

УДК 636.4.083.312:644

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.34>

## ВПЛИВ ТИПУ ВЕНТИЛЯЦІЇ, СЕЗОНУ РОКУ І ВІКУ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ КОРТИЗОЛУ В ЇХ КРОВІ

**Дещенко О.С.** – аспірант кафедри біології тварин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Лихач А.В.** – д.с.-г.н., професор,

професор кафедри біології тварин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Внутрішні умови в закритих виробничих приміщеннях теплового середовища свинарських комплексів не завжди відповідають нормативним показникам, особливо за підвищення температури впродовж року з аномально спекотними періодами, що, безпосередньо, спричиняють технологічний стрес у тварин. Як наслідок, підвищується концентрація кортизолу в крові таких тварин, що свідчить, в першу чергу, про адекватну відповідь гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковозалозної системи на дію стрес-фактору і є проявом загального адаптаційного синдрому та природним способом організму пережити стрес.

У статті представлено результати трифакторного дисперсійного аналізу стосовно впливу типу вентиляції, сезону року і віку кнурів-плідників на концентрацію кортизолу в їх крові. Експериментальні дослідження проводили на 18 головах кнурів-плідників в умовах ПрАТ «Племзавод «Степной» Запорізької області. Правила поводження з кнурами в експерименті відповідали європейському законодавству про захист тварин та їх комфорт, які утримуються на фермах і схвалені рішенням Біоетичної комісії НУБіП України. Вміст гормону кортизолу в крові кнурів-плідників, які утримувалися за різних систем вентиляції приміщень визначали за стандартною методикою за допомогою набору ІФА (EIA-1887, «Cortisol ELISA», США).

Результати трифакторного дисперсійного аналізу впливу віку, типу вентиляції та сезону року на вміст кортизолу в крові кнурів свідчать про наявність вірогідного впливу ( $P < 0,001$ ) незалежно від часу доби. Так, вплив типу вентиляції зранку в літній період був майже в 2,5 рази вищим, ніж увечері. Сезон у більшій мірі впливав на концентрацію кортизолу в крові кнурів у вечірні години, ніж у ранкові – 55,7% та 31,6%, відповідно. Вік кнурів-плідників мав незначний вплив – 1,0–1,9% на вміст кортизолу в їх крові.

Вранці, незалежно від віку кнурів, концентрація кортизолу зафіксована найвищою у літні місяці (липень-серпень), тоді як навесні та взимку – виявлено найнижче її значення. При цьому, концентрація кортизолу майже завжди була вірогідно вищою за використання поперечної вентиляції відносно геотермальної, що свідчить у ефективності використання останньої, котра забезпечує створення належного мікроклімату, особливо у літній період в приміщенні для кнурів-плідників. Констатуємо, що геотермальна вентиляція мінімізує стресове навантаження, котре проявляється у реакції кнурів на підвищення температурних значень, особливо влітку.

**Ключові слова:** благополуччя, гормони, мікроклімат, продуктивність, свині, технологія.

### **Deshchenko O.S., Lykhach A.V. Influence of ventilation type, season and age of boars on cortisol concentration in their blood**

The internal conditions in closed production facilities of the thermal environment of pig farms do not always meet the regulatory standards, especially when the temperature rises during the year with abnormally hot periods, which directly cause technological stress in animals. As a consequence, the concentration of cortisol in the blood of such animals increases, which indicates, first of all, an adequate response of the hypothalamic-pituitary-adrenal system to the action of the stressor and is a manifestation of the general adaptation syndrome and a natural way for the body to survive stress.

The article presents the results of a three-factor analysis of variance on the effect of the type of ventilation, season, and age of sire boars on the concentration of cortisol in their blood. Experimental studies were carried out on 18 boars in the conditions of PJSC «Stepnoy»,

Zaporizhzhya region. The rules for handling boars in the experiment complied with European legislation on the protection of animals and their comfort kept on farms and were approved by the decision of the Bioethical Commission of the NULES of Ukraine. The content of the hormone cortisol in the blood of boars-breeders kept under different ventilation systems was determined by standard methods using an ELISA kit (EIA-1887, Cortisol ELISA, USA).

The results of the three-factor analysis of variance of the effect of age, type of ventilation and season on the cortisol content in the boars' blood indicate a significant effect ( $P < 0.001$ ) regardless of the time of day. Thus, the effect of ventilation type in the morning in summer was almost 2.5 times higher than in the evening. The season had a greater effect on the concentration of cortisol in the blood of boars in the evening than in the morning – 55.7% and 31.6%, respectively. The age of boars had a slight effect (1.0–1.9%) on the cortisol content in their blood.

In the morning, regardless of the age of boars, the concentration of cortisol was recorded the highest in the summer months (July-August), while in spring and winter its lowest value was found. At the same time, the concentration of cortisol was almost always significantly higher when using cross ventilation compared to geothermal ventilation, which indicates the effectiveness of the latter, which ensures the creation of a proper microclimate, especially in the summer in the pen for boars. We state that geothermal ventilation minimizes the stress load, which is manifested in the reaction of boars to increased temperature values, especially in summer.

**Key words:** welfare, hormones, microclimate, productivity, pigs, technology.

**Постановка проблеми.** Сучасне тваринництво стикається з багатьма викликами, пов'язаними з оптимізацією умов утримання тварин для забезпечення їхнього здоров'я, благополуччя і підвищення продуктивності [7, 8]. Одним із найбільш важливих аспектів успішного ведення галузі свинарства є створення сприятливого мікроклімату в приміщеннях для утримання тварин, що включає правильну роботу вентиляційних механізмів, контроль температури, вологості та якості повітря [3]. Враховуючи вплив цих факторів на фізіологічний стан свиней, особливо кнурів-плідників, вивчення взаємозв'язку між системами вентиляції, сезону року і рівнем стресових гормонів, таких як кортизол, набуває важливого наукового та практичного значення.

Варто відзначити, що гормон кортизол є одним з основних маркерів стресу у тварин [20], і його концентрація в крові може значно варіюватися залежно від умов навколишнього середовища або їх утримання. Підвищення рівня кортизолу в крові тварин, як правило, свідчить про виникнення стресового навантаження, що може бути викликане низкою факторів, зокрема: недостатньою роботою вентиляційних механізмів, підвищення чи зниження температури повітря у приміщенні для утримання свиней, збільшений вміст шкідливих газів у повітрі ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Хронічний стрес у тварин може призводити до зниження їхньої продуктивності, зміни поведінкових патернів, погіршення відтворювальних ознак, імунodefіцитних станів, а також підвищеної захворюваності [12].

Кнури-плідники є важливою частиною стада та відіграють ключову роль у забезпеченні відтворення свиноголові'я [16]. Вони є джерелом генетичного матеріалу, а їхній репродуктивний стан безпосередньо впливає на якість і кількість майбутніх нащадків [17]. У зв'язку з цим, негативні зміни в умовах утримання, що викликають стрес у кнурів, можуть мати серйозні наслідки для загальної продуктивності господарства.

Система вентиляції відіграє ключову роль у підтриманні оптимальних параметрів мікроклімату в свинарських підприємствах [6–8], забезпечуючи циркуляцію повітря, видаляючи надлишкову вологу, шкідливі гази, пил тощо. Умови неналежної вентиляції можуть спричиняти тепловий стрес у літній період і гіпотермію – взимку, що призводить до змін у фізіологічному стані кнурів, включаючи підвищення рівня кортизолу. Отже, некоректне управління системою забезпечення

мікроклімату в приміщеннях для утримання свиней може призвести до порушення теплового балансу, що відображається на зміні фізіологічних показників. Тому оптимізація системи вентиляції чи вибір альтернативних систем вентилявання повітря з урахуванням сезонних коливань температури дозволить знизити стресові прояви у кнурів, що, у кінцевому підсумку, позитивно вплине на їхній гомеостатичні параметри, відтворювальну здатність та рентабельність галузі в цілому [7].

У зв'язку з вище наведеною інформацією, встановлення впливу типу вентиляції, сезону року та віку кнурів на концентрацію кортизолу в їх крові набуває актуальності, а тому зумовило проведення науково-виробничого експерименту в даному аспекті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема впливу мікроклімату на рівень кортизолу в крові тварин досліджується вже досить довго, але присутні суперечливі питання. В останні роки з'явилося чимало публікацій, присвячених впливу систем вентиляції та сезонних змін на фізіологічний стан свиней. За повідомленням групи дослідників [19] високі температури і тепловий стрес впливають на фізіологічний стан свиней, зокрема на рівень кортизолу, а тому автори рукопису пропонують обговорення стратегій для пом'якшення впливу теплового стресу, включаючи оптимізацію вентиляційних систем. Дослідження [21] щодо нічної соціальної ізоляції свиней теж аналізує вплив умов утримання на фізіологічні показники свиней, оцінюючи рівень кортизолу в слині, як стресового маркера за різних періодів року. Автори *L. H. Baumgard, R. P. Rhoads* [9] у своїй праці проаналізували вплив теплового стресу на обмін речовин і енергетику тварин, зокрема свиней, що безпосередньо пов'язано з роботою систем вентиляції у тваринницьких приміщень і температури та їх вплив на рівень стресових гормонів.

Наступне викладення матеріалу наукового пошуку [14, 18] дозволяє систематизувати інформацію стосовно впливу теплового стресу на фізіологічні реакції свиней, зокрема рівень кортизолу, що може бути корисним для аналізу впливу вентиляції та сезонних змін.

Разом з тим, *Yeon-Ha Kim, Ki-Youn Kim* [15] проведеними експериментами встановили, що якість повітря і сезонні зміни впливають на фізіологічні реакції стресу в свиней, включаючи рівень кортизолу. У рукопису *S. Einarsson, Y. Brandt, N. Lundeheim, A. Madej* [13] вивчено вплив сезонних факторів на благополуччя свиней, зокрема на концентрацію стресових гормонів, зокрема кортизолу.

Китайські дослідники сільськогосподарського університету [22] розробили моделі для вивчення кореляцій між множинними факторами умов утримання, такими як температура, вологість, концентрації газів  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{S}$  та виявили сезонні й добові коливання, а також їх вплив на фізіологічні показники свиней за інтенсивної технології виробництва свинини.

Висновки наведених досліджень підкреслюють важливість належної вентиляції та урахування сезонних факторів для зниження рівня стресу в крові кнурів-плідників, що, в свою чергу, позитивно впливає на їхню продуктивність, стан здоров'я й благополуччя.

**Мета досліджень** – визначення впливу типу вентиляції, сезону року і віку кнурів-плідників на концентрацію кортизолу в їх крові.

**Матеріал та методика дослідження.** Умови годівлі, напування, утримання, догляду, профілактики та лікування відповідали європейському законодавству щодо захисту тварин та їх комфорту [10, 11] та Наказу Мінекономіки України «Про затвердження Вимог щодо забезпечення добробуту сільськогосподарських тварин

під час їх утримання» від 18 лютого 2021 р. [5]. Поводження з кнурами в експерименті повністю відповідало вимогам біоетичних стандартів належного поводження з тваринами, схваленого рішенням Біоетичної Комісії Національного університету біоресурсів і природокористування України (№ 017 від 18.06.2024 р.).

Експериментальні дослідження проводили у племінному господарстві України – ПрАТ «Племзавод «Степной» Запорізької області. Кнурів-плідників утримували на підстилці в індивідуальних станках площею 7 м<sup>2</sup>, на бетонній підлозі з тепло- та вологоізоляцією. Кнури, відібрані для експериментів, були клінічно здорові [4]. У свинарнику використовували примусову поперечну та геотермальну вентиляцію з електронним управлінням. Кнурів годували індивідуально гранульованим повнораціонним комбікормом «Eber» по 2,8–3,0 кг корму на голову/добу. Корм згодовували двічі на добу, о 8:00 та 16:00 год. Тварини мали постійний доступ до питної води з ніпельних напувалок. Параметри мікроклімату при утриманні кнурів відповідали Відомчим нормам технологічного проектування «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05 [3].

Контрольну групу 9 голів кнурів утримували в приміщенні, що вентильовалося системою поперечної вентиляції з настінними припливними клапанами, витяжними настінними вентиляторами та автоматизованою системою контролю мікроклімату. Повітря надходило до приміщення через настінні клапани, а швидкість витяжних вентиляторів і відкриття клапанів регулювалися комп'ютеризованою системою контролю мікроклімату.

Конструктивними особливостями системи вентиляції в приміщенні, де утримувалися 9 голів кнурів дослідної групи є організація циркуляції повітря за допомогою геотермальної системи: приплив повітря з навколишнього середовища здійснювався через повітрязабірну шахту, далі повітря проходило підземним тунелем-повітропроводом, де додатково підігрівалося взимку або охолоджувалося влітку за рахунок енергії ґрунту перед надходженням безпосередньо в приміщення через нижні вентиляційні стійки, які рівномірно розташовувалися біля витяжних вентиляторів шахт, що виділяють повітря назовні, а функціонування всієї системи організовувалося і контролювалося пристроєм керування мікрокліматом.

Обидві дослідні групи кнурів, що утримувалися в приміщеннях за різних систем вентиляції, мали ідентичні конструкції, були виготовлені з однакових будівельних матеріалів і однаково просторово розташовані відносно переважаючої рози вітрів. Кількість кліток в обох будівлях була однаковою, з ідентичною площею, схожою системою напування та транспортування і роздачі кормів, видалення гною здійснювалося горизонтальними транспортерами ТСН-3 та виносними транспортерами на тракторних причепах.

Для визначення вмісту гормону кортизолу в кнурів-плідників незалежно від системи вентиляції у приміщенні, де їх утримували, о 6.00 год ранку та 21.00 години вечора брали по 10 мл крові з вушної вени у вакуумну пробірку *V-tube* з гепарином, попередньо фіксуючи тварину за верхню щелепу за допомогою мануальної петлі. Після взяття проб крові у вакуумну пробірку, її обережно перемішували шляхом перевертання 5–6 разів. Далі отриманий біоматеріал центрифугували за допомогою центрифуги *ROTANTA 460 ANDREAS HETTICH GmbH* (Німеччина) протягом 10 хв 1800 об/хв, температура при центрифугуванні була +20 ...+25°C. А далі зразки плазми крові надсилалися до ТОВ «Експертно-діагностичного центру «Біолайтс» (м. Київ), для визначення вмісту кортизолу в плазмі крові за стандартною методикою за допомогою набору ІФА (*EIA-1887, «Cortisol ELISA»*, США) для прямого кількісного визначення методом імуноферментного аналізу, створеного

за принципом конкуренції. Лунки на мікропланшетці вкриті моноклональним антитілом проти антигенів молекул кортизолу. Зразок плазми (сироватки) крові з ендogenous кортизолом інкубується у лунці разом з ензимним кон'югантом. Після інкубації незв'язаний кон'югант вимивається водою. Кількість зв'язаної пероксидази зворотно пропорційна концентрації кортизолу у зразку. Після додавання субстрату інтенсивність забарвлення, що утворюється, зворотно пропорційна концентрації кортизолу в досліджуваному зразку [2].

При аналізі впливу вікової групи, типу вентиляції і сезону року на концентрацію кортизолу в крові кнурів використано алгоритм трифакторного дисперсійного аналізу (із фіксованими факторами). При цьому, крім впливу головних факторів також розраховано оцінки дисперсійного відношення для сполучень факторів другого рівня («вікова група» × «тип вентиляції», «вікова група» × «сезон року» та «тип вентиляції» × «сезон року»), а також для сполучення факторів третього рівня («вікова група» × «тип вентиляції» × «сезон року»).

Для кожного головного фактора та всіх їх можливих сполучень розраховано оцінку сили впливу фактора/сполучення ( $h^2$ ), як відношення відповідної суми квадратів ( $SS$ ) до загальної суми квадратів всього дисперсійного комплексу, виражене у %. Для кожного сполучення головних факторів було розраховано також групові оцінки середнього арифметичного та її 95 довірчий інтервал (95% ДІ). Всі розрахунки було проведено з використанням програми *STATISTICA* (*StatSoft Inc.*) на підставі алгоритмів, що наведено у посібнику [1].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Результати трифакторного дисперсійного аналізу свідчать про наявність вірогідного (у всіх випадках:  $P < 0,001$ ) впливу всіх головних факторів (вікової групи, типу вентиляції та місяця року) на концентрацію кортизолу в крові кнурів зранку (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати трифакторного дисперсійного аналізу впливу вікової групи, типу вентиляції та місяця року на концентрацію кортизолу в крові кнурів зранку**

Джерело мінливості	$SS$	$df$	$MS$	$F$	$P$	$h^2, \%$
Вентиляція (1)	778169,7	1	778169,7	589,7	< 0,001	33,3
Місяць року (2)	737452,8	5	147490,6	111,8	< 0,001	31,6
Вік (3)	22368,1	2	11184,0	8,5	< 0,001	1,0
1×2	262001,6	5	52400,3	39,7	< 0,001	11,2
1×3	271,6	2	135,8	0,1	0,902	0,0
2×3	93292,6	10	9329,3	7,1	< 0,001	4,0
1×2×3	107852,4	10	10785,2	8,2	< 0,001	4,6
Помилка	332528,8	252	1319,6			14,2
Разом	2333937,5					100,0

*Примітки (тут і далі):*  $SS$  – сума квадратів відхилень;  $df$  – число ступенів свободи;  $MS$  – середній квадрат;  $F$  – дисперсійне відношення;  $P$  – рівень вірогідності;  $h^2$  – сила впливу фактора.

Що стосується сполучення факторів другого та третього порядку, то всі вони також мали вірогідний вплив (у всіх випадках:  $P < 0,001$ ), за виключенням сумісного впливу «тип вентиляції» × «вікова група».

Аналогічно, результати трифакторного дисперсійного аналізу всіх головних факторів (вікової групи, типу вентиляції та місяця року) на концентрацію кортизолу в крові кнурів увечері також свідчать про наявність вірогідного (у всіх випадках:  $P < 0,001$ ) впливу (табл. 2). Як і у ранкові часи, всі сполучення факторів другого та третього порядку також мали вірогідний вплив (у всіх випадках:  $P < 0,001$ ), за виключенням сумісного впливу «тип вентиляції» × «вікова група».

Таблиця 2

**Результати трифакторного дисперсійного аналізу впливу вікової групи, типу вентиляції та місяця року на концентрацію кортизолу в крові кнурів увечері**

Джерело мінливості	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>h</i> <sup>2</sup> , %
Вентиляція (1)	19600,4	1	19600,4	216,4	< 0,001	12,1
Місяць року (2)	90179,0	5	18035,8	199,1	< 0,001	55,7
Вік (3)	3050,3	2	1525,2	16,8	< 0,001	1,9
1×2	11638,6	5	2327,7	25,7	< 0,001	7,2
1×3	339,5	2	169,8	1,9	0,156	0,2
2×3	7672,0	10	767,2	8,5	< 0,001	4,7
1×2×3	6618,2	10	661,8	7,3	< 0,001	4,1
Помилка	22826,8	252	90,6			14,1
Разом	161924,9					100,0

Але, при цьому, ступінь впливу різних головних факторів (та їх сполучень) суттєво залежала від часу доби досліджень (рис. 1).

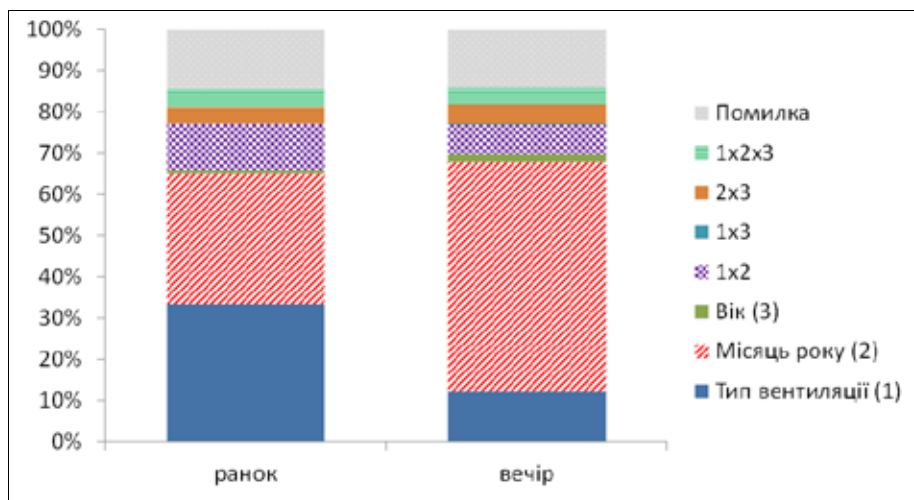


Рис. 1. Оцінки сили впливу вікової групи, типу вентиляції та місяця року, а також їх сполучень на концентрацію кортизолу в крові кнурів-плідників вранці та увечері

Так, вплив типу вентиляції у ранкові часи був майже в 2,5 рази вищим, ніж у вечірні (33,3% та 12,1%, відповідно). Місяць року, навпаки, в більшому ступені

впливав на концентрацію кортизолу в крові кнурів у вечірні години, ніж у ранкові (55,7% та 31,6%, відповідно). Що стосується вікової групи кнурів, то вплив цього фактора був відносно незначний в будь-який час доби (1,0–1,9%).

Сумісний вплив факторів «тип вентиляції» та «місяць року» суттєво впливав на концентрацію кортизолу в крові кнурів у ранкові години (11,2%), ніж у вечірні (7,2%). А ось сполучення факторів «місяць року» × «вікова група» та «тип вентиляції» × «місяць року» × «вікова група» мали схожий рівень впливу як у ранкові години, так й у вечірні (рис. 1).

Аналіз оцінки середніх арифметичних ( $\pm 95\%$  ДІ) концентрації кортизолу в крові кнурів-плідників залежно від вікової групи, типу вентиляції та місяця року (рис. 2) свідчить про наявність наступних закономірностей. Варто відзначити, що у ранкові години незалежно від віку кнурів концентрація кортизолу в їх крові характеризувалася певною компонентою сезонної мінливості. Так, найвищих значень досягала у літні місяці (липень-серпень), тоді як навесні (квітень) та взимку (грудень) концентрація кортизолу була найнижчою, але відносно референтних значень. При цьому, концентрація кортизолу майже завжди була вірогідно вищою за використання поперечного типу вентиляції у порівнянні із геотермальним типом. Особливо ця різниця мала свій прояв серед тварин 12- та 24-місячного віку в літні місяці року (червень – серпень) (рис. 2).

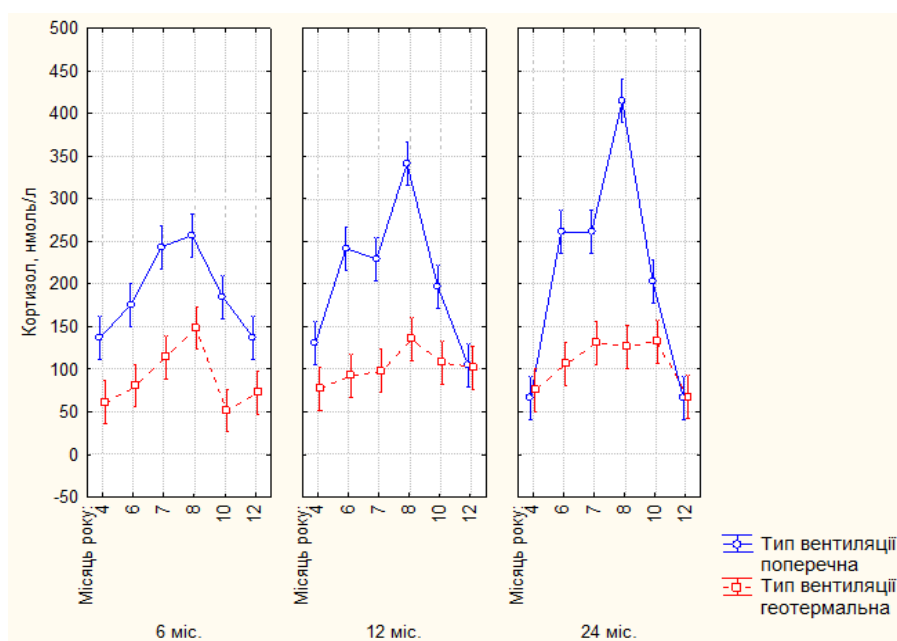


Рис. 2. Оцінки середніх арифметичних ( $\pm 95\%$  ДІ) концентрації кортизолу в крові кнурів-плідників залежно від вікової групи, типу вентиляції та місяця року в ранковий час доби

Стосовно вечірніх годин, зазначаємо, що для вікової групи 6 місяців концентрація кортизолу вірогідно не відрізнялася в групах із поперечною та геотермальною вентиляцією протягом літніх місяців року (червень – серпень) та зимових

(грудень), тоді навесні (квітні) та восени (жовтні) мав місце вірогідний вплив типу вентиляції.

У віці 12 та 24 місяців вірогідний вплив типу вентиляції на концентрацію кортизолу в крові кнурів також було відмічено лише для літнього періоду (липень – серпень) та в деякому ступені – у жовтні. Тоді як навесні та взимку будь-які відмінності між групами, що утримувалися за різних типів вентиляції були відсутніми (рис. 3).

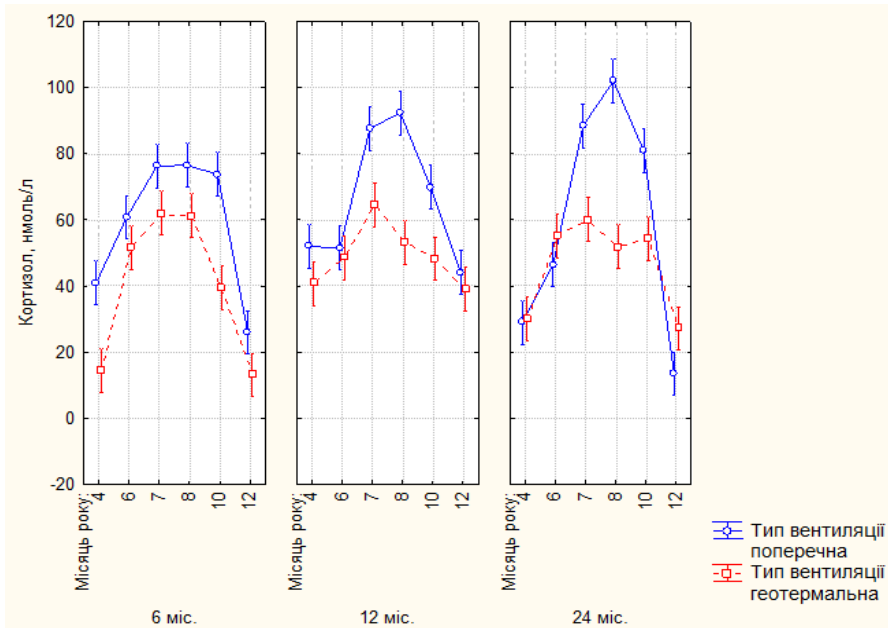


Рис. 3. Оцінки середніх арифметичних ( $\pm 95\%$  ДІ) концентрації кортизолу в крові кнурів-плідників залежно від вікової групи, типу вентиляції та місяця року в вечірній час доби

В цілому, майже у будь-який сезон року дослідження концентрація кортизолу в крові кнурів-плідників була вірогідно нижчою (весна, осінь чи зима) або вищою (літо) за поперечного типу вентиляції. Лише для деяких сполучень факторів ці відхилення від норми не були вірогідними (табл. 3). Це стосується, насамперед, концентрації кортизолу у 6-місячних кнурів у червні та серпні, незалежно від типу вентиляції та часу доби. Крім того, концентрація кортизолу була в нормі при поперечному типі вентиляції в червні для 12-місячних та в жовтні для 6-місячних кнурів у ранкові часи (рис. 4).

Зазначаємо, що також за використання геотермального типу вентиляції в червні для 6-місячних та в липні для 6-, 12- та 24-місячних кнурів у вечірні часи доби (рис. 5).

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** На підставі результату трифакторного дисперсійного аналізу всіх головних факторів (вікової групи, типу вентиляції та місяця року) на концентрацію кортизолу в крові кнурів як зранку, так і увечері встановлено наявність вірогідного впливу (у всіх випадках:  $P < 0,001$ ).



Вплив типу вентиляції у ранковій годині, особливо у літній період з підвищеними піковими температурами був майже в 2,5 рази вищим, ніж у вечірні – 33,3% та 12,1%, відповідно. Сезон, навпаки, в більшому ступені впливав на концентрацію кортизолу в крові кнурів у вечірні години, ніж у ранкові – 55,7% та 31,6%, відповідно. Вік кнурів-плідників мав незначний вплив – 1,0–1,9% на концентрацію кортизолу в їх крові.

Таблиця 3

**Вплив вікової групи, типу вентиляції, місяця року та часу доби (ранок/вечір) на відсутність вірогідних ( $P < 0,05$ ) відхилень концентрації кортизолу в крові кнурів-плідників від норми**

Тип вентиляції	Час доби	
	ранок	вечір
	нормативний показник	
	171 нмоль/л	64 нмоль/л
поперечна	червень – 6, 12 міс. жовтень – 6 міс.	червень – 6 міс.
геотермальна	серпень – 6 міс.	червень – 6 міс. липень – 6, 12, 24 міс. серпень – 6 міс.

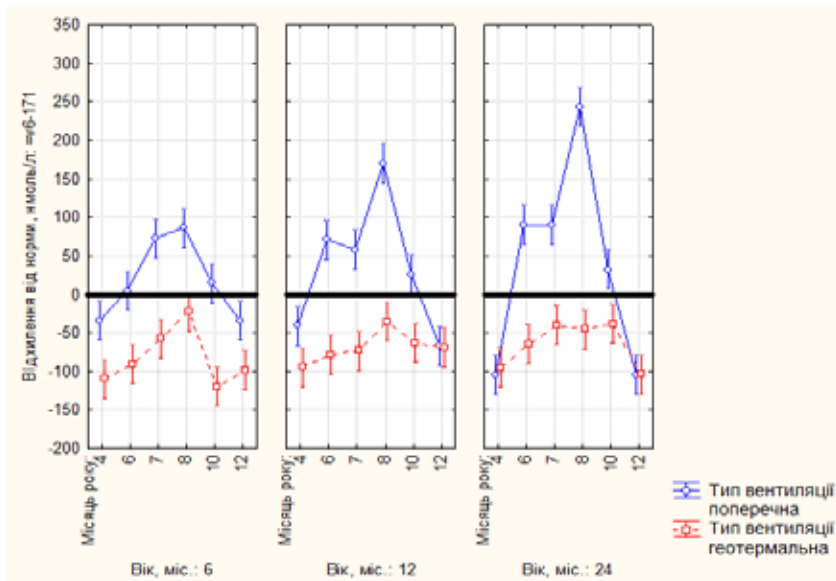


Рис. 4. Оцінки середніх арифметичних ( $\pm 95\%$  ДІ) відхилення концентрації кортизолу в крові кнурів-плідників від норми залежно від вікової групи, типу вентиляції та місяця року в ранковий час доби

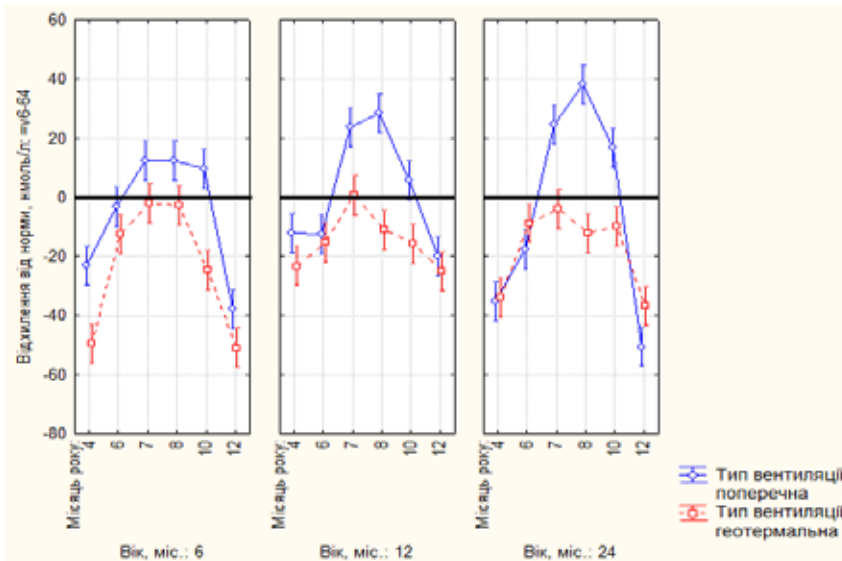


Рис. 5. Оцінки середніх арифметичних ( $\pm 95\%$  ДІ) відхилення концентрації кортизолу в крові кнурів-плідників від норми залежно від вікової групи, типу вентиляції та місяця року в вечірній час доби

У ранкові години незалежно від віку кнурів концентрація кортизолу в їх крові характеризувалася певною компонентою сезонної мінливості й найвищих значень досягала у літні місяці (липень-серпень), тоді як навесні (квітень) та взимку (грудень) – найнижчих. При цьому, концентрація кортизолу майже завжди була вірогідно вищою за використання поперечного типу вентиляції у порівнянні із геотермальним типом. Даний факт переконливо свідчить у ефективності використання підземної подачі повітря, що забезпечує комфортну температуру для кнурів-плідників у літній, особливо спекотний період, завдяки «підвальному ефекту», що підтверджується отриманими результатами досліджень за вмістом гормону кортизолу. Тому можливо стверджувати, що геотермальна вентиляція мінімізує стресове навантаження, котре проявляється у реакції кнурів на підвищення температурних значень, особливо влітку.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу різних концентрацій кортизолу в крові кнурів-плідників при їх утриманні за різних типів вентиляційних систем на спермопродуктивність.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С. С. Крамаренко, С. І. Луговий, А. В. Лихач, О. С. Крамаренко. Миколаїв: МНАУ, 2019. 211 с.
2. Біолайтс. Ветеринарна діагностика: <https://biolights.ua/product-category/veterynarna-diahnostyka/svynarstvo/>. Дата звернення 01.08.2024 р.
3. Відомчі норми технологічного проектування Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. К. : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL: [https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist\\_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf](https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf)

4. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібагуліна і О. М. Жукорського : посібник. К., 2017. 328 с.
5. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання». Зареєстрований від 18.02.2021 Міністерством Юстиції України № 206/35828.
6. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологічних рішень : монографія / В. Я. Лихач, Р. В. Фаустов, П. О. Шебанін, А. В. Лихач, Л. Г. Леньков. Миколаїв : Іліон, 2022. 275 с. <http://dglib.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/9332>
7. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник. М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жишка, В. Нечмілов та ін.; за ред. М. Г. Повода. К. : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.
8. Технологічні інновації у свинарстві : монографія / В. Я. Лихач, А. В. Лихач. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2020. 290 с.
9. Baumgard L. H., Rhoads R. P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2016. Vol. 4. P. 311–337. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103644>
10. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009, 5–13.
11. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010, 15–47.
12. De Jong I. C., Prella I. T., Van de Burgwal J. A., Lambooij E., Korte S. M., Blokhuis H. J., Koolhaas J. M. Effect of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning and memory and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiology and Behavior*, 2000. Vol. 68(4). P. 571–578. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00212-7)
13. Einarsson S, Brandt Y, Lundeheim N, Madej A. Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta veterinaria scandinavica*, 2008. Vol. 50(1). Article number 48. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-48>.
14. Kim Y. J., Song M. H., Lee S. I., Lee J. H., Oh H. J., An J. W., Chang S. Y., Go Y. B., Park B. J., Jo M. S., Lee C. G., Kim H. B., Cho J. H. Evaluation of pig behavior changes related to temperature, relative humidity, volatile organic compounds, and illuminance. *Journal of animal science and technology*, 2021. Vol. 63 (4). P. 790–798. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e89>
15. Kim Y.-H., Kim K.-Y. Effect of air cleaner on stress hormones of pig and pork quality. *Journal of animal science and technology*, 2021. Vol. 63 (4). P. 892–903. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e68>
16. Kondracki S., Iwanina M., Wysokińska A., Banaszewska D., Kordan W., Fraser L., Rymuza K., Górski K. The usefulness of sexual behaviour assessment at the beginning of service to predict the suitability of boars for artificial insemination. *Animals*, 2021. Vol. 11(12). P. 3341. <https://doi.org/10.3390/ani11123341>
17. Lykhach A., Lykhach V., Barkar Y., Shpetny M., Kucher O. Dependence between behavioural acts and sperm parameters of boars of modern and local breeds of Ukraine. *Journal of Animal Behavioural and Biometeorology*, 2023. Vol. 11 (1). Article number e2023008, <https://doi.org/10.31893/jabb.23008>
18. Montilla S. I., Johnson T. P., Pearce S. C., Gardan-Salmon D., Gabler N. K., Ross J. W., Rhoads R. P., Baumgard L. H., Lonergan S. M., Selsby J. T. Heat stress causes oxidative stress but not inflammatory signaling in porcine skeletal muscle. *Temperature (Austin)*, 2014. Vol. 1 (1). P. 42–50. <https://doi.org/10.4161/temp.28844>.
19. Renaudeau D., Collin A., Yahav S., de Babilio V., Gourdiine J. L., Collier R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production.

Animal: *An International journal of animal bioscience*, 2014. Vol. 8 (8). P. 1346–1358. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>

20. Tomohiro Y., Asahi T., Satomi I., Aya O., Sonomi K., Mami I., Akihiro M., Atusi Y., Koich H. Effects of outdoor housing of piglets on behavior, stress reaction and meat characteristics. *Asian-Australis journal animal science*, 2012. Vol. 25(6). P. 886–894. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11380>

21. Van der Staay F. J., Schoonderwoerd Annelieke J., Stadhouders Bo., Nordquist Rebecca E. Overnight social isolation in pigs decreases salivary cortisol but does not impair spatial learning and memory or performance in a decision-making task. *Frontiers in Veterinary Science*, 2016. Vol. 2. P. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00081>

22. Xie Q., Ni J.-Q., Bao J., Su Z. Correlations, variations, and modelling of indoor environment in a mechanically-ventilated pig building. *Journal of cleaner production*, 2021. Vol. 282. P. 124441. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124441>

---