялось приміщення, де встановлено дослідну систему підготовки повітря «Екзатоп», на 64,81 % (p<0,001) – навесні, на 61,14 % (p<0,001) – влітку та на 43,00 % (p<0,001) – восени, проти приміщення з традиційною системою підготовки повітря. Зважаючи на виявлену залежність показників мікроклімату приміщень репродуктора від типу вентиляції, подальші дослідження впливу вказаних чинників важливо продовжити.

Ключові слова: свиноматка, поросля, тип вентиляції, багатоплідність, маса гнізда поросят, збереженість, пора року.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.

Багато дослідників [2] під мікрокліматом розуміють клімат тваринницького приміщення, який характеризується сукупністю фізичних, хімічних, механічних і біологічних властивостей повітря. На формування мікроклімату впливають клімат і рельєф місцевості, ґрунт, теплозахисні та інші властивості будівельних матеріалів, вид, вік тварин, технологія їх утримання та інші чинники. Для збереження здоров'я і продуктивності, для найкращого прояву фізіологічних функцій організму свиней необхідно підтримувати оптимальний мікроклімат у приміщеннях та враховувати дію сезонних чинників, як позитивний, так і негативний вплив яких підтверджено багатьма науковцями [20].

У роботі R. Muns [24] доведено, що під дією сезонних чинників спостерігається фенотипічне коливання для деяких продуктивних та відтворних ознак свиней. Зокрема, висока температура навколишнього середовища негативно впливає на споживання корму у свиноматок та на вагу відлучених поросят. Високі температури під час опоросу погіршують добробут маточного поголів'я, що негативно впливає на ріст і здоров'я потомства.

R. Clarus [8] зазначає, що під дією сезонних змін часто кнури різних генотипів демонструють знижений синтез стероїдів, кількість сперми та лібідо влітку, порівнюючи з оптимістами, які трапляються взимку. У циклічних свиноматок функція яєчників може уражатися анострусом переважно влітку та зрідка в лютому і березні. Крім того, частота овуляції може бути нижчою влітку, а тривалість розвитку еструсу подовжена проти пізньої осені та зими. Унаслідок інтервал від відлучення до еструсу влітку збільшується, а в цей період спаровування спричиняє зниження рівня запліднюваності та меншу кількість поросят при народженні.

Згідно з дослідями F. De Rensis [12], у первісток і свиноматок літньо-осінній сезон року часто характеризується зниженим багатопліддям, а тепловий стрес і тривалі фотоперіоди в теплу пору року можуть спричинити зменшення споживання корму. Одночасно змінена ендокринна активність компрометує розвиток фолікулярних та лютеїнових тіл, знижує якість ооцитів та збільшує смертність ембріонів.

S. Bloemhof [6] відзначає, що тепловий стрес сильніше впливає на репродуктивні показники первісток, ніж у повновікових свиноматок. Тепловий стрес упродовж третього тижня (від 14 до 21 доби) до першого осіменіння мав найбільший вплив на швидкість опоросу.

Тепловий стрес в період між 7 добою і до успішного запліднення до 12 доби після цього мав найбільший вплив на загальну кількість народжених поросят. Кореляції між температурами в наступні дні впродовж цих періодів були надзвичайно високими ($> 0,9$).

D. Renaudeau [25] виявив, що пом'якшення негативного впливу теплового стресу на свиней та створення оптимального середовища в свинарнику можна досягти завдяки проектуванню приміщень, вентиляційних систем та використанню методів випаровувального охолодження з урахуванням особливостей місцевих кліматичних умов. Однак G.M. Morello [23] зауважує, що незважаючи на будь-які технічні вдосконалення сучасних систем мікроклімату, на середовище в свинарських комплексах може спостерігатися значний вплив непередбачуваних зовнішніх кліматичних змін, що може негативно вплинути на продуктивність свиней.

У дослідженнях B.J. Kerr [15], D. Renaudeau [26] та J.S. Johnson [14] було повідомлено, що тепловий стрес негативно впливає на прирости у свиней, і було висловлено припущення, що це може бути пов'язано з фізіологічними перенапруженнями, зумовленими підвищенням температури тіла.

На думку S.C. Pearce [29], підвищення температури тіла спричиняє морфологічні зміни в кишечнику свиней, що свідчить про пошкодження, а тому тварини, що перебувають в зоні дії теплового стресу (у віддалених станках), мають більшу температуру тіла і можуть мати більше кишкових пошкоджень проти тварин, що перебувають у комфортних умовах (у станках, приближених до джерел циркуляції повітря). Унаслідок поглинаюча здатність кишечника може бути знижена, що спричиняє зменшення засвоюваної енергії, отриманої від корму для свиней, які знаходяться у віддалених станках, порівнюючи з тваринами, розміщеними поруч з активними елементами системи кондиціонування. E. Kluzáková [16] також описує достовірне зменшення сереньодобових приростів у поросят, вирощених у станках, розташованих подалі від вентиляторів та повітрязабірників системи мікроклімату.

Крім того, L.H. Baumgard [5] довів, що підвищення температури тіла може підвищити кишкову уразливість до патогенів, які активізують імунну систему свиней. Це розглядається S.K. Kvidera [19] як досить енергозатратний процес, який може суттєво понизити енергію росту та спричинити зменшення приростів. Отже, розташування станка для опоросу може впливати на температуру тіла свиноматки і негативно впливати на інтенсивність росту поросят.

К. Sällvik [32] та А. Costa [10] повідомляють, що існує відмінність показників мікроклімату для типових систем вентиляції в однакових приміщеннях для вирощування свиней, яка може по-різному впливати на терморегуляцію тварин. Відповідно до тверджень Т.Е. Bond, R. Claus та W.H. Close [7,8,9], швидкість повітря має важливе значення у конвективних втратах тепла, а її зниження може зменшити потужність відведення тепла у поросят, що, згідно з М.А. Mitchell [22], спричиняє підвищення температури тіла і внаслідок – температурний стрес.

К.Р. Крото [18] виявив, що з віддаленням станків для опоросу від технологічних джерел надходження свіжого повітря та від шахт його видалення із зони життєдіяльності тварин знижується показник індексу циркуляції повітря. Однак, на відміну від висновків попередніх дослідників, розміщення погोलів'я в межах приміщення не мало достовірного ($P > 0,10$) впливу на середньодобові прирости, хоча температура поверхні шкіри різновіддалених поросят різнилася впродовж доби в середньому в межах $0,06-0,12$ °С.

У результаті життєдіяльності тварин, за розкладання азоту і сірковмісних речовин гною і підстилки, а також за недостатнього повітрообміну в приміщеннях можуть накопичуватися в значних концентраціях амоніак, вуглекислий газ, сірководень, меркаптани, метан та інші гази. Тривале утримання тварин у закритих приміщеннях з підвищеною концентрацією цих газів спричиняє розвиток глибоких морфофункціональних розладів, знижує захисні сили організму.[2]

Дослідження М.О. Parker [27] вказують, що підвищені концентрації амоніаку мають найбільш виражений вплив на характер соціальних взаємодій свиней, водночас тварини в таких умовах демонструють більшу агресію. Крім того, свині, які піддаються впливу високого рівня механічного шуму, що є особливістю штучної вентиляції, менш піддані агресивним діям, ніж свині, утримувані за підвищеного рівня амоніаку. Отже, підвищені концентрації амоніаку можуть погіршити соціальну стабільність у технологічних групах, хоча механізми його впливу наразі невідомі.

На думку F.X. Philippe [30], висока щільність тварин або неадекватна конструкція станків можуть посилити забруднення підлоги та спричинити збільшення концентрації NH_3 , яка статистично позитивно співвідноситься з температурою навколишнього середовища та швидкістю вентиляції у приміщенні для утримання свиней.

Результати С.К. Saha [33] довели, що концентрація NH_3 у свинарському комплексі змінюється сезонно залежно від значень зовнішньої температури. Упродовж року було встановлено значні зв'язки ($P < 0,001$) концентрації NH_3 із зовнішніми сезонними кліматичними коливаннями, включаючи зовнішню температуру, вологість, швидкість та напрям вітру, годину доби і день року.

Р.В. Милостивий [21] стверджує, що високі температури повітря у спекотний період року є гострою проблемою в умовах утримання великого поголів'я тварин в обмеженому просторі, а зважаючи на сезонну динаміку вмісту шкідливих газів у приміщеннях для утримання свиней, саме перехідний період року є досить складним для підтримання оптимального вмісту в ньому амоніаку, сірководню та особливо вуглекислого газу, навіть в умовах значного руху повітря.

Для підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях застосовують різні системи вентиляції, що здатні забезпечувати обмін забрудненого повітря на свіже, нагрівання, або його охолодження, очищення від пилу і мікроорганізмів, осушування чи зволоження, озонування, дезодорацію, знезараження тощо. У досліджах Герасимчук В.М. [1] зазначається, що ефективність зміни показників температури, вмісту кисню та забруднення повітря амоніаком і сірководнем у приміщеннях маточників залежать від системи повітрообміну.

У роботах М.Г. Повода та Р.В. Милостивого [3] встановлено, що за високої температури зовнішнього повітря система вентиляції геотермального типу дає змогу створити більш комфортні температурні умови в приміщенні для утримання свиноматок і реалізації їх продуктивних якостей. Однак підвищення температури і низька вологість повітря в приміщеннях вимагають впровадження додаткових заходів щодо нормалізації температурно-вологісного режиму.

Згідно з результатами попередніх досліджень [4], як сезонні чинники, так і конструктивні особливості системи мікроклімату свинарських комплексів мають вплив на відтворні якості свиноматок, які кращими виявилися за утримання в приміщеннях з геотермальним типом вентиляції. Інтенсивність росту порослят достовірно залежить більше від зовнішніх сезонних чинників, ніж від типу вентиляційного обладнання.

Результати дослідження М.М. Islam [13] та М.С. Krommweh [17] довели, що геотермальна система мікроклімату має потенціал до зниження споживання електроенергії, загальних

витрат свинарських комплексів, викидів CO₂ та інших шкідливих газів, незважаючи на високі початкові інвестиції в її будівництво, проти класичних систем мікроклімату.

Згідно з А. Choudhary [11] та P.D. Patel [28], геотермальна вентиляційна система є ефективним, безпечним, гнучким джерелом відновлюваної енергії, і вона може вважатися найкращою альтернативою для створення сприятливого мікрокліматичного стану в приміщенні для утримання тварин в умовах несприятливого клімату або енергетичних криз, а геотермальне охолодження може бути ефективним у будь-яких кліматичних зонах.

Аналіз даних P.M. Wale [33] дає змогу стверджувати, що геотермальна вентиляційна система може зменшити потреби в опаленні та охолодженні приміщень для вирощування свиней завдяки використанню теплової енергії землі, накопиченої в ґрунті, для зміни температури кондиціонованого повітря, яке рухається в заглиблених підземних каналах в зону життєдіяльності тварин.

Мета дослідження. Враховуючи недостатнє вивчення впливу місцевих сезонних чинників за використання різних систем створення мікроклімату в приміщеннях для опоросу свиноматок на промислових свинарських комплексах степової зони України на показники мікроклімату приміщень, метою роботи стало порівняльне вивчення мікрокліматичних параметрів упродовж чотирьох пір року за використання класичної вентиляції негативного тиску та геотермальної системи вентиляції типу «Екзатоп».

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено в умовах індустриального свинарського комплексу ТОВ «Агроінд» м. Підгороднє Дніпропетровської області в приміщеннях для утримання свиноматок, які знаходяться поруч на одному виробничому майданчику.

За контроль було взято приміщення № 9, яке обладнане вентиляційним устаткуванням виробництва польсько-української фірми «Агротехсервіс». Як дослідне взято приміщення № 3, обладнане системою вентиляції «Екзатоп» французької фірми «І-ТЕК Україна».

Контрольне приміщення (рис. 1) обладнане витяжними даховими шахтами з вентиляторами і стінними повітрязабірними клапанами, через які здійснюється повітрообмін через негативний тиск, що створюється вентиляторами. Повітря із навколишнього зовнішнього середовища надходить через клапани в стінах коридору безпосередньо до секцій з тваринами, а видалення його – через вентиляційну шахту на стелі. Ця система вентиляції автоматично функціонує під контролем пристрою управління мікрокліматом, який має індикатори температури, що дає змогу змінювати як швидкість обертання вентиляторів, так і ширину відкриття входних припливних клапанів. Припливні клапани спрямовують потік повітря вгору, або вниз, залежно від сезонних коливань зовнішніх температур та запрограмованої температури всередині приміщення.

Особливості конструкційного рішення вентиляційної системи у дослідному приміщенні (рис. 2) полягають у організації цир-

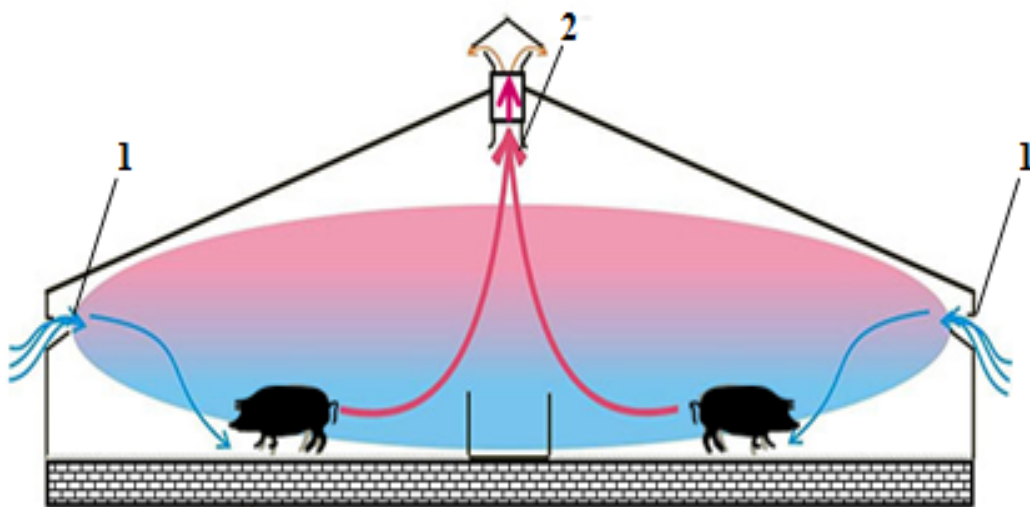


Рис 1. Схема секції для опоросу в приміщенні № 9 та класичної системи мікроклімату фірми «Агротехсервіс» (1 – припливний клапан; 2 – витяжна шахта з вентилятором).

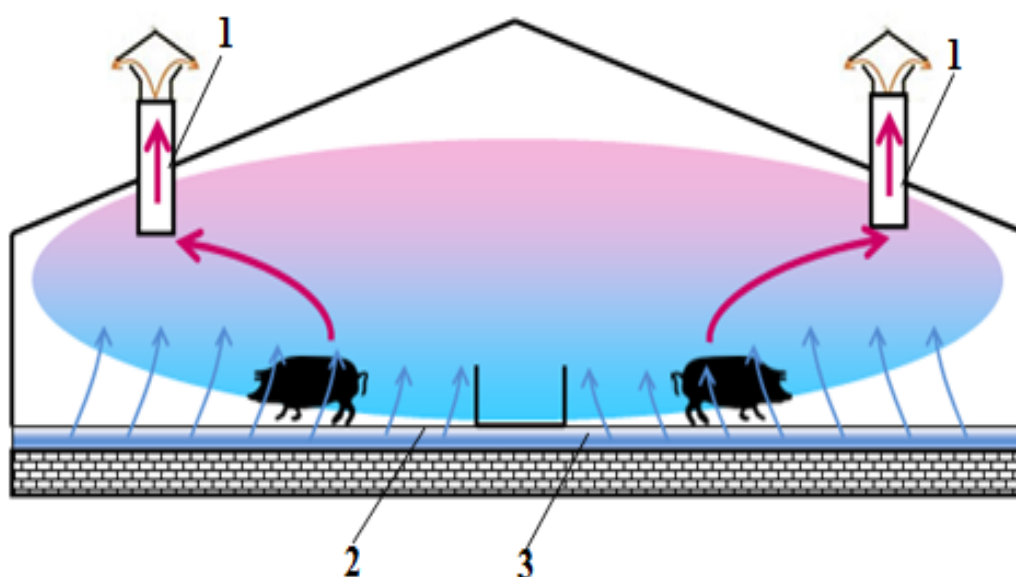


Рис. 2. Схема секції для опоросу в приміщенні № 3 та системи мікроклімату «Екзатоп» фірми «І-ТЕК Україна» (II дослідна група): 1 – витяжна шахта з вентилятором; 2 – перфорована частина підлоги для подачі повітря в робоче приміщення з дельта трубками для обігріву повітря; 3 – підпідлоговий повітропровід.

куляції повітря через створення негативного тиску витяжними даховими вентиляторами, а його приплив із зовнішнього навколишнього середовища здійснюється через вхідну повітрязабірну шахту відокремленої споруди, обладнану радіатором для обігріву, або охолодження повітря, залежно від параметрів сезонних метеорологічних умов. Подальший рух повітря пролягає через простір технологічного коридору в підземний повітропровід, де воно додатково нагрівається взимку, або охолоджується влітку завдяки енергії землі перед надходженням безпосередньо у приміщення для опоросу через отвори по всьому периметру біля стін секцій, і рівномірно розподіляється по всій площі. Витяжні вентилятори шахт, розмішених на стелі будівлі, витягують повітря назовні, а функціонування всієї системи організовується і контролюється приладом управління мікрокліматом, також обладнаним індикаторами рівня температури, який задає швидкість обертів вентиляторів, а відповідно, й інтенсивність повітрообміну.

В обох приміщеннях вимірювання температури лігва у кожному із станків проводили в семи точках пірометром Testo 805, температури повітря і швидкості його руху – термоанемометром Testo 425 м, вміст амоніаку (NH_3), сірководню (H_2S) та вуглекислого газу (CO_2) у повітрі – газоаналізатором «ДОЗОР-С-М», вологості повітря – термогігрометром Testo 605 на

рівні лежання поросят (7 см), їх стояння (25 см) та на рівні дихальних шляхів стоячої людини (160 см).

Результати дослідження та обговорення. Аналіз показників температури в приміщенні в зимову пору року виявив достовірне перевищення її значень в контрольному приміщенні на 2,1 °C, або 9,46 % ($p < 0,001$) (табл. 1).

Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят виявилася нижчою за утримання свиней з використанням класичної системи вентиляції приміщення на 0,7 °C, або 2,65 % ($p < 0,05$). Значення температури лігва поросят, яких утримували за використання геотермального типу вентиляції, було вищим на 1,8 °C, або 5,54 % ($p < 0,001$). Водночас температура лігва у свиноматок була нижчою в контрольному приміщенні на 2,0 °C, або 8,26 % ($p < 0,001$). Однак система вентиляції клапанного типу в зимову пору зумовлювала вищу швидкість руху повітря на 0,07 м/с, або 53,85 % ($p < 0,01$) та вищу відносну вологість повітря на 6,1 % ($p < 0,001$). За результатами вимірювань у маточнику із класичною системою підтримання мікроклімату вміст CO_2 був недостовірно нижчим на 0,03 % об., або 23,08 %, вміст NH_3 був нижчим на 0,95 мг/м³, або 20,30 %, вміст H_2S також був нижчим на 1,46 мг/м³, або 43,98 % ($p > 0,05$). Однак таке перевищення не було достовірним проти дослідного приміщення, де встановлено систему підготовки повітря «Екзатоп».

Таблиця 1 – Параметри мікроклімату в приміщеннях в зимову пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °С	19–24	22,2 ± 0,42***	20,1 ± 0,16
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °С	22–30	26,4 ± 0,24	27,1 ± 0,19*
Температура лігва поросят, °С	28–35	32,5 ± 0,11	34,3 ± 0,09***
Температура лігва свиноматки, °С		24,2 ± 0,19	26,2 ± 0,11***
Швидкість руху повітря, м/с	0,15	0,13 ± 0,043***	0,06 ± 0,023
Відносна вологість повітря, %	40–70	56,4 ± 0,64***	50,3 ± 0,43
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,13 ± 0,009	0,16 ± 0,013
NH ₃ , мг/м ³	20	4,68 ± 0,91	5,63 ± 0,83
H ₂ S, мг/м ³	10	3,32 ± 0,051	4,78 ± 0,114

Дослідження температурних коливань за весняні місяці довело, що вони знаходилися в межах допустимих норм. У спорудах з клапанною системою вентиляції середньосезонні показники температури повітря у приміщенні були невірогідно вищими на 0,70 °С, або 3,33 % ($p > 0,05$), а значення температури повітря у зоні життєдіяльності поросят були, навпаки, достовірно нижчими на 1,6 °С, або 6,35 %, ніж у спорудах з підземним типом подачі повітря (табл. 2).

Температура в лігві поросят та лігві свиноматок була вищою в дослідному приміщенні на 1,5 °С, або 4,46 % ($P < 0,001$) та 0,50 °С, або 2,16 % відповідно проти контролю. Фіксація швидкості руху та відносної вологості повітря виявила тенденцію до перевищення цих параметрів у маточнику із класичною системою вентиляції проти цих самих параметрів дослідної системи вентиляції на 0,06 м/с, або 31,58 % ($P < 0,05$), та на 4,40 % ($P < 0,001$) відповідно. Порівняння газового складу повітря в обох приміщеннях виявило, що експериментальна система мікроклімату допускала вищий уміст шкідливих газів, порівнюючи із загальнопоширеною системою контрольного приміщен-

ня, за вуглекислим газом (CO₂) – на 0,04 % об., або 33,33 % ($p < 0,05$), за амоніаком (NH₃) – на 1,52 мг/м³, або 42,34 % ($p > 0,05$), за сірководнем (H₂S) – на 1,40 мг/м³, або 64,81 % ($p < 0,001$) відповідно.

У літні місяці температура в приміщенні та в зоні життєдіяльності поросят була вищою в контрольному приміщенні на 5,40 °С, або 18,82 %, та 3,70 °С, або 12,94 % ($p < 0,001$) відповідно (табл. 3).

Встановлено також перевищення температурних показників у I контрольному приміщенні над показниками II дослідного як для лігва поросят, так і для лігва свиноматок на 0,40 °С, або 1,16 % ($p > 0,05$), та 2,50 °С, або 9,36 % ($p < 0,001$) відповідно. Геотермальна вентиляція влітку підтримувала швидкість руху повітря у дослідному приміщенні в межах норми, на рівні 0,22 м/с, що на 0,14 м/с, або 38,89 % ($p < 0,01$) нижче, ніж в контрольному. Водночас система вентиляції клапанного типу забезпечувала вологість повітря в контрольному приміщенні на середньосезонному значенні 46,3 %, що нижче, ніж у дослідному свинарнику на 3,60 % ($p < 0,001$). У структурі газового складу повітря маточників перевищень норми

Таблиця 2 – Параметри мікроклімату в приміщеннях у весняну пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °С	19–24	21,0 ± 0,36	20,3 ± 0,19
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °С	22–30	25,2 ± 0,11	26,8 ± 0,13
Температура лігва поросят, °С	28–35	33,6 ± 0,19	35,1 ± 0,14***
Температура лігва свиноматки, °С		23,1 ± 0,22	23,6 ± 0,17
Швидкість руху повітря, м/с	0,20	0,19 ± 0,032*	0,13 ± 0,015
Відносна вологість повітря, %	40–70	60,2 ± 0,72***	55,8 ± 0,52
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,12 ± 0,011	0,16 ± 0,014*
NH ₃ , мг/м ³	20	3,59 ± 0,66	5,11 ± 0,75
H ₂ S, мг/м ³	10	2,16 ± 0,119	3,56 ± 0,108***

Таблиця 3 – Параметри мікроклімату в приміщеннях у літню пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °С:	19–24	28,7 ± 0,37***	23,3 ± 0,22
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °С:	22–30	28,6 ± 0,28***	24,9 ± 0,11
Температура лігва поросят, °С	28–35	34,6 ± 0,21	34,2 ± 0,17
Температура лігва свиноматки, °С		26,7 ± 0,17***	24,2 ± 0,17
Швидкість руху повітря, м/с	0,40	0,36 ± 0,042**	0,22 ± 0,021
Відносна вологість повітря, %	40–70	46,3 ± 0,56	49,9 ± 0,47
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,07 ± 0,005	0,11 ± 0,003***
NH ₃ , мг/м ³	20	1,17 ± 0,14	3,16 ± 0,21***
H ₂ S, мг/м ³	10	1,93 ± 0,009	3,11 ± 0,028***

за вмістом шкідливих газів літом не встановлено. Однак застосування системи повітрообміну геотермального типу характеризувалося вищими рівнями вмісту CO₂ на 0,04 % об., або 57,14 %, NH₃ – на 1,99 мг/м³, або 150,09 %, H₂S – на 1,18 мг/м³, або 61,14 % (p < 0,001) проти аналогічних приміщень, де застосовували класичну систему створення мікроклімату.

Оцінювання осінніх показників температури повітря в приміщенні та температури у зоні життєдіяльності поросят довело вищі її значення за використання вентиляції клапанного типу проти досліджуваних показників у експериментальному приміщенні на 0,10 °С, або 0,43 % (p > 0,05), та на 0,60 °С, або 2,21 % (p < 0,001) відповідно (табл. 4).

Водночас система вентиляції геотермального типу в осінню пору року зумовила вищі показники температури на 0,70 °С, або 2,13 % (p < 0,05) – у лігвах поросят та на 0,20 °С, або 0,86 % (p > 0,05) – у лігвах свиноматок, проти температури у відповідних лігвах тварин контрольної групи. За швидкістю руху та відотною вологістю повітря вищі на 0,06 м/с, або 27,27 % (p < 0,05), та на 4,40 % (p < 0,001) відповідно показники встановлено для класичної системи вентиляції. Експериментальна система

створення мікроклімату «Екзатоп» мала недостовірно нижчі значення вмісту CO₂ на 0,03 % об., або 13,64 % (p > 0,05), та недостовірне перевищення показників вмісту досліджуваних газів проти класичної системи мікроклімату на 1,22 мг/м³, або 18,40 % (p > 0,05) – за вмістом NH₃, і достовірне перевищення на 1,26 мг/м³, або 43,00 % (p < 0,001) – за вмістом H₂S.

Річна динаміка сезонних коливань температури безпосередньо в приміщеннях репродуктора господарства, а також у зоні життєдіяльності поросят фіксувалася в межах норми (рис. 3, 4).

Водночас коливання температури в дослідному приміщенні відмічено від найнижчих 20,10 °С взимку, що на 0,20 °С, або 1,00 % (p > 0,05) нижче від весняних значень, на 3,20 °С, або 15,92 % (p < 0,001) – літніх, на 3,00 °С, або 14,93 % (p < 0,001) – від осінніх значень, до максимальних 28,70 °С влітку в контрольному приміщенні, що на 6,50 °С, або 22,65 % (p < 0,001) вище зимових показників, на 7,70 °С, або 26,83 % (p < 0,001) – весняних та на 5,50 °С, або 19,16 % (p < 0,001) – вище осінніх показників.

У контрольному приміщенні, де використовували вентиляцію класичного типу, річний

Таблиця 4 – Параметри мікроклімату в приміщеннях в осінню пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °С	19–24	23,2 ± 0,26	23,1 ± 0,16
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °С	22–30	27,1 ± 0,16***	26,5 ± 0,13
Температура лігва поросят, °С	28–35	32,9 ± 0,21	33,6 ± 0,19*
Температура лігва свиноматки, °С		23,3 ± 0,17	23,5 ± 0,14
Швидкість руху повітря, м/с	0,20	0,22 ± 0,026*	0,16 ± 0,014
Відносна вологість повітря, %	40–70	66,7 ± 0,78***	62,3 ± 0,66
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,22 ± 0,026	0,19 ± 0,019
NH ₃ , мг/м ³	20	6,63 ± 0,52	7,85 ± 0,79
H ₂ S, мг/м ³	10	2,93 ± 0,076	4,19 ± 0,099***

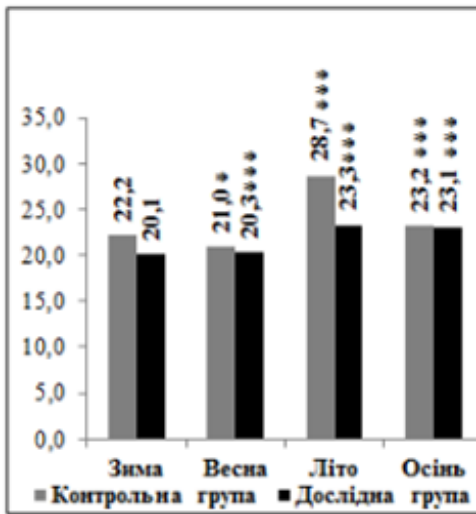


Рис. 3. Річна динаміка температури повітря у приміщенні, °С.

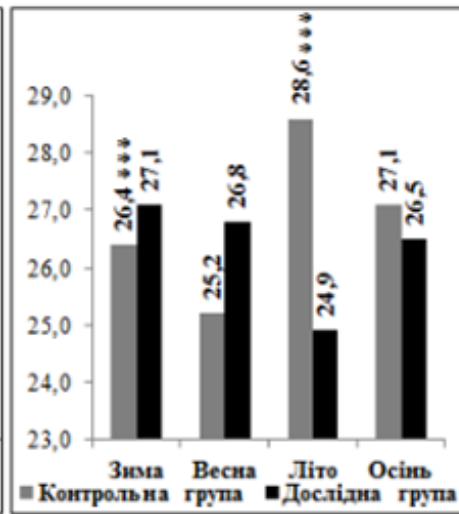


Рис. 4. Річна динаміка температури повітря у зоні життєдіяльності поросят, °С.

максимум температури у зоні життєдіяльності поросят також припав на літній період – 28,6 °С. Різниця температури тут між сезонними середніми показниками влітку та взимку становила 2,20 °С, або 7,69 % ($p < 0,001$), влітку та навесні – 3,40 °С, або 11,89 % ($p < 0,001$), влітку та восени – 1,5 °С, або 5,24 % ($p < 0,001$). Річного піку у дослідному приміщенні цей показник набув у зимову пору року – 27,10 °С, що достовірно вище проти літа на 2,20 °С, або 8,12 % ($p < 0,001$), та осені – на 0,60 °С, або 2,21 % ($p < 0,01$), і недостовірно вище проти весни на 0,30 °С, або 1,11 % ($p > 0,05$).

Амплітуда коливань річної динаміки температури лігва поросят була вищою для контрольного приміщення (рис. 5). Температурний

режим лігва свиноматок в обох приміщеннях за досліджуваний період вирізнявся нерівномірними перепадами міжсезонних показників (рис. 6).

Взимку температура лігва поросят, яких утримували за класичної вентиляції різнилася на: 1,10 °С, або 3,38 % ($p < 0,001$), 2,10 °С, або 6,46 % ($p < 0,001$) та 0,40 °С, або 1,23 % ($p < 0,05$) відповідно, порівнюючи з весною, літом та осінню. Температура лігва поросят у II дослідному приміщенні виявилась менш динамічною і коливалась від найвищого середнього значення навесні в 35,1 °С до найнижчого восени – в 33,6 °С. Різниця зимових показників із весняними набула від’ємного відхилення на 0,80 °С, або 2,33 % ($p < 0,001$) на користь ос-

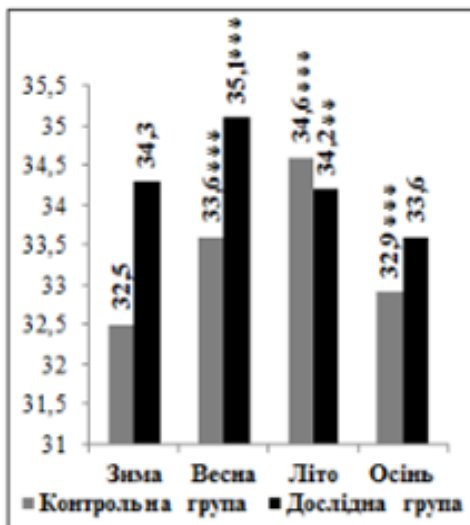


Рис. 5. Річна динаміка температури лігва поросят, °С.

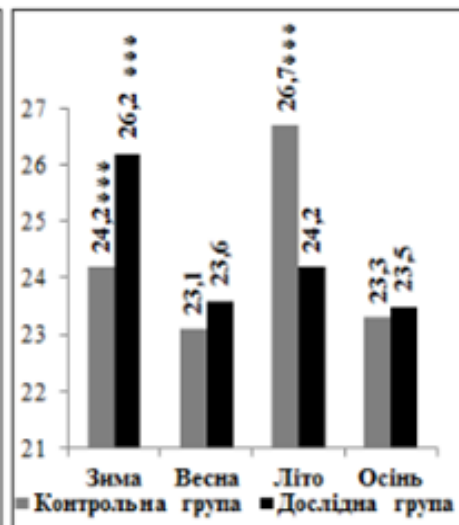


Рис. 6. Річна динаміка температури лігва свиноматки, °С.

танніх, з осінніми – перевищення на 0,70 °С, або 2,04 % ($p < 0,01$), з літніми – набула недостовірною перевищення на 0,10 °, або 0,29 % ($p > 0,05$).

Річна динаміка температури лігва свиноматок у контрольному приміщенні була нижчою навесні на 1,10 °С, або 4,55 % ($p < 0,001$), восени – на 0,90 °С, або 3,72 % ($p < 0,001$) та вищою влітку на 2,50 °С, або 10,33 % ($p < 0,001$), порівнюючи з зимовими її значеннями. У приміщеннях з геотермальним типом створення мікроклімату цей показник виявився найвищим взимку – 26,20 °С, що проти весняної пори року більше на 2,60 °С, або 9,92 % ($p < 0,001$), літньої – більше на 2,00 °С, або 7,63 % ($p < 0,001$), осінньої – більше на 2,70 °С, або 10,31 % ($p < 0,001$).

Швидкість руху повітря в обох приміщеннях зростала в літні місяці (рис. 7). Зміни показника відносної вологості повітря, навпаки, вирізнялися сезонним зниженням його влітку і зростаннями в інші пори року (рис. 8).

Швидкість руху повітря набула найнижчих значень у приміщеннях із класичною системою створення мікроклімату взимку в 0,13 м/с, що недостовірно менше весняних на 0,06 м/с, або 46,15 % ($p > 0,05$), достовірно менше літніх на 0,23 м/с, або 176,92 % та осінніх – на 0,09 м/с, або 69,23 % ($p < 0,05$). Динаміка швидкості руху повітря за використання системи мікроклімату «Екзатоп» зростала впродовж року від мінімального показника 0,06 м/с взимку, що на 0,07 м/с, або 116,67 % ($p < 0,05$), на 0,16 м/с, або 266,67 % ($p < 0,001$) та на 0,10 м/с, або 166,67 % ($p < 0,001$) достовірно менше проти весняних, літніх та осінніх показників відповідно.

Класична система мікроклімату фірми «Агротехсервіс» забезпечувала відносну вологість повітря у контрольному приміщенні найнижчою влітні місяці – на рівні 46,3 %, що достовірно нижче проти зимових місяців на 10,10 % ($p < 0,001$), весняних – на 13,90 % ($p < 0,001$) та осінніх – на 20,40 % ($p < 0,001$). Відносна вологість повітря у дослідній групі також була найнижчою влітку із середньосезонним значенням 49,9 %, що недостовірно нижче, ніж взимку на 0,40 % ($p > 0,05$), достовірно нижче, ніж навесні на 5,90 % ($p < 0,001$) та нижче, ніж восени на 12,40 % ($p < 0,001$).

Аналіз газового складу повітря за рік виявив динаміку до різносторонньої зміни показників вмісту досліджуваних газів як у розрізі сезону, так і типу системи мікроклімату в приміщенні (рис. 9, 10, 11).

Вміст вуглекислого газу в повітрі I контрольного приміщення у зимові місяці був вищим проти весняних та літніх на 0,01 % об., або 7,69 % ($p > 0,05$) та 0,06 % об., або 46,15 % ($p < 0,001$) відповідно, однак поступався показникам осінніх місяців на 0,09 % об., або 69,23 % ($p < 0,001$). Зміна вмісту CO_2 у II дослідному приміщенні впродовж року була менш суттєвою і не різнилися для зимових та весняних місяців, досягши середньосезонного значення 0,16 % об., що було вище літніх значень на 0,05 % об., або 31,25 % ($p < 0,001$), та було недостовірно нижче осінніх значень на 0,03 % об., або 18,75 % ($p > 0,05$).

За застосування класичної системи створення мікроклімату вміст амоніаку в приміщенні взимку становив 4,68 г/м³, що було вище проти весни на 1,09 мг/м³, або 23,29 % ($p > 0,05$), літа

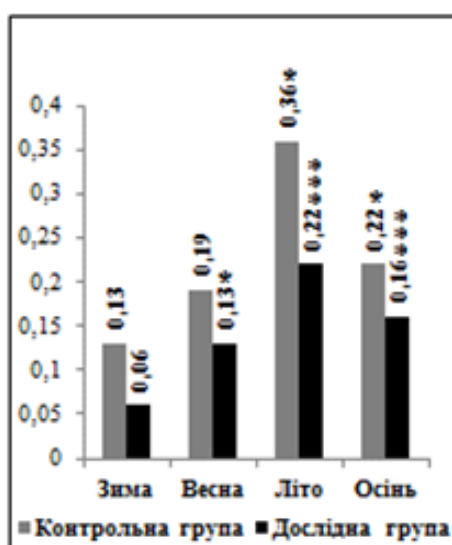


Рис. 7. Річна динаміка швидкості руху повітря, м/с.

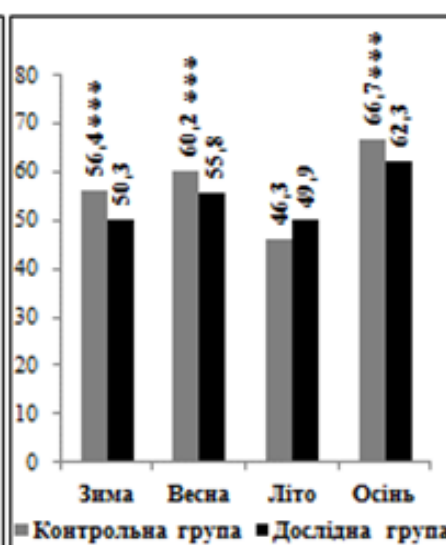


Рис. 8. Річна динаміка вологості повітря, %.

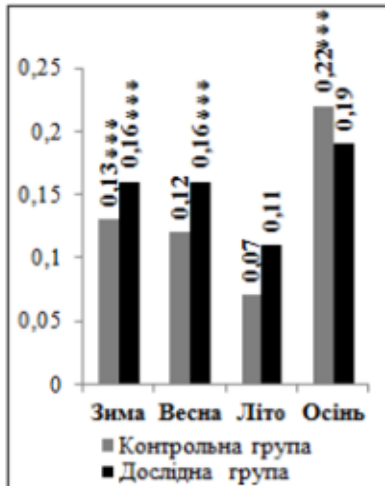


Рис. 9. Річна динаміка вмісту CO₂ в повітрі приміщень, % об.

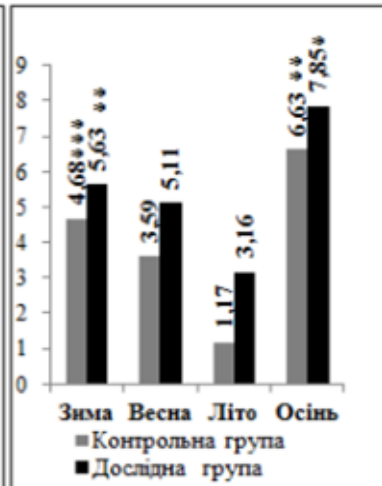


Рис. 10. Річна динаміка вмісту NH₃ в повітрі приміщень, мг/м³.

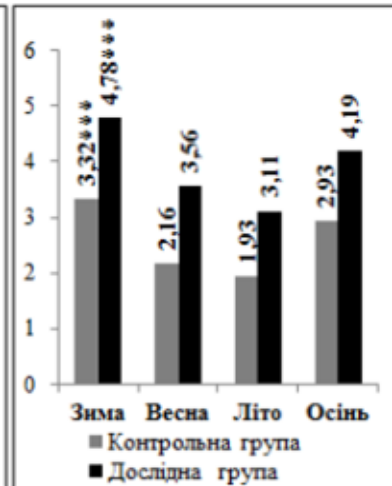


Рис. 11. Річна динаміка вмісту H₂S в повітрі приміщень, мг/м³.

– на 3,51 мг/м³, або 75,00 % (p<0,001), однак нижче проти осені на 1,95 мг/м³, або 41,67 % (p<0,05). За функціонування геотермальної системи створення мікроклімату в приміщеннях для опоросу свиноматок рівень амоніаку взимку становив 5,63 мг/м³, який недостовірно перевищив весняні значення на 0,52 мг/м³ або 9,24 % (p>0,05) та достовірно літні – на 2,47 мг/м³, або 43,87 % (p<0,01), однак незначно поступився осіннім – на 2,22 мг/м³, або 39,43 % (p<0,05).

Встановлено, що вміст сірководню в приміщенні, обладнаному вентиляцією з клапанною подачею повітря, найвищим був упродовж зимової пори року, досягши значення 3,32 мг/м³, що перевищило значення весняних місяців на 1,16 мг/м³, або 34,94 % (p<0,001), літніх – на 1,39 мг/м³, або 41,87 % (p<0,001) та осінніх місяців – на 0,39 мг/м³, або 11,75 % (p<0,001). У цю саму пору року в приміщенні, де функціонувала система вентиляції «Екзатоп», рівень сірководню досяг річного піку також взимку, що було вище, ніж навесні на 1,22 мг/м³, або 25,52 % (p<0,001), більше, ніж влітку на 1,67 мг/м³, або 34,94 % (p<0,001), більше, ніж восени на 0,59 мг/м³, або 12,34 % (p<0,001).

Висновки.

1. Як геотермальна, так і класична вентиляції негативного тиску забезпечують рекомендовані ВНТП параметри мікроклімату в приміщеннях для утримання лактуючих свиноматок та підсисних поросят. Влітку за класичної системи вентиляції встановлено перевищення температури повітря в зоні життєдіяльності свиноматки.

2. Геотермальна система вентиляції забезпечує більш сталі впродовж року показники

температури і вологості повітря та температуру лігва поросят і свиноматки, порівнюючи з класичною. Водночас вона створює гірші показники загазованості повітря.

3. Геотермальна система вентиляції сприяє більш сталим показникам мікроклімату в приміщеннях упродовж року, порівнюючи з класичною.

Дослідження добової динаміки параметрів мікроклімату в приміщеннях за різних систем повітрообміну та їх впливу на продуктивність свиней потребують продовження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Герасимчук В.М. Оцінка і вдосконалення систем вентиляції свинарників різного призначення: дис. канд. с.-г. наук. Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України. 2018. 251 с. URL: <https://snaubulletin.com.ua/index.php/ls/article/download/109/86>

2. Кузнецов А.Ф. Гигиена животных. М: Колос, 2001. С. 172–266. URL: <https://www.twirpx.com/file/2421213/>

3. Милостивий Р.В., Повод Н.Г., Старов И.В. Эффективность геотермальной вентиляции в свинарнике в жаркий период года. URL: https://www.researchgate.net/publication/324780099_Effektivnost_geotermalnoj_ventilacii_v_svinarnike_v_zarkij_period_goda_Efficiency_of_geothermal_ventilation_in_a_pigsty_in_the_hot_season_materials_in_Russian/citation/download DOI - 10.13140/RG.2.2.16200.83204

4. Михалко О.Г., Повод М.Г. Сезонна залежність продуктивності свиноматок данського походження від конструктивних особливостей систем вентиляції приміщень у період опоросу та лактації. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2019. Вип. 3(38). С. 77–90. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/7795/1/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%93.%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4>

D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA.pdf

5. Baumgard L.H., Keating A., Ross J. W., Rhoads R. P. Effects of heat stress on the immune system, metabolism and nutrient partitioning: implications on reproductive success. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 2015. 39. C. 173–183. URL: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20\(RB545\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20(RB545).pdf)

6. Bloemhof S., Mathur P.K., Knol E.F., van der Waaij E.H. Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science.* 2013. 91. P. 2667–2679. Doi:<https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>

7. Bond T.E., Heitman Jr.H., Kelly C.F. Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine. *Trans. ASAE*, 1965. 8. P. 167–169. Doi: <https://doi.org/110.13031/2013.40458>

8. Claus R., Weiler U. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J Reprod Fertil Suppl.* 1985. 33. P. 85–97.

9. Close W.H., Heavens R.P., Brown D. The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Anim. Sci.* 1981. 32. P. 75–84. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0003356100024806>

10. Image-processing technique to measure pig activity in response to climatic variation in a pig barn / Costa A. et al. *Anim. Prod. Sci.* 2014. 54. P. 1075–1083. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN13031>

11. Choudhary A. HVAC vs Geothermal Heat Pump - Myth & Truth. *Open Journal of Energy Efficiency.* 2013. 2. P. 42–45.

12. De Rensis F., Ziecik A.J., Kirkwood R.N. Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*, 2017. 1. 96. P. 111–117. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>

13. Combined active solar and geothermal heating: A renewable and environmentally friendly energy source in pig houses / Islam M.M. et al. *Environmental Progress & Sustainable Energy.* 2016. 35(4). P. 1156–1165.

14. Thermal stress alters postabsorptive metabolism during pre- and postnatal development / Johnson J.S. et al. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation.* New Delhi (India): Springer India. 2015. P. 61–79.

15. Kerr B.J., Yen J.T., Nienaber J.A., Easter R.A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 2003. 81. P. 1998–2007. Doi: <https://doi.org/10.2527/2003.8181998x>

16. The influence of the stable microclimate on the pig production performance / Kluzáková E. et al. *Res. Pig Breed.* 2013. 7. P. 15–19.

17. Krommweh M.S., Rosmann P., Buscher W. Investigation of heating and cooling potential of a modular housing system for fattening pigs with integrated geothermal heat exchanger. *Biosystems Engineering.* 2014. 121. P. 118–129.

18. Kpodo K.R., Duttlinger A.W., Johnson J.S. Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer. *Translational Animal*

Science. 2019. 3(4). P. 1375–1382. URL: https://www.researchgate.net/publication/331971649_Effects_of_pen_location_on_thermoregulation_and_growth_performance_in_grow-finish_pigs_during_late_summer

19. Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows/ Kvidera S.K. et al. *J. Dairy Sci.* 2017. 100. P. 2360–2374. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12001>

20. Lewis C. R.G., Bunter K.L. Effects of seasonality and ambient temperature on genetic parameters for production and reproductive traits in pigs. *Animal Production Science.* 2011. 51(7). 615 p. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN10265>

21. Milostiviy R.V., Povod M.H., Zhyzhka S. Influence of various ventilation type on microclimate parameters, productivity of lactating sows, and growth of suckling piglets in spring and autumn seasons. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine.* 2019. 7. P. 90–96. Doi: <https://doi.org/10.32819/2019.71016>

22. Mitchell M.A. Effects of air velocity on convective and radiant heat transfer from domestic fowls at environmental temperatures of 20 degrees and 30 degrees C. *Br. Poult. Sci.* 1985. 26. P. 413–423. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071668508416830>

23. Microenvironments in swine farrowing rooms: the thermal, lighting, and acoustic environments of sows and piglets / Morello G.M. et al. *Sci. Agric.* 2018. 75. P. 1–11. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0303>

24. High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows / Muns R. et al. *J Anim Sci.* 2016. 94. P. 377–384. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623>

25. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production / Renaudeau D. et al. *Animal.* 2012. 6. P. 707–728. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>

26. Renaudeau D., Kerdoncuff M., Anaïs C., Gourdiine J.L. Effect of temperature level on thermal acclimation in large white growing pigs. *Animal.* 2008. 2. P. 1619–1626. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002814>

27. The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, *Sus scrofa* (Part 2): Social behaviour / Parker M.O. et al. *Animal.* 2010. 4. P. 1910–1921. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731110001084>

28. Geothermal Ventilation System for Animal House: A New Approach / Patel P.D. et al. *Int.J.Curr.Microbiol. App. Sci.* 2018. 7(06). P. 1850–1859. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.220>

29. Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs / Pearce S.C. et al. *J. Anim. Sci.* 2012. 90(4). P. 257–259. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.52339>

30. Philippe, F.X., Cabaraux, J.F., Nicks, B. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2011. 141. P. 245–260. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012>

31. Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions / Saha C.K. et al. *Sci. Total Environ.* 2014. 468. P. 53–62. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.015>

32. Sällvik K., Walberg K. The effects of air velocity and temperature on the behaviour and growth of pigs. *J. Agric.*

Eng. Res. 1984. 30. P. 305–312. Doi:[https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(84\)80031-1](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(84)80031-1)

33. Wale P.M., Attar A.C. Design, application and result analysis of geothermal ventilation system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2013. 4(8). P. 2229–5518. URL:<https://www.ijser.org/paper/Design-Appllication-and-Result-Analysis-of-Geothermal-Ventilation-System.html>

REFERENCES

1. Herasymchuk, V.M. (2018). Ocinka i vdoskonalennja system ventyljacij' svynarykiv riznogo pryznachennja: dys. kand. s.-g. nauk [Estimation and improvement of ventilation systems of piggeries of various function: the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Instytut svynarstva i agropromysloвого vyrobnytstva NAAN Ukrainy [Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of NAAS of Ukraine]. 251 p. Available at:<https://snaubulletin.com.ua/index.php/ls/article/download/109/86>

2. Kuznetsov, A.F. (2001). *Gigiena zhyvotnyh [Hygiene of animals]*. Moscow, Kolos, pp. 172–266. Available at:<https://www.twirpx.com/file/1980120/>

3. Milostiviy, R.V., Povod, N.G., Starov, I.V. (2018). Effektivnost geotermalnoy ventilyatsii v svynarnike v zharkiy period goda [Efficiency of geothermal ventilation in a pigsty in the hot season]. Available at:https://www.researchgate.net/publication/324780099_Effektivnost_geotermalnoy_ventilyatsii_v_svinarnike_v_zharkiy_period_goda_Efficiency_of_geothermal_ventilation_in_a_pigsty_in_the_hot_season_materials_in_Russian/citation/download_Doi_-_10.13140/RG.2.2.16200.83204

4. Mykhalko, O.G., Povod, M.G. (2019). Sezonna zalezhnist produktyvnosti svynomatok danskoho pokhodzhennia vid konstruktyvnykh osoblyvostei system ventilyatsii prymishchen u period oporosu ta laktatsii [Seasonal fallowness of productivity of sows in the Danish walking area as a result of the design features of ventilation systems, during farrowing and lactation]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]*. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 3(38), pp. 77–90. Available at:<http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/7795/1/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%93.%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA.pdf>

5. Baumgard, L.H., Keating A., Ross, J. W., Rhoads, R. P. (2015). Effects of heat stress on the immune system, metabolism and nutrient partitioning: implications on reproductive success. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 39, pp. 173–183. Available at: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20\(RB545\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20(RB545).pdf)

6. Bloemhof, S., Mathur, P.K., Knol, E.F., van der Waaij, E.H. (2013). Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science*. 91, pp. 2667–2679. Available at:<https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>

7. Bond, T.E., Heitman Jr.H., Kelly, C.F. (1965). Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine. *Trans. ASAE*, 8:167–169. Available at: <https://doi.org/10.13031/2013.40458>

8. Claus, R., Weiler, U. (1985). Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J Reprod Fertil Suppl.* 33, pp. 85–97.

9. Close, W.H., Heavens, R.P., Brown, D. (1981). The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Anim. Sci.* 32, pp. 75–84. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0003356100024806>

10. Costa, A., Ismayilova, G., Borgonovo, F., Viazzi, S., Berckmans, D., Guarino, M. (2014). Image-processing technique to measure pig activity in response to climatic variation in a pig barn. *Anim. Prod. Sci.* 54, pp. 1075–1083. Available at: <https://doi.org/10.1071/AN13031>

11. Choudhary, A. (2013). HVAC vs Geothermal Heat Pump - Myth & Truth. *Open Journal of Energy Efficiency.* 2, pp. 42–45.

12. De Rensis, F., Ziecik, A.J., Kirkwood, R.N. (2017). Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology.* 1, 96, pp. 111–117. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>

13. Islam, M.M., Mun, H.S., Bostami, A.B.M.R., Park, K.J., Yang, C.J. (2016). Combined active solar and geothermal heating: A renewable and environmentally friendly energy source in pig houses. *Environmental Progress & Sustainable Energy.* 35(4), pp. 1156–1165.

14. Johnson, J.S., Abuajamieh, M., Sanz Fernandez, M.V., Seibert, J. T., Stoakes, S. K., Nteeba, J., Keating, A. F., Ross, Rhoads, R. P., Baumgard, L. (2015). Thermal stress alters postabsorptive metabolism during pre- and postnatal development. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation*. New Delhi (India): Springer India. pp. 61–79.

15. Kerr, B.J., Yen J.T., Nienaber J.A., and Easter R.A. (2003). Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 81, pp. 1998–2007. Available at: <https://doi.org/10.2527/2003.8181998x>

16. Kluzáková, E., Stupka, R., Citek, J., Sprysl, M., Okrouhla, M., Brzobohaty, L., Vehovsky, K. (2013). The influence of the stable microclimate on the pig production performance. *Res. Pig Breed.* 7, pp. 15–19.

17. Krommweh, M.S., Rosmann, P., Buscher, W. (2014). Investigation of heating and cooling potential of a modular housing system for fattening pigs with integrated geothermal heat exchanger. *Biosystems Engineering.* 121, pp. 118–129.

18. Kpodo, K.R., Duttlinger, A.W., Johnson, J.S. (2019). Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer. *Translational Animal Science.* 3(4), pp. 1375–1382. Available at: https://www.researchgate.net/publication/331971649_Effects_of_pen_location_on_thermoregulation_and_growth_performance_in_grow-finish_pigs_during_late_summer

19. Kvidera, S.K., Horst, E.A., Abuajamieh, M., Mayorga, E.J., Sanz Fernandez, M.V., Baumgard, L.H. (2017). Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100, pp. 2360–2374. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12001>

20. Lewis, C. R.G., Bunter, K.L. (2011). Effects of seasonality and ambient temperature on genetic parameters for production and reproductive traits in pigs. *Animal*

Production Science. 51(7), 615 p. Available at: <https://doi.org/10.1071/AN10265>

21. Milostiviy, R.V., Povod, M.H., Zhyzhka, S. (2019). Influence of various ventilation type on microclimate parameters, productivity of lactating sows, and growth of suckling piglets in spring and autumn seasons. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 7, pp. 90–96. Available at: <https://doi.org/10.32819/2019.71016>

22. Mitchell, M.A. (1985). Effects of air velocity on convective and radiant heat transfer from domestic fowls at environmental temperatures of 20 degrees and 30 degrees C. *Br. Poult. Sci.* 26, pp. 413–423. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071668508416830>

23. Morello, G.M., Lay Jr, D.C., Rodrigues, L.H. A., Richert, B.T., Marchant-Forde, J.N. (2018). Microenvironments in swine farrowing rooms: the thermal, lighting, and acoustic environments of sows and piglets. *Sci. Agric.* 75, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0303>

24. Muns, R., Malmkvist, J., Larsen, M.L.V., Sprensen, D., Pedersen, L.J. (2016). High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. *J. Anim. Sci.* 94, pp. 377–384. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623>

25. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J.L., Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*. 6, pp. 707–728. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>

26. Renaudeau, D., Kerdoncuff, M., Anais, C., Gourdine, J.L. (2008). Effect of temperature level on thermal acclimation in large white growing pigs. *Animal*. 2, pp. 1619–1626. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002814>

27. Parker, M.O., O'Connor, E.A., McLeman, M.A., Demmers, T.G.M., Lowe, J.C., Owen, R.C., Davey, E.L., Wathes, C.M. and Abeyesinghe, S.M. (2010). The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, *Sus scrofa* (Part 2): Social behaviour. *Animal*. 4, pp. 1910–1921. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731110001084>

28. Patel, P.D., Srivastava, A.K., Chauhan, H.D., Ankuya, K.J., Prajapati, R.K., Paregi, A.B. (2018). Geothermal Ventilation System for Animal House: A New Approach. *Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci.* 7(06), pp. 1850–1859. Available at: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.706.220>

29. Pearce, S.C., Mani, V., Boddicker, R.L., Johnson, J.S., Weber, T.E., Ross, J.W., Baumgard, L.H., Gabler, N.K. (2012). Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 90(4), pp. 257–259. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.52339>

30. Philippe, F.X., Cabaraux, J.F., Nicks, B. (2011). Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.* 141, pp. 245–260. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012>

31. Saha, C.K., Ammon, C., Berg, W., Fiedler, M., Loebstin, C., Sanftleben, P., Brunsch, R., Amon, T. (2014). Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions. *Sci. Total Environ.* 468, pp. 53–62. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.015>

32. Sällvik, K., Walberg, K. (1984). The effects of air velocity and temperature on the behaviour and growth of pigs. *J. Agric. Eng. Res.* 30, pp. 305–312. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(84\)80031-1](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(84)80031-1)

33. Wale, P.M., Attar, A.C. (2013). Design, application and result analysis of geothermal ventilation system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 4(8), pp. 2229–5518. Available at: <https://www.ijser.org/paper/Design-Application-and-Result-Analysis-of-Geothermal-Ventilation-System.html>

Сезонная динамика параметров микроклимата в помещениях свинарника маточника при разных системах вентиляции

Михалко А.Г., Повод Н.Г.

Изучена зависимость показателей микроклимата в помещениях для содержания подсосных свиноматок от конструктивных особенностей системы вентиляции. Годовая динамика сезонных колебаний температуры в обоих помещениях репродуктора хозяйства, а также в зоне жизнедеятельности поросят фиксировалась в пределах нормы. При использовании классического типа вентиляции показатели температуры были достоверно выше летом относительно аналогичных значений в помещении с геотермальным типом вентиляции. В то же время амплитуда колебаний годовой динамики температуры логова поросят была выше в помещении с экспериментальным типом вентиляции относительно традиционного и с незначительным относительным превышением оптимального значения показателя на 0,1 ° C в весенние месяцы. Температурный режим логова свиноматок как в исследуемом, так и в контрольном помещениях за исследуемый период отличался неравномерными перепадами межсезонных показателей: при использовании классической вентиляции – пик пришелся на летний период, вентиляции с подземной подачей воздуха – на зимний, однако без превышения оптимальных значений. Скорость движения воздуха в обоих помещениях росла в летние месяцы. При традиционной системе создания микроклимата фиксировалось стабильное достоверное превышение этого показателя относительно значений исследуемой системы, а также превышение его сверх нормы летом. Для исследуемой системы с подземной подачей воздуха, наоборот, были отмечены низкие значения и чрезвычайно низкие – в зимний сезон. Обе системы вентиляции обеспечивали оптимальную влажность воздуха в течение исследуемого периода. Содержание углекислого газа имело тенденцию к росту в осенние месяцы в обоих помещениях репродуктора, однако превысило норму только при использовании традиционной вентиляции в этот период – на 0,02 % об. Средние значения содержания аммиака пребывали в оптимальной зоне в течение всех сезонов с незначительным ростом концентраций осенью. Однако экспериментальная система микроклимата допускала достоверно более высокое содержание NH₃ по сравнению с системой в контрольном помещении в летние месяцы на 1,99 мг/м³, или 150,09 %. Содержание сероводорода было оптимальным для обоих помещений в течение года. Однако достоверно более высокими концентрациями H₂S отличалось помещение, где установлена опытная система подготовки воздуха «Экзатоп», на 64,81 % (p<0,001) – весной, на 61,14 % (p<0,001) – летом и на 43,00 % (p<0,001) – осенью, относительно помещения с традиционной сис-

темой подготовки воздуха. Учитывая проявленную зависимость показателей микроклимата помещений репродуктора от типа вентиляции, дальнейшие исследования влияния указанных факторов важно продолжить.

Ключевые слова: свиноматка, поросенок, тип вентиляции, многоплодие, масса гнезда поросят, сохранность, время года.

Season dynamics of microclimate parameters in the premises for keeping suckling sows farm with different ventilation systems

Mykhalko O., Povod M.

The article investigated the dependence of the microclimate indicators in the premises for keeping suckling sows on the design features of the ventilation system. The annual dynamics of seasonal temperature fluctuations in both premises of the reproducer of the farm, as well as in the zone of piglets' vital activity, was recorded within the normal range. At the same time, when using the classical type of ventilation, the temperature indicators were significantly higher in summer compared to similar values in premises with a geothermal type of ventilation. At the same time, the amplitude of fluctuations in the annual dynamics of the piglet den temperature was higher in premises with an experimental type of ventilation relative to the traditional one and with a slight relative excess of the optimal value of the indicator by 0,1 ° C in the spring months. The temperature regime of the den of sows both in the study and in the control premises during the study period was characterized by uneven differences in off-season indicators: when using classical ventilation, the peak fell in the summer

period, when using ventilation with underground air supply, in winter, however, without exceeding the optimal values. The air velocity in both rooms increased during the summer months. At the same time, with the traditional system for creating a microclimate, a stable reliable excess of this indicator relative to the values of the studied system was recorded, as well as its excess of the norm in summer. For the studied system with underground air supply, on the contrary, low values were noted and extremely low in the winter season. Both ventilation systems ensured optimal air humidity during the study period. The carbon dioxide content tended to increase in the autumn months in both premises, however, it exceeded the norm only when using traditional ventilation during this period – by 0,02% vol. Average values of ammonia content were kept in the optimal zone during all seasons with a slight increase in concentrations in autumn. However, the experimental microclimate system allowed a significantly higher NH₃ content than in control premises system in the summer months at 1,99 mg/m³ or 150,09%. The hydrogen sulfide content was optimal for both premises during the year. But the premises where the investigated air preparation system "Exatop" was installed significantly higher in the concentration of H₂S, by 64,81% (p<0,001) in spring, by 61,14% (p<0,001) in summer and by 43,00% (p<0,001) in autumn, relative to premises with a traditional air preparation system. Despite the shown dependence of the microclimate indicators on the type of ventilation, it should be noted that it is important to continue further studies of the influence of these factors.

Key words: sow, piglet, type of ventilation, multiple births, piglet nest weight, safety, season.



Copyright: Михалко О.Г., Повод М.Г. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Михалко О.Г. ID: <https://orcid.org/0000-0002-0736-2296/G-2305-2018>

Повод М.Г. ID: <https://orcid.org/0000-0001-9272-9672/W-1565-2018>