

Вплив таурину на біохімічні показники крові курей у разі теплового стресу

Д.Б. Передерій, І.В. Вудмаска, Н.І. Пахолків, Ю.Т. Салига

Інститут біології тварин НААН, Львів; e-mail: peredina0310@gmail.com

Таурин – непротеїнова амінокислота, яка бере участь у процесах, пов'язаних з реакцією організму на стресові ситуації. Він синтезується у більшості біологічних видів, у тому числі й у птиці, проте за умов стресу потреба у ньому зростає. Метою нашого дослідження – визначення ефективності впливу таурину на біохімічні показники крові курей-несучок, які зазнали теплового стресу. Курей-несучок породи білий леггорн було поділено на три групи (по 16 особин): 1-ша група – контрольна, а кури 2-ї і 3-ї груп отримували таурин у кількості 3 і 5 г/кг корму відповідно. Дослід виконано у 2 етапи. Впродовж перших 7 днів курей утримували при 20°C та відносній вологості 60–70% (температурно-вологісний індекс = 66) – термонеїтральні умови. На 7-му добу проводили відбір зразків крові для подальших біохімічних досліджень. Починаючи з 8-ї доби експериментального періоду температуру повітря у віварії підвищували до 35°C та відносній вологості 60–70% (температурно-вологісний індекс = 86) – тепловий стрес на 6 год кожного дня. Протягом інших 18 год кожної доби цих курей утримували за термонеїтральних умов. На 14-ту добу, тобто після 7 днів дії на курей підвищеної температури, знову відбирали кров. Біохімічний аналіз крові показав зміну активності лужної фосфатази та аланінамінотрансферази, вмісту ліпідів, протеїну, сечової кислоти, кортизолу і тироксину у відповідь на тепловий стрес, що дає змогу попередньо оцінити ступінь ураження органів. Таурин зменшував негативний вплив теплового стресу на показники сироватки крові у курей, сприяючи зростанню та прискоренню їх метаболічних процесів. Результати досліджень можуть мати практичне значення для вдосконалення умов утримання птиці у промисловому птахівництві та розробки стратегій захисту від стресу для забезпечення добробуту та здоров'я.

Ключові слова: кури-несучки; тепловий стрес; таурин; біохімічні показники крові; ензими; протеїни; ліпідний обмін; кортизол; тироксин.

ВСТУП

Тепловий стрес – це реакція організму на високу температуру і відносну вологість довкілля, за якого обмін речовин та регуляторні системи зазнають негативних змін. Він є одним із екологічних чинників, що впливає на метаболічні процеси, фізіологічний стан, ріст і продуктивність тварин, зокрема і птахів [1–4]. Птиця дуже чутлива до дії теплового стресу, що пов'язано з великим співвідношенням площі поверхні тіла до маси, відсутністю потових залоз, скупченістю утримання та високою продуктивністю сучасних порід [4–6]. У них активується симпатична нервова система та ендокринна вісь гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози

[7], що у свою чергу призводить до змін в організмі. Це стосується фізіології, живлення, поведінки, продуктивності. Тепловий стрес впливає на фізіологічні реакції організму, біохімічні показники крові [8], імунітет [5], вміст антиоксидантів, кислотно-лужний баланс, осморегуляцію, температуру тіла [6, 9], мікробіоту товстого кишечника [10, 11], а також параметри, пов'язані з функціями щитоподібної залози [5], скелетних м'язів, печінки [12] та нирок [13].

Для діагностування теплового стресу можна застосувати дослідження білків теплового шоку, проте ці показники недостатньо точні, оскільки експресія вказаних протеїнів змінюється й за багатьох інших

стресових чинників, захворювань та порушень обміну речовин [14–16]. Наявність теплового стресу переважно визначають за низкою спеціальних індексів, які враховують температуру та вологість повітря у приміщенні або у доквіллі. Чутливість до дії високих температур, а відповідно і до теплового стресу відрізняється у різних біологічних видів. Оскільки більшість індексів розроблені для людини, вони не завжди достатньо інформативні при встановленні стресових умов для тварин. У різних видів та вікових груп вони відрізняються, тому їх слід застосовувати диференційовано.

У тваринництві найпоширенішим є температурно-вологісний індекс, для якого встановлено параметри стресу окремих видів, у тому числі й курей. Його розраховують за формулами або отримують з таблиць [3]. Для курей-несучок прийнята наступна класифікація параметрів температурно-вологісного індексу: <70 – комфорт, 70–75 – тривога, 76–81 – небезпека, >81 – критичний стан. Комфортною для курей вважається температура повітря 19–22°C, причому при температурі 21–22°C відносна вологість не повинна перевищувати 70% [4, 17].

Сучасні технології птахівництва передбачають підтримання оптимальних умов мікроклімату в приміщеннях. Проте деколи порушується температурний режим з технічних причин, що може викликати тепловий стрес. Крім того, популярності набуває органічне виробництво, за якого птицю утримують на відкритому повітрі, що може призвести до виникнення теплового стресу [2]. Останній призводить до зниження споживання корму та засвоюваності поживних речовин корму птицею, втрати маси, зростанню захворюваності, пригнічення імунної відповіді, порушення ендокринних та репродуктивних функцій [4, 5, 7, 10, 11].

Для попередження теплового стресу використовують біологічно активні речовини, додаючи їх у корм для тварин. Однією з таких речовин є таурин – непротеїнова

амінокислота, яка бере участь у процесах, пов'язаних з реакцією організму на стресові ситуації. Таурин – напівзамінна β-амінокислота, яка наявна у клітинах організму тварин [18]. Він вважається регулятором клітинного гомеостазу, хоча не бере безпосередньої участі в синтезі протеїну чи енергетичному забезпеченні [19]. Таурин має широкий спектр антистресових ефектів, включаючи дію екологічних, кормових, технологічних та біологічних стресових чинників [20, 21], підвищує стійкість курей до високих температур доквілля, регулюючи експресію генів білків теплового шоку [22, 23]. Він має протизапальні, антиоксидантні, осморегуляторні, імуномодулюючі, нейропротекторні властивості, задіяний у стабілізації клітинних мембран, гомеостазі кальцію, терморегуляції, детоксикації, кон'югації жовчних кислот, забезпеченні цілісності мітохондрій [5, 18, 19, 21, 23].

Таурин синтезується у більшості біологічних видів, у тому числі й у птиці, проте у разі стресу його використання зростає і власний синтез не завжди забезпечує потреби організму [20]. Частина таурину може надходити з кормами тваринного походження, тоді як у рослинах він відсутній. Оскільки кури у промислових умовах отримують виключно корми рослинного походження, таурин у їх організмі синтезується лише *de novo* [23]. Здебільшого біосинтез таурину не забезпечує потребу достатньою мірою, внаслідок чого виникає дефіцит цієї сполуки [20]. У зв'язку з цим таурин можна вважати частково есенціальною амінокислотою [18].

Метою нашої роботи було дослідити особливості перебігу теплового стресу у курей і встановити шляхи попередження його негативної дії.

МЕТОДИКА

Дослідження проводили в умовах віварію Інституту біології тварин НААН, спеціалізованого для птиці і обладнаного згідно з

вимогами до благополуччя курей-несучок [24]. Утримання відповідало технологічним вимогам утримання курей на птахофабриках, згідно з протоколом № 115 а від 28.09.2022 року засідання комісії з біоетики наукових досліджень Інституту біології тварин НААН. Усі маніпуляції з курми здійснювали відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 2005), Директиви Ради Європи № 2010/63/ЄС та Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» зі змінами 440-ІХ від 14.01.2020, згідно з протоколом № 115 а від 28.09.2022 року засідання комісії з біоетики наукових досліджень Інституту біології тварин НААН.

Курей-несучок породи білий леггорн 180-добового віку було розділено на три групи: контрольну і дві дослідні (по 16 голів). Зрівняльний період тривав 1 міс, поки кури не вийшли на максимальну яєчну продуктивність, після зміни купівлі, перевезення та зміни приміщення. Після цього кури 1-ї групи отримували стандартний корм, а 2-ї і 3-ї груп – добавку таурину у кількості 3 та 5 г на 1 кг корму.

Птицю утримували у металевих клітках з автоматичними поїлками та годівницями. Мікроклімат у приміщенні забезпечували примусовою вентиляцією, кондиціонуванням повітря та електрообігрівачами. У приміщенні віварію щоденно за допомогою термогігрометра контролювали і забезпечували необхідний за схемою експерименту режим температури, вологості та освітлення. Дослідження складалося з 2 етапів. Впродовж 7 діб курей утримували при 20°C – нормальні температурні умови. Відносна вологість у приміщенні – 60%. Починаючи з 8-ї доби експериментального періоду температуру повітря у віварії підвищували до 35°C за умов відносної вологості 70% на 6 год кожного дня. Температурно-вологісний індекс при утриманні за нормальних температурних

умов становив 66, а за умов високої температури повітря – 87. Таким чином, у другому періоді досліду кури періодично перебували в умовах теплового стресу.

Приміщення освітлювали світлодіодними лампами, тривалість світлового дня 14 год, інтенсивність освітлення – 10–12 лк. Птиця впродовж досліду споживала стандартизований повноцінний комбікорм збалансований за поживними речовинами, вітамінами та мікроелементами та чисту питну воду. Склад і поживність корму були такими:

Інгредієнти корму	Вміст, г/кг
Кукурудза 7,5 %	37,700
Пшениця 11 %	20,000
Макуха соєва 41 %	8,600
Шрот соняшниковий 36 %	22,000
Олія рослинна	2,261
Кормова крейда	8,000
Монокальцій фосфат	0,447
Сіль	0,361
Фітаза	0,005
L-лізин гідро хлорид	0,060
Метіонін	0,066
Премікс	0,500
Поживна цінність комбікорму, %	
Обмінна енергія, ккал	266,99
Сирий протеїн	13,00
Сира клітковина	5,90
Сирий жир	6,10

У кінці кожного етапу досліду, проводили забій 8 курей з кожної групи та відбирали зразки крові для біохімічного аналізу. У сироватці крові досліджували вміст загального протеїну, альбуміну, загального холестерину, триацилгліцеридів, сечовини, сечової кислоти, креатиніну, глюкози, білірубину, активність лужної фосфатази, аланін- та аспартатамінотрансфераз – на біохімічному аналізаторі «Humalyzer 2000» з використанням діагностичних наборів «Human» (Німеччина); концентрацію тироксину

та кортизолу визначали на імуноферментному аналізаторі «Stat Fax 3000» з діагностичними наборами «DRG» (США).

Отримані результати подавали як середнє \pm стандартне відхилення та статистично аналізували за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel. Для вивчення відмінностей між групами застосовували критерій *t* Стьюдента. Різницю вважали статистично значущою при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Біохімічний аналіз крові показав зміну метаболітів, ензимів, протеїнів, ліпідів та гормонів сироватки крові курей у відповідь на тепловий стрес.

Серед гормонів, важливими індикаторами виникнення стресу є тироксин та кортизол. Кортизол – найважливіший глюкокортикоїдний гормон, що виробляється наднирковими залозами, прямо або опосередковано регулює практично всі фізіологічні та біохімічні процеси в організмі. Тироксин – гормон, що синтезується щитоподібною залозою, який регулює пластичний і енергетичний обмін в організмі тварин.

Тепловий стрес вплинув на підвищення вмісту і тироксину, і кортизолу ($P < 0,05$) у сироватці крові курей на 36 та 16% відповідно

(табл. 1). Згідно з даними інших авторів вміст глюкокортикоїдів у крові курей за теплового стресу також зростає, що зумовлено активуванням осі гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози [4, 7, 23]. Встановлено зниження в умовах теплового стресу концентрації трийодтироніну та нестабільні коливання концентрації тироксину. Зменшення вмісту трийодтироніну пояснюють сповільненням дейодування тироксину [7], що очевидно є причиною зростання концентрації тироксину у крові курей нашого досліджу.

Додавання до корму курей-несучок таурину у кількості 5 г/кг сухої речовини корму знижувало концентрацію кортизолу, але підвищувало вміст тироксину у сироватці крові курей ($P < 0,05$).

Вплив теплового стресу на вміст протеїнів у крові курей представлено в табл. 2. За дії теплового стресу у сироватці крові курей вміст загального протеїну зростав на 17 % ($P < 0,05$). Аналогічні результати описані деякими іншими авторами [26]. Проте може виникати й протилежний ефект – зниження показників сироваткових протеїнів при впливі теплового стресу [8]. Таурин дозозалежно зменшував цей ефект. Найкраще вплинула доза 5 г/кг за умов теплового стресу, знизивши вміст загального протеїну на 15% ($P < 0,001$). Щодо альбуміну, то тепловий

Таблиця 1. Вплив таурину на вміст гормонів у сироватці крові курей за умов термонейтральної зони та теплового стресу ($M \pm m, n = 16$)

Показники	Контроль (1-ша група)	Додавання таурину в дозі 3 г/кг корму (2-га група)	Додавання таурину в дозі 5 г/кг корму (3-тя група)
Кортизол, нг/мл			
термонейтральна зона	18,67 \pm 3,48	18,00 \pm 0,27	16,30 \pm 1,85
тепловий стрес	25,33 \pm 3,28*	24,67 \pm 3,84	20,00 \pm 1,32*#
Тироксин нг/мл			
термонейтральна зона	0,88 \pm 0,04	1,08 \pm 0,02	1,25 \pm 0,03#
тепловий стрес	1,05 \pm 0,03*	1,12 \pm 0,03	1,33 \pm 0,01#

Примітка тут і в наступних таблицях: порівняння результатів при тепловому стресі до результатів при термонейтральним умовах: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. Порівняння результатів 2-ї групи щодо значень у 1-й групі: # $P < 0,05$. Порівняння результатів 3-ї групи щодо значень у 1-й групі: • $P < 0,05$; •• $P < 0,01$.

Таблиця 2. Вплив таурину на вміст протеїнів (г/л) у сироватці крові курей до умов термонеїтральної зони та теплового стресу(M±m,n = 16)

Показники	Контроль (1-ша група)	Додавання таурину в дозі 3 г/кг корму (2-га група)	Додавання таурину в дозі 5 г/кг корму (3-тя група)
Загальний протеїн			
термонеїтральна зона	66,57±4,25	60,03±1,32	61,83±1,07
тепловий стрес	79,70±4,02*	75,80±5,02	67,43±0,55***•
Альбумін			
термонеїтральна зона	21,90±1,56	22,16±0,27	22,47±0,21
тепловий стрес	22,77±1,56	24,53±0,28***	23,67±0,14

стрес не викликав значного зростання його вмісту. Таурин лише у дозі 3 г/кг корму посприяв підвищенню його концентрації на 7% ($P < 0,001$).

Загальний протеїн у сироватці крові тварин складається з двох фракцій – альбумінів і глобулінів. Збалансованість процесів їх синтезу та розпаду – головний фактор, від якого залежить концентрація загального протеїну в крові. Результати аналізу крові на вміст загального протеїну є важливим показником протеїнового обміну. Його підвищення в основному відбувається через глобуліни, які забезпечують імунну відповідь при різних захворюваннях та може свідчити про захворювання печінки й погіршення загального стану здоров'я.

Вплив таурину на ліпідний обмін у курей представлено в табл. 3. За умов теплового стресу у сироватці крові курей зростав вміст загального холестерину (на 40%, $P < 0,001$) та

помірно, але вірогідно – триацилгліцеридів (на 4%). Аналогічні результати були представлені й іншими вченими [4, 6, 8]. Вплив стресу викликає активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркових залоз, так що гіпоталамус стимулює гіпофіз до вивільнення адренкортикотропного гормону [6, 7, 25]. Через катаболічний ефект цього гормону, підвищення його концентрації відбувається паралельно з підвищенням вмісту триацилгліцеридів у сироватці крові.

У разі дії таурину знижувалася концентрація холестерину в сироватці крові курей на 35% за умов теплового стресу, причому доза 3 г/кг була більш ефективною. Проте на вміст триацилгліцеридів у крові курей дієвішою була доза 5 г/кг (за термонеїтральних умов), хоча вона й сприяла зниженню їх вмісту лише на 5% ($P < 0,01$).

Тепловий стрес призводив до змін вмісту метаболітів у крові курей (табл. 4). Слід відмітити підвищення вмісту такого метаболіту,

Таблиця 3. Вплив таурину на ліпідний обмін (ммоль/л) у сироватці крові курей за умов термонеїтральної зони та теплового стресу (M±m,n = 16)

Показники	Контроль (1-ша група)	Додавання таурину в дозі 3 г/кг корму (2-га група)	Додавання таурину в дозі 5 г/кг корму (3-тя група)
Триацилгліцериди			
термонеїтральна зона	10,36±0,06	10,45±0,19 [#]	9,88±0,16••
тепловий стрес	10,82±0,08**	10,86±0,05*	10,63±0,25
Загальний холестерин			
термонеїтральна зона	3,06±0,09	2,73±0,31	3,45±0,16
тепловий стрес	5,10±0,35***	3,33±0,41 [#]	4,44±0,46

як сечова кислота (майже в 1,5 раза, $P < 0,05$). Вміст креатиніну навпаки знизився (в 1,2 раза), як і у інших дослідженнях [26]. Проте істотно не змінився вміст інших метаболітів, а саме: глюкози, сечовини та загального білірубіну. За умов термонеутральної зони у сироватці крові курей 3-ї групи, яка отримувала таурин у кількості 5 г/кг, концентрація сечовини знижувалась на 16% ($P < 0,01$), загального білірубіну – на 13% ($P < 0,05$), глюкози – на 10% ($P < 0,01$), проте зростала концентрація сечової кислоти на 27% ($P < 0,05$) та креатиніну на 15% ($P < 0,01$). Згідно з даними результатів інших дослідників таурин підвищує концентрацію глюкози та сечової кислоти у крові курей [21], проте у нас такий ефект спостерігався лише для сечової кислоти при термонеутральних умовах, тоді як за умов підвищеної температури довілля її вміст, хоча й статистично не вірогідно, зменшувався.

Визначення вмісту білірубіну у сироватці крові птахів дає можливість глибше дослідити функціонування печінки та стан їх жовчовидільних шляхів, а вміст сечовини роботу

нирок та загальний метаболізм організму. Вона виділяється як кінцевий продукт катаболізму пуринових основ, що входять до складу ДНК і РНК клітин організму та може поглинати вільні радикали у птахів [26]. Із усіх показників метаболітів сироватки, таурин у дозі 3 г/кг корму впливав лише на зростання вмісту креатиніну ($P < 0,05$). А от у дозі 5 г/кг корму він знижував вплив загального білірубіну ($P < 0,05$), глюкози ($P < 0,01$), сечовини ($P < 0,01$) та підвищував концентрацію креатиніну ($P < 0,01$) й сечової кислоти ($P < 0,05$), що може свідчити про посилення розпаду протеїнів у їх організмі.

Тепловий стрес підвищував активність лужної фосфатази (в 1,5 раза, $P < 0,01$), аланінамінотрансферази (1,8 раза, $P < 0,001$). Дія таурину в дозі 3 і 5 г/кг не змінювала активність лужної фосфатази, але в разі 5 г/кг знизила активність аланінамінотрансферази в 1,5 раза ($P < 0,05$). Тепловий стрес не викликав зміни активності аспартатамінотрансферази у контрольній групі, але таурин у дозі 5 г/кг за термонеутральних умов призвів до

Таблиця 4. Вплив таурину на вміст метаболітів у сироватці крові курей за умов термонеутральної зони та теплового стресу ($n = 16$)

Показники	Контроль (1-ша група)	Додавання таурину в дозі 3 г/кг корму (2-га група)	Додавання таурину в дозі 5 г/кг корму (3-тя група)
Сечовина, ммоль/л			
термонеутральна зона	1,40±0,10	1,67±0,07	1,17±0,03**
тепловий стрес	1,22±0,07	1,20±0,06	1,30±0,12
Сечова кислота, ммоль/л			
термонеутральна зона	253,20±18,78	266,13±6,43	345,40±9,81*
тепловий стрес	352,67±15,16*	314,67±9,51	309,70±6,47
Білірубін загальний, од/л			
термонеутральна зона	13,33±1,33	10,63±2,27	11,60±0,59*
тепловий стрес	13,50±1,56	13,93±1,32	12,13±0,74
Креатинін, мкмоль/л			
термонеутральна зона	56,77±1,19	67,77±1,04#	66,77±0,27**
тепловий стрес	49,27±1,64**	46,77±0,62**	45,47±0,22**
Глюкоза, ммоль/л			
термонеутральна зона	12,43±0,07	11,40±0,13	11,23±0,15**
тепловий стрес	12,40±0,92	11,47±0,55	11,83±0,33

Таблиця 5. Вплив таурину на активність ензимів у сироватці крові курей за умов термонейтральної зони та теплового стресу ($M \pm m, n = 16$)

Показники	Контроль (1-ша група)	Додавання таурину в дозі 3 г/кг корму (2-га група)	Додавання таурину в дозі 5 г/кг корму (3-тя група)
Лужна фосфатаза, мккат/л			
термонейтральна зона	972,23±117,39	1043,67±50,78	681,13±81,04
тепловий стрес	1427,90±129,15**	1472,00±60,37*	1417,67±170,24*
Аланінамінотрансфераза, нкат/л			
термонейтральна зона	9,23±1,06	7,43±0,22 [#]	7,70±0,18
тепловий стрес	16,27±0,93***	11,73±0,65	12,27±0,34*•
Аспартатамінотрансфераза, нкат/л			
термонейтральна зона	267,37±15,35	271,50±16,06	231,37±14,94•
тепловий стрес	263,77±12,80	299,80±7,44*	283,50±11,93*

зменшення її активності ц 1,2 раза ($P < 0,05$).

Вплив теплового стресу підвищує активність сироваткових аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази [8]. Відомо, що за нормальних умов трансамінази рідко виділяються в кров. Таким чином, підвищений вміст аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази у сироватці крові зазвичай вказують на підвищену проникність мембран і пошкодження гепатоцитів та клітин міокарда. Лужна фосфатаза є маркером функції печінки та жовчних проток. Підвищений її вміст може свідчити про пошкодження печінки або обструкцію жовчних протоків. Отримані нами результати показали, що тепловий стрес впливав на збільшення активності ензимів у крові курей, таких як аланінамінотрансфераза ($P < 0,001$) та лужна фосфатаза ($P < 0,01$), а додавання таурину у дозі 5 г/кг знижувало вміст аланінамінотрансферази і аспартатамінотрансферази у сироватці крові, що узгоджується з даними отриманими іншими авторами та пояснюється антиоксидантною дією таурину [23].

ВИСНОВКИ

Зміна гормонального статусу впливає на метаболічні процеси в організмі в цілому. Таурин знижував концентрацію кортизолу

у сироватці крові курей як за нормальних температурних умов, так і за умов теплового стресу, тоді як концентрація тироксину за обох станів зростала.

Тепловий стрес підвищив вміст загального протеїну у сироватці крові курей, що може бути наслідком зневоднення організму, а таурин попереджував цей ефект.

Тепловий стрес збільшив концентрацію сечової кислоти у сироватці крові курей, а дія таурину зменшувала.

Тепловий стрес підвищив активність аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази та лужної фосфатази у сироватці крові курей-несучок. Додавання таурину знизило активність аспартатамінотрансферази та лужної фосфатази, але не вплинуло на активність аланінамінотрансферази.

Таким чином, тепловий стрес впливає на перебіг метаболічних процесів, що призводить до зміни біохімічних показників крові курей, а таурин здатний частково його зменшувати.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

**D.B. Perederiy, I.V. Vudmaska, N.I. Pakholkiv,
Y.T. Salyha**

EFFECT OF TAURINE ON BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS IN HENS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS

*Institute of Animal Biology of the National Academy of
Sciences, Lviv; e-mail: peredina0310@gmail.com*

Taurine is a non-protein amino acid that participates in processes related to the body's response to stressful situations. Most animals, including birds, can synthesize taurine but at stress conditions, requirement increases and synthesis does not always meet the body's needs. Given the potential benefits of taurine, our study was conducted to determine the efficacy of taurine on the blood biochemistry of laying hens subjected to heat stress. White Leghorn laying hens 180 days old were divided into 3 groups 16 birds each. The 1st group was the control, chickens of the 2nd and 3rd groups received taurine in the amount of 3 and 5 g/kg of the feed, respectively. The experiment was carried out in 2 stages. During the first 7 days, the chickens were kept in thermo-neutral conditions, at 20°C and 60-70% relative humidity (temperature-humidity index = 66). Blood samples were collected from 8 hens for further biochemical studies on the 7th day. Starting from the 8th day of the experimental period, the air temperature in the vivarium elevated to 35°C and 60-70% relative humidity (temperature-humidity index = 86) for 6 hours every day. During the other 18 hours each day, these hens were kept at thermo-neutral conditions. After 7 days of exposure to chickens to elevated temperatures, blood samples were retaken. Biochemical analysis of blood showed changes in the alkaline phosphatase and alanine aminotransferase activities, contents of lipids, protein, uric acid, cortisol, and thyroxine in the blood plasma in response to heat stress, which allows for a preliminary assessment of the degree of damage to the relevant organs. Taurine mitigates the negative effects of heat stress by improving plasma parameters in birds. Research results can be of practical importance for improving the conditions of keeping birds in industrial poultry farming and developing strategies for protection against stress to ensure their welfare and health.

Key words: laying hens; heat stress; taurine; biochemical blood parameters; enzymes; proteins; lipid metabolism; cortisol; thyroxine.

REFERENCES

1. Yuzviak M, Lesyk Y, Luchka I, Denys H, Salyha Y. The effects of zinc citrate, selenium citrate, and germanium citrate on hematological parameters of rabbits under heat stress. *Biol Stud.* 2024 Sep;18(3):69-86. <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1803.790>
2. Bonnefous C, Collin A, Guilloteau LA, Guesdon V, Filliat C, Réhault-Godbert S, Rodenburg TB, Tuytens FAM, Warin L, Steinfeldt S, Baldinger L, Re M, Ponzio R, Zuliani A, Venezia P, Väre M, Parrott P, Walley K, Niemi JK, Lettieri C. Welfare issues and potential solutions for

laying hens in free range and organic production systems: A review based on literature and interviews. *Front Vet Sci.* 2022 Aug 5;9:952922.

3. Habeeb AA, Gad AE, Atta MA. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *Int J Biotechnol Recent Adv.* 2018; 1(1): 35-50.
4. Kim DH, Lee YK, Kim SH, Lee KW. The impact of temperature and humidity on the performance and physiology of laying hens. *Animals (Basel).* 2021 Dec 30;11(1):56.
5. Bohler MW, Chowdhury VS, Cline MA, Gilbert ER. Heat stress responses in birds: A Review of the neural components. *Biology (Basel).* 2021 Oct 25;10(11):1095.
6. Kim DH, Lee YK, Lee SD, Kim SH, Lee SR, Lee HG, Lee KW. Changes in production parameters, egg qualities, fecal volatile fatty acids, nutrient digestibility, and plasma parameters in laying hens exposed to ambient temperature. *Front Vet Sci.* 2020 Jul 17;7:412.
7. Wasti S, Sah N, Mishra B. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals (Basel).* 2020 Jul 24;10(8):1266.
8. Ahmed-Farid OA, Salah AS, Nassan MA, El-Tarabany MS. Effects of chronic thermal stress on performance, energy metabolism, antioxidant activity, brain serotonin, and blood biochemical indices of broiler chickens. *Animals (Basel).* 2021 Aug 31;11(9):2554.
9. Perederiy DB. The influence of heat stress on the antioxidant protection glutathione link and the content of lipid peroxidation products in chicken liver. *Biol Tvarin.* 2023;25(4):51-7.
10. Rostagno MH. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *J Anim Sci.* 2020 Apr 1;98(4):skaa090.
11. Xing S, Wang X, Diao H, Zhang M, Zhou Y, Feng J. Changes in the cecal microbiota of laying hens during heat stress is mainly associated with reduced feed intake. *Poult Sci.* 2019 Nov 1;98(11):5257-64.
12. Wang Y, Jia X, Hsieh JCF, Monson MS, Zhang J, Shu D, Nie Q, Persia ME, Rothschild MF, Lamont SJ. Transcriptome response of liver and muscle in heat-stressed laying hens. *Genes (Basel).* 2021 Feb 10;12(2):255.
13. Nanto-Hara F, Yamazaki M, Murakami H, Ohtsu H. Chronic heat stress induces renal fibrosis and mitochondrial dysfunction in laying hens. *J Anim Sci Biotechnol.* 2023 Jun 3;14(1):81.
14. Abare MY, Rahayu S, Tugiyanti E. Review: The role of heat shock proteins in chicken: Insights into stress adaptation and health. *Res Vet Sci.* 2023 Dec;165:105057.
15. Balakrishnan KN, Ramiah SK, Zulkifli I. Heat shock protein response to stress in poultry: A review. *Animals (Basel).* 2023 Jan 16;13(2):317.
16. Hu C, Yang J, Qi Z, Wu H, Wang B, Zou F, Mei H, Liu J, Wang W, Liu Q. Heat shock proteins: Biological functions, pathological roles, and therapeutic opportunities. *MedComm (2020).* 2022 Aug 2;3(3):e161.
17. Xin H, Harmon JD. Temperature and humidity stress index for laying hens. In: *Livestock Industry Facilities*

- and Environment: Heat Stress Indices for Livestock. Ames (IA): Iowa State University; 1998. Report No.: AE 3548. p. 1-4.
18. Ripps H, Shen W. Review: Taurine: A "very essential" amino acid. *Mol Vis.* 2012.18:2673-86.
 19. Murakami S. The physiological and pathophysiological roles of taurine in adipose tissue in relation to obesity. *Life Sci.* 2017 186:80-6.
 20. Surai PF, Kochish II, Kidd MT. Taurine in poultry nutrition. *Anim Feed Sci Technol.* 2020. 260: 114339.
 21. Uyanga VA, Oke EO, Amevor FK, Zhao J, Wang X, Jiao H, Onagbesan OM, Lin H. Functional roles of taurine, L-theanine, L-citrulline, and betaine during heat stress in poultry. *J Anim Sci Biotechnol.* 2022 Mar 10;13(1):23.
 22. Belal SA, Kang DR, Cho ESR, Park GH, Shim KS. Taurine reduces heat stress by regulating the expression of heat shock proteins in broilers exposed to chronic heat. *Braz J Poult Sci.* 2018;20:479-86.
 23. Surai PF, Earle-Payne K, Kidd MT. Taurine as a natural antioxidant: From direct antioxidant effects to protective action in various toxicological models. *Antioxidants (Basel).* 2021 Nov 24; 10(12):1876.
 24. Requirements for the Welfare of Laying Hens During Their Maintenance. Order of the Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine dated February 8, 2021, No. 224. Registered: Ministry of Justice of Ukraine on February 18, 2021, No. 208/35830. Official Bulletin of Ukraine, Mar 5, 2021, No. 17, p. 320. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0208-21#n4> [Ukrainian]
 25. Smith SM, Vale WW. The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in neuroendocrine responses to stress. *Dialog Clin Neurosci.* 2006. 8: 383.
 26. Xie J, Tang L, Lu L, Zhang L, Lin X, Liu HC, Luo X. Effects of acute and chronic heat stress on plasma metabolites, hormones and oxidant status in restrictedly fed broiler breeders. *Poult Sci.* 2015;94:1635-44.

*Матеріал надійшов
до редакції 05.06.2024*