

Л. І. ПОДОВЕД, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Інститут тваринництва НААН України
E-mail: lpodobed1961@gmail.com

ЗАХИСТ ПТИЦІ ВІД ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ ВЛІТКУ

Анотація. За останні десятиліття зміну клімату можна вважати глобальною проблемою для суспільства як у світі загалом, так і в Україні. Зміни температури поверхні Землі та інших кліматичних чинників відбувалися упродовж усього існування планети, однак найбільш стрімкими стали за останні 30 років. Достовірно встановлено, що температура повітря підвищується в усіх частинах світу. Антропогенне потепління досягло приблизно 1 °C порівняно з доіндустріальним рівнем, збільшуючись на 0,2 °C за десятиліття. Екстремальні зміни температури спричинили руйнівні природні катастрофи. Зміна клімату призвела до втрат і збитків для людей, екосистем, продовольчих систем, інфраструктури, доступності енергії та води, завдала шкоду громадському здоров'ю та економіці. В Україні також за останні роки все актуальнішою стає проблема підвищення сезонних температур. Періоди спеки, коли температура зовнішнього повітря влітку перевищує 30 °C, а в окремих регіонах сягає 40 °C, стають все тривалішими, а це негативно відбивається на діяльності господарств, які займаються виробництвом продукції птахівництва, утримуючи птицю різних вікових груп, яка підлягає впливу теплового стресу. Метою оглядової роботи було проаналізувати механізми дії теплового стресу на організм птиці та надати рекомендації щодо зниження його негативного впливу. До основних методів боротьби зі стресом у птиці належать: охолодження пташника через зрошувачі, охолодження води до 12-13 °C через постійний потік із свердловин, зміни режиму годівлі (рано вранці та ближче до вечора), зволоження корму, оперативна біокорекція осмотичного тиску в клітинах протоплазми організму птиці через корм і воду тощо. Однак найпотужнішим і досить прийнятним у вартісному вираженні прийомом компенсації негативного впливу теплового стресу є застосування ефекту біокорекції обміну речовин організму за допомогою спеціальних кормових добавок.

Ключові слова: клімат, глобальне потепління, температура, тепловий стрес, птиця, утримання, продуктивність, корми, годівля

Актуальність. Однією з актуальних проблем сучасності стало глобальне потепління, наслідки якого значні й постійно зростають. Екстремальні зміни глобальної температури упродовж останніх десятиліть спричинили руйнівні природні катастрофи, котрі значно вплинули на аграрний сектор, оскільки сільськогосподарське виробництво, передусім, залежить від погоди, клімату та води.

Останнім часом спостерігається значне збільшення виявлених впливів зміни клімату також і в Європі, включаючи екстремальні явища. Зміна клімату призвела до втрат і збитків для людей, екосистем, продовольчих систем, інфраструктури, доступності енергії та води, завдала шкоду громадському здоров'ю та економіці (Bednar-Friedl et al., 2022).

В Україні спостерігається стійке підвищення температури по всій території. Особливо чітко потепління проявляється зимою та літом, менше – у перехідні сезони року. З трьох

основних температурних показників: середня, мінімальна та максимальна, найбільше підвищилися саме максимальна температура, особливо влітку. Клімат України змінюється швидше, ніж глобальний (Ковальчук, 2022). А тому в Україні за останні роки все важливішою стає проблема підвищення сезонних температур. Періоди спеки, коли температура зовнішнього повітря влітку перевищує 30 °C, а в окремих регіонах сягає 40 °C, стають все тривалішими, що негативно впливає на основні виробничі показники птахогосподарств, оскільки призводить до підвищеної загибелі птиці через тепловий стрес (Бабенюк, 2018). Галузь птахівництва в Україні є провідною у тваринництві, і тепловий стрес у птиці – це масштабна проблема.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кліматичні зміни, котрі впродовж останніх десятиліть відбуваються на планеті, хвилюють учених, громадські організації та уряди

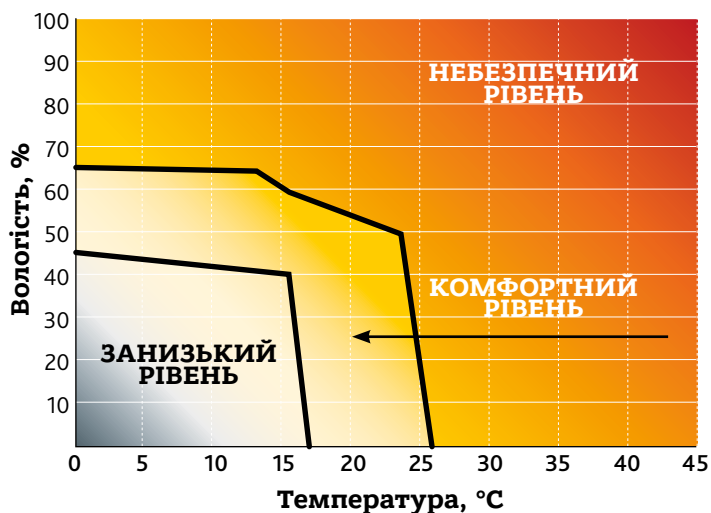


Рис. 1. Зони температурної комфортності та дискомфорту в птиці залежно від вологості та температури повітря в приміщенні

країн усього світу. Так, у 1988 році Програмою ООН по навколишньому середовищу (UNEP) і Всесвітньою метеорологічною асоціацією (WMO) було створено Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – Міжурядову групу експертів зі змін клімату (*History of the IPCC, 2023*). IPCC наразі є найбільш авторитетною міжнародною організацією, що здійснює оцінювання змін глобального та регіонального клімату минулого, сучасного та майбутнього, а також визначає ефективність заходів щодо зменшення антропогенного впливу на клімат. IPCC кожні 5-6 років готує комплексні оціночні звіти про стан наукових, технічних і соціально-економічних знань про зміну клімату. В останньому звіті зазначено, що антропогенне потепління досягло приблизно 1 °C (ймовірно від 0,8 до 1,2 °C) порівняно з доіндустріальним рівнем, збільшуючись на 0,2 °C (ймовірно, між 0,1 і 0,3 °C) за десятиліття (*Allen et al., 2018*). При цьому клімат України змінюється швидше, ніж глобальний (*Ковальчук, 2022*).

В Україні все тривалішими стають періоди спеки, а це негативно відбивається на діяльності господарств, які виробляють продукцію птахівництва, утримуючи птицю різних вікових груп, яка підлягає впливу теплового стресу.

Високі температури навколишнього середовища є одними з найбільш важливих чинників екологічного стресу для птахівництва, спричиняючи значні економічні втрати в галузі. Зміна клімату призвела до збільшення поширеності та інтенсивності теплового стресу у птиці в більшості регіонів по всьому світу (*Gaona and Caballero, 2023*). Коли температура довкілля перевищує термонеїтральну зону, птиця активує механізми терморегуляції, щоб втрачати тепло за допомогою поведінкових, біохімічних і фізіологічних змін і реакцій.

Проблему впливу теплового стресу на організм птиці досліджували багато вчених (*Мельник і Найда, 2014; Коваленко та Скарупа, 2019; Хвостик, 2022; Santos et al., 2019; Shakeri et al., 2020; Ebeid et al., 2022; Gaona and Caballero, 2023 та ін.*). Реалізацію генетичного потенціалу продуктивності птиці можна отримати за оптимальних температурних умов при її утриманні. У певному температурному діапазоні птиці не доводиться витрачати енергію на підтримання постійної температури тіла.

Термонеїтральна зона – це діапазон температур навколишнього середовища, в якому організм може підтримувати температуру тіла. Є дані (*Noll, 2022*), що для більшості видів птиці термонеїтральна зона знаходиться між 60 і 75 °F (15,6 і 23,9 °C). Ця зона являє собою температурний діапазон, в якому вироблення тепла є найнижчим. При підвищенні температури до 85 °F (29,4 °C) птиця змінює свою поведінку та зменшує споживання корму. Ці зміни допомагають запобігти підвищенню температури тіла птиці. Коли температура повітря підвищується до 100 °F (37,8 °C), температура тіла птиці зростає до летальних меж.

У зв'язку з цим, **мета роботи** – на основі літературних джерел проаналізувати механізми дії теплового стресу на організм птиці та надати рекомендації щодо зниження його негативного впливу.

Матеріали і методи досліджень. У роботі використано такі методи наукового дослідження: аналіз і синтез, порівняння, індукція та дедукція, моделювання, наукове узагальнення.

Результати досліджень та їх обговорення. Тепловий стрес виникає, коли внутрішня температура тіла птиці підвищується до летального рівня через низьку втрату тепла та обмежені засоби боротьби з ним. Температура й вологість навколишнього середовища відіграють роль у тепловому стресі. Тому вкрай важливо підтримувати оптимальну температуру та вологість у пташнику.

Постулати оптимального мікроклімату свідчать, що існує вельми вузький "коридор" температури для комфортного перебування птиці в приміщенні (*рис.1*).

Так, температурна зона комфортності (термонеїтральна зона) у пташнику достатньо вузька порівняно із зонами дискомфорту і, крім цього, вона ще певним чином пов'язана із вологістю повітря.

За низької вологості птиці потрібна більш низька температура для забезпечення комфорту, і навпаки, під час підвищення температури з 20 до 25 °C вологість у приміщенні має підвищуватися до рівня 55-65%. Що ж відбувається в організмі птиці, коли температурні параметри та вологість повітря виходять за межі оптимальних меж у сторону підвищення? Передусім, під дією високих температур компенсаторно вмикаються всі можливі механізми тепловіддачі з організму (теплопроведення, конвекція, радіація, випаровування вологи) (*Коваленко та Скарупа, 2019; Лівощенко та Лівощенко, 2015*). Оскільки стіни та підлога у приміщенні поступово нагріваються до температури довкілля, навіть за ідеальної вентиляції теплопроведення (внаслідок зіткнення тіла з поверхнею підлоги, підстилки, конструкцій устаткування і стін) припиняється повністю, різко падає ступінь конвекції та радіації тепла в довкілля, а це означає, що весь тягар роботи зі стабілізації обміну в організмі лягає на випаровування вологи. У птиці немає потових залоз, отже, випаровування вологи здійснюється через виведення вологого повітря під час дихання. Як наслідок, щоб збільшити цей головний компенсаторний шлях охолодження організму дихання стає інтенсивнішим. Птиця відкриває рот та інтенсивно й не глибоко дихає, що добре помітно візуально.

Часте дихання неминуче супроводжується підвищеним виведенням вуглекислого газу з крові при газообмі-

ні в легенях. Завдяки цьому, через нирки компенсаторно посилюється виведення катіонів металів, що в сумі з падінням парціального тиску вуглекислоти в крові супроводжується різким збільшенням густоти крові. У наслідку виникає добре відомий ефект респіраторного алкалозу.

На тлі такого фізіологічного порушення (респіраторного алкалозу) у птиці зменшується обмін міжклітинною речовиною та клітинами всіх тканин і органів. Виникає зворотне гальмування процесу засвоєння поживних речовин крові в міжклітинному обміні. Компенсаторно знижується всмоктування поживних речовин. Внаслідок їхня кількість у тонкому кишечнику збільшується, а кількість речовин, що всмокталися, навпаки знижується. Підготовлені до процесу всмоктування поживні речовини, які не всмокталися, скупчуються і є гарним поживним середовищем для патогенної мікрофлори, що дає поштовх до їхнього випереджувального розвитку та зростання патогенності, виникають розлади травлення (Коваленко та Скарупа, 2019).

Постійне та рясне пиття при підвищеній температурі призводить до швидкого заповнення шлунка й кишечника рідиною, що викликає ще один добре помітний ефект водозаміщення процесу прийому корму. Це означає, що підвищується кількість додатково випитої води за масою замість такої ж кількості споживаного корму. У результаті споживання корму знижується на 20, а іноді й 50%. Отже, в цьому випадку птиця не споживає потрібну для нормальної продуктивності кількість енергії, протеїну, амінокислот, вітамінів і мінералів. Як наслідок, різко падає продуктивність (м'ясна у бройлерів та яєчна у несучок). Страждають репродуктивні органи, знижується імунітет, унаслідок чого в разі зростає відхід птиці у вигляді падежу та технічного вибракування.

Загалом можна виділити декілька напрямів боротьби з тепловим стресом у птиці (рис. 2).

Останніми роками в практиці птахівництва особливо часто стали застосовувати спеціальні тонкодисперсні зрошувачі, що створюють ефект туману в пташнику. За достатньої швидкості обміну повітря методом вентилявання (до 0,5 м/с), такий прийом не підвищує вологість у приміщенні вище 65%, а значить, цей параметр не виходить за оптимальні межі. Застосування охолоджувального зрошення здатне знизити температуру в пташнику на 2-3 °C і в результаті цього значно зменшити тяжкість теплового стресу.

Якщо температура в пташнику вища від оптимуму більш ніж на 5°C, то одного прийому зрошення буде недостатньо для отримання ефекту комфортного утримання. І, крім того, цей прийом часто вельми затратний з істотним ефектом збільшення собівартості продукції птахівництва.

Другим ефективним прийомом боротьби з тепловим стресом слід вважати напування птиці проточною водою зі свердловин з температурою 12-13 °C. Птиця не може за один прийом випити багато води за такої температури. Однак при цьому спожита холодна вода легко потрапляє в зону всмоктування тонкого кишечника, і, перш ніж всмоктатися, вона охолоджує слизову оболонку кишечника та кров, що притікає до нього, на 1,5-2,8 °C. Завдяки цьому охолодженню крові, вона охолоджує й весь



- Охолодження пташника через зрошувачі
- Охолодження води до 12-13 °C через постійний потік із свердловин
- **Оперативна біокорекція осмотичного тиску в клітинах протоплазми організму птиці через корм і воду**
- Розрідження крові
- Зміни режиму годівлі (рано вранці та ближче до вечора)
- Зволоження корму
- Зволоження проходів між клітковими батареями

Рис. 2. Основні методи боротьби зі стресом у птиці

організм загалом, забираючи зайве тепло та приводячи в нормальний стан обмін речовин, і нормалізує тургор клітин. Проте цей спосіб усунення теплового стресу можна застосувати тільки на тих підприємствах, де є глибокі свердловини та обладнана система проточного водонапування. У будь-якому іншому випадку цей прийом застосувати не можна.

Дещо поліпшити ситуацію з тепловим стресом, але менш істотно, ніж застосовуючи перші два прийоми, описані вище, можна маніпуляціями з режимами годівлі та фізичною формою корму. Для цього птицю починають годувати рано вранці та пізно ввечері наскільки це тільки можливо за часом розпорядку дня. У результаті птиця приймає корм при нижчій температурі, а, значить, більш ефективно. У денний час, коли температура в пташнику стає підвищеною, у птиці знижується рухова активність і, як результат, істотно усувається ефект третьої найнебезпечнішої фази теплового стресу – фази виснаження.

Крім того, можна помітно вплинути на зниження тяжкості теплового впливу, якщо корм для птиці штучно зволожити після його роздачі в годівниці шляхом легкого зрошення водою до отримання невеликої кількості вологих на дотик конгломератів. Птиця цікавиться таким кормом насамперед і швидко його споживає, не створюючи запиленості в приміщенні та не посилюючи вади повітряного середовища загалом, за зовсім невеликого підвищення вологості повітря в приміщенні.

І все ж найпотужнішим, і досить прийнятним у вартісному вираженні прийомом компенсації негативного впливу теплового стресу, є застосування ефекту біокорекції обміну речовин організму за допомогою спеціальних кормових добавок.

Останні наукові дослідження (Мельник і Найда, 2014; Бабенюк, 2018; Коваленко та Скарупа, 2019; Хвостик, 2022; Santos et al., 2019, Shakeri et al., 2020; Ebeid et al., 2022) свідчать, що за допомогою спеціальних біологічно активних добавок, які задають птиці із кормом та/або водою, можна істотно втручатися у проміжний обмін речовин (у крові та тканинах) і модифікувати його так, щоб знизити вплив зовнішніх чинників і стабілізувати інтенсивність тканинного синтезу.

Основними фігурантами такого втручання є специфічні органічні кислоти та ретельно підібрані іони металів. Такі добавки мають виражену багатофункціональність і можуть змінювати співвідношення вільного і фосфорилуючого окиснення в органах тканинах на користь останнього. Інгредієнти таких добавок мають бути підібрані в оптимальному співвідношенні між собою, а їхнє доставлення до органів і тканин через травний тракт і кров має бути контрольованим. Такий підхід до корекції обміну речовин вважається наразі найпрогресивнішим, а сам процес його виконання називається системою біокорекції обміну речовин за небезпеки теплового стресу.

Чинниками компенсації теплового стресу можуть виступати спеціальні органічні кислоти (бурштинова, фумарова, малінова, лимонна), іони калію, натрію. Гарний ефект осмопротекції проявляє бетаїн. Як чинник розширення кровоносних судин та уникнення високої густоти крові часто використовують медичний препарат аспірин.

Препарати, що комбінують зазначені компоненти, є на ринку України та з успіхом застосовуються для захисту від теплового стресу.

Слід пам'ятати, що тепловий стрес може забрати весь очікуваний прибуток у м'ясному та яєчному птахівництві та призвести до економічного краху птахівничого бізнесу.

ВИСНОВКИ

1. Підвищення температури у пташнику вище 25 °C вимагає термінового захисту птиці від теплового стресу методами корекції її годівлі та утримання.
2. Застосовуючи різні прийоми можна істотно зменшити тяжкість реакції птиці на тепловий стрес і знизити збитки від його наслідків.

Перспективи подальших досліджень полягають у проведеному науково-господарських дослідів на курях-несучках промислового стада сучасних кросів щодо визначення найефективніших прийомів захисту птиці від впливу теплового стресу. ■

L. I. PODOBED, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Ukraine
E-mail: lpodobed1961@gmail.com

DOI: <https://dx.doi.org/10.31548/poultry2023.05-06.010>

Protection of poultry from heat stress in summer

Abstract. *In recent decades, climate change can be considered a global problem for society, both in the world and in Ukraine. Changes in the Earth's surface temperature and other climatic factors have occurred throughout the existence of the planet, but have been most rapid over the past 30 years. It is well established that air temperature is rising in all parts of the world. Anthropogenic warming has reached about 1 °C compared to pre-industrial levels, increasing by 0.2 °C per decade. Extreme temperature changes have caused devastating natural disasters. Climate change has led to losses and damage to people, ecosystems, food systems, infrastructure, energy and water availability, and has harmed public health and the economy. In Ukraine, the problem of rising seasonal temperatures has also become increasingly urgent in recent years. Heatwaves, when the outside temperature exceeds 30 °C in summer and reaches 40 °C in some regions, are becoming longer, which has a negative impact on the operations of poultry farms that keep poultry of different age groups, which are subject to heat stress. The purpose of the review was to analyse the mechanisms of heat stress on the poultry body and provide recommendations for reducing its negative impact. The main methods of combating stress in poultry include: cooling the poultry house through sprinklers, cooling water to 12-13 °C through a constant flow from wells, changing the feeding regime (early in the morning and in the late afternoon), moistening feed, prompt biocorrection of osmotic pressure in the protoplasm cells of the poultry body through feed and water, etc. However, the most powerful and cost-effective method of compensating for the negative effects of heat stress is the use of the effect of biocorrection of the body's metabolism with the help of special feed additives.*

Keywords: climate, global warming, temperature, heat stress, poultry, housing, productivity, feed, feeding

Література

Бабенюк С. Ефективне рішення проблеми теплового стресу птахів і свиней. 2018. URL: <https://landlord.ua/news/efektivne-rishennya-problemi-teplovogo-stresu-ptahiv-i-sviney/> (дата звернення: 10.04.2023).

Ковальчук Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермеру. 2022. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/936-zmina-klimatu-ta-silске-hospodarstvo-v-ukraini-shcho-var-to-znaty-fermeru.html> (дата звернення: 05.04.2023).

Коваленко Т. С., Скарупа Н. А. Вплив теплового стресу на продуктивні якості сільськогосподарської птиці. *Таврійський науковий вісник*. 2019. №110, Ч.2. С. 51-57.

Лівощенко Л. П., Лівощенко Є. М. Вплив короткочасного теплового стресу на деякі фізіологічні показники у молодняка птиці. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування*. К.: ВЦ НУБіП України, 2015. Вип. 227. С. 144-147. (Серія: "Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва").

- Мельник В. В., Найдя В. О. Вплив температурного чинника на організм птиці. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 6 (139). С. 30-32.
- Хвостик В. П. Профілактика теплового стресу у птиці. 2022. URL: <http://avianua.com/index.php/statti-z-ptakhivnitsva/tekhnologiya-ptakhivnitsva/13-teplovoy-stres-pticy> (дата звернення: 05.04.2022).
- Allen M. R., Dube O. P., Solecki W., Aragón-Durand F., Cramer W., Humphreys S., Kainuma M., Kala J., Mahowald N., Mulugetta Y., Perez R., Wairiu M., Zickfeld K. Framing and Context. *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. 2018. P. 49-92. doi:10.1017/9781009157940.003.
- Awad E. A., Idrus Z., Soleimani Farjam A., Bello A. U., Jahromi M. F. Growth performance, duodenal morphology and the caecal microbial population in female broiler chickens fed glycine-fortified low protein diets under heat stress conditions. *British Poultry Science*. 2018. Vol. 59(3). P. 340-348. doi: 10.1080/00071668.2018.1440377.
- Bednar-Friedl B., Biesbroek R., Schmidt D. N., Alexander P., Børshheim K. Y., Carnicer J., Georgopoulou E., Haasnoot M., Cozannet G. Le, Lionello P., Lipka O., Möllmann C., Muccione V., Mustonen T., Piepenburg D., Whitmarsh L. Europe. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. 2022. P. 1817-1927. doi:10.1017/9781009325844.015.
- Ebeid T. A., Al-Homidan I. H. Organic acids and their potential role for modulating the gastrointestinal tract, antioxidative status, immune response, and performance in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 2022. Vol. 78 (1). P. 83-101. doi: 10.1080/00439339.2022.1988803.
- Gaona G., Caballero M. Heat stress in poultry: Official site of Poultry site. 2023. URL: <https://www.thepoultrysite.com/articles/heat-stress-in-poultry>. (дата звернення: 17.04.2023).
- History of the IPCC: Official site of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). URL: <https://www.ipcc.ch/about/history/>. (дата звернення: 12.04.2023).
- Mohammed A., Hu J., Murugesan R., Cheng H. W. Effects of a synbiotic as an antibiotic alternative on behavior, production performance, cecal microbial ecology, and jejunal histomorphology of broiler chickens under heat stress. *PLoS One*. 2022. Vol. 17(9). e0274179. doi: 10.1371/journal.pone.0274179.
- Noll S. Preventing heat stress in poultry. 2022. URL: <https://extension.umn.edu/poultry-care-and-management/preventing-heat-stress-poultry#:~:text=The%20thermoneutral%20zone%20is%20the,where%20heat%20production%20is%20lowest>. (дата звернення: 4.04.2023).
- Santos R. R., Awati A., Petra J., Roubos-van den Hil, van Kempen T. A. T. G., Tersteeg-Zijderfeld M. H. G., Koolmees P. A., Smits C. & Fink-Gremmels J. Effects of a feed additive blend on broilers challenged with heat stress. *Avian Pathology*. 2019. Vol. 48(6). P. 582-601. doi: 10.1080/03079457.2019.1648750.
- Shakeri M., Oskoueian E., Le H., Shakeri, M. Strategies to Combat Heat Stress in Broiler Chickens: Unveiling the Roles of Selenium, Vitamin E and Vitamin C. *Veterinary Sciences*. 2020. Vol. 7. Art. 71. doi: 10.3390/vetsci7020071.

References

- Allen, M. R., Dube O. P., Solecki W., Aragón-Durand F., Cramer W., Humphreys S. ... & Zickfeld K. (2018). Framing and Context. *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 49-92. doi:10.1017/9781009157940.003. [in English].
- Awad, E. A., Idrus, Z., Soleimani, Farjam A., Bello, A. U., & Jahromi, M. F. (2018). Growth performance, duodenal morphology and the caecal microbial population in female broiler chickens fed glycine-fortified low protein diets under heat stress conditions. *British Poultry Science*, 59(3), 340-348. doi: 10.1080/00071668.2018.1440377. [in English].
- Babeniuk, S. (2018). Efektivne rishennia problemy teplovoho stresu ptakhiv i svynei [An effective solution to the problem of heat stress in birds and pigs]. Retrieved from <https://landlord.ua/news/efektivne-rishennya-problemi-teplovogo-stresu-ptahiv-i-svinei/>. [in Ukrainian].
- Bednar-Friedl, B., Biesbroek, R., Schmidt, D. N., Alexander, P., Børshheim, K.Y., Carnicer, J. ... & Whitmarsh, L. (2022). Europe. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1817-1927. doi:10.1017/9781009325844.015. [in English].
- Ebeid, T. A., & Al-Homidan, I. H. (2022). Organic acids and their potential role for modulating the gastrointestinal tract, antioxidative status, immune response, and performance in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 78(1), 83-101. doi: 10.1080/00439339.2022.1988803. [in English].
- Gaona, G., & Caballero, M. (2023). Heat stress in poultry. Official site of Poultry site. Retrieved from <https://www.thepoultrysite.com/articles/heat-stress-in-poultry>. [in English].
- History of the IPCC. (2023). Official site of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Retrieved from <https://www.ipcc.ch/about/history/>. [in English].
- Khvostyk, V. P. (2022). Profilaktyka teplovoho stresu u ptytsi [Prevention of heat stress in poultry]. Retrieved from <http://avianua.com/index.php/statti-z-ptakhivnitsva/tekhnologiya-ptakhivnitsva/13-teplovoy-stres-pticy> [in Ukrainian].
- Kovalchuk, T. (2022). Zmina klimatu ta silske hospodarstvo v Ukraini: shcho varto znaty fermeru. Retrieved from <https://agronomy.com.ua/statti/936-zmina-klimatu-ta-silske-hospodarstvo-v-ukraini-shcho-varto-znaty-fermeru.html>. [in Ukrainian].
- Kovalenko, T. S., & Skarupa, N. A. (2019). Vplyv teplovoho stresu na produktyvni yakosti silskohospodarskoi ptytsi [The influence of heat stress on the productive qualities of poultry]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk* [Tavrian Scientific Bulletin], 110(2), 51-57. [in Ukrainian].
- Livoshchenko, L. P., & Livoshchenko, Ye. M. (2015). Vplyv korotkochasnoho teplovoho stresu na deiki fiziologichni pokaznyky u molodniaka ptytsi [The effect of short-term heat stress on some physiological parameters in young poultry]. *Naukovyi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya "Veterynarna medytsyna, yakist i bezpeka produktivnykh tvarynnystva"* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Series "Veterinary Medicine, Quality and Safety of Livestock Products"]. K.: VTs NUBiP Ukrainy, 227, 144-147. [in Ukrainian].
- Melnyk, V. V., & Naida, V. O. (2014). Vplyv temperaturnoho chynnyka na orhanizm ptytsi [Effect of temperature on the poultry body]. *Suchasne pтахівництво* [Modern poultry], 6 (139), 30-32. [in Ukrainian].
- Mohammed, A., Hu, J., Murugesan, R., & Cheng, H. W. (2022). Effects of a synbiotic as an antibiotic alternative on behavior, production performance, cecal microbial ecology, and jejunal histomorphology of broiler chickens under heat stress. *PLoS One*, 17(9), e0274179. doi: 10.1371/journal.pone.0274179. [in English].
- Noll, S. (2022). Preventing heat stress in poultry. Retrieved from <https://extension.umn.edu/poultry-care-and-management/preventing-heat-stress-poultry#:~:text=The%20thermoneutral%20zone%20is%20the,where%20heat%20production%20is%20lowest>. [in English].
- Santos, R. R., Awati, A., Petra, J., Roubos-van den Hil, van Kempen, T. A. T. G., Tersteeg-Zijderfeld, M. H. G. ... & Fink-Gremmels, J. (2019). Effects of a feed additive blend on broilers challenged with heat stress. *Avian Pathology*, 48(6), 582-601. doi: 10.1080/03079457.2019.1648750. [in English].
- Shakeri, M., Oskoueian, E., Le, H., & Shakeri, M. (2020). Strategies to Combat Heat Stress in Broiler Chickens: Unveiling the Roles of Selenium, Vitamin E and Vitamin C. *Veterinary Sciences*, 7, 71. doi:10.3390/vetsci7020071. [in English].