

*Діана Богданівна Передерій,*

аспірантка

Інститут біології тварин Національної академії аграрних наук України,

лабораторія обміну речовин, Україна

orcid.org/0000-0002-9759-3513, e-mail: peredina0310@gmail.com

## КОМПЛЕКСНА ДІЯ БЕТАЇНУ, ТАУРИНУ ТА МІО-ІНОЗИТОЛУ НА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КУРЕЙ-НЕСУЧОК ЗА ТЕПЛООВОГО СТРЕСУ

**Анотація.** В умовах сучасного птахівництва тепловий стрес є одним із головних факторів, що негативно впливають на продуктивність курей-несучок. Підвищені температури призводять до змін у метаболічних процесах, що проявляється через порушення біохімічних показників крові, зокрема активності ензимів, рівнів протеїнів, ліпідів і метаболітів. Для зниження негативного впливу теплового стресу на організм птахів перспективними є кормові добавки з антистресовими властивостями, як-от бетаїн, таурин і міо-інозитол. Отже, метою дослідження було оцінити вплив добавок бетаїну, таурину та міо-інозитолу на біохімічні показники крові курей-несучок, що піддаються тепловому стресу, і встановити шляхи попередження його негативної дії. У дослідженні було використано 15 курей-несучок, розділених на 2 групи: 1-ша група – контрольна (К, n = 7), 2-га група – дослідна (Д, n = 8), кури якої отримували бетаїн у кількості 0,5 г/кг корму, таурин у кількості 5 г/кг корму та 2 г/кг від сухої речовини корму міо-інозитолу. Дослідження передбачало два етапи: на першому, який тривав сім днів, курей утримували за температури 20 °С, яку приймали за термонеїтральні умови, а на другому – температуру повітря у віварії підвищували до 30 °С на 6 годин кожного дня протягом тижня. Після кожного етапу відбирали зразки крові птахів для подальших досліджень. У результаті встановлено, що ці добавки сприяють підтримці біохімічної стабільності в умовах теплового стресу, зокрема стабілізації протеїнового і ліпідного обміну, а також знижують загальне метаболічне навантаження на організм. Одержані результати свідчать про доцільність використання бетаїну, таурину та міо-інозитолу для профілактики стресових порушень у курей-несучок у виробничих умовах.

**Ключові слова:** тепловий стрес, кури-несучки, бетаїн, таурин, міо-інозитол, біохімічні показники крові, метаболічні процеси, ензиматична активність, протеїни, ліпідний обмін.

### ВСТУП

У сучасному птахівництві виробники все частіше стикаються з проблемами, пов'язаними зі зростанням температури навколишнього середовища. Тепловий стрес (ТС), спричинений підвищеними температурами, є одним із найважливіших факторів, що негативно впливають на фізіологічний стан і продуктивність сільськогосподарських тварин, зокрема курей-несучок [1, 2]. Комфортною для курей вважається температура повітря 19–22 °С, причому за температури 21–22 °С відносна вологість не повинна перевищувати 70%. Небезпечною температурою, яка викликає ТС за 70% вологості вважається 29 °С і вище [3]. Унаслідок ТС у птахів порушуються метаболічні процеси в організмі, що проявляється змінами біохімічних показників крові, особливо на рівні ензимів, протеїнів, ліпідів і метаболітів [4]. У таких умовах особливо актуальним є пошук ефективних рішень для зниження негативного впливу ТС, зокрема через

використання кормових добавок. Для боротьби з негативними наслідками ТС у кормах для курей-несучок використовують різні добавки, що мають антистресовий і захисний ефект [5]. До таких належать бетаїн, таурин та міо-інозитол. Бетаїн є донором метильних груп, що полегшує перебіг метаболічних процесів і сприяє покращенню водного обміну в клітинах [6]. Таурин, як амінокислота з антиоксидантними властивостями, допомагає організму нейтралізувати вільні радикали, що утворюються в разі ТС, а міо-інозитол виконує функцію стабілізатора клітинних мембран, підвищуючи їх стійкість до оксидативного навантаження [7, 8]. Зокрема, відомо, що ці добавки позитивно впливають на біохімічні показники крові птахів за умов ТС, стабілізуючи обмін їх речовин [6–8]. Тож метою нашого дослідження було оцінити вплив добавок бетаїну, таурину та міо-інозитулу на біохімічні показники крові курей-несучок, що піддаються ТС, і встановити шляхи попередження його негативної дії.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У дослідженні було використано 15 курей-несучок, розділених на 2 групи: 1-ша група – контрольна (К, n = 7), 2-га група – дослідна (Д, n = 8), кури якої отримували бетаїн у кількості 0,5 г/кг корму, таурин у кількості 5 г/кг корму та 2 г/кг від сухої речовини корму міо-інозитулу. Дослідження провели в умовах віварію Інституту біології тварин НААН, де птиця перебувала в металевих клітках зі встановленими автоматичними поїлками та годівницями. Протягом усього дослідження птахи отримували повнораціонний комбікорм, який відповідав усім вимогам щодо вмісту поживних речовин, вітамінів та мікроелементів, а також мали вільний доступ до чистої води. У приміщенні регулювали та контролювали температуру, вологість і освітлення згідно з вимогами. Дослідження передбачало два етапи: на першому, який тривав сім днів, курей утримували за температури 20 °С, яку приймали за термонеутральні умови (ТН). На 7-му добу проводили відбір зразків крові для подальших біохімічних досліджень. Починаючи з восьмої доби експериментального періоду температуру повітря у віварії підвищували до 30 °С на 6 годин кожного дня. На 14-ту добу досліджень знову проводили відбір біологічного матеріалу після попередньої декапітації птахів.

Усі процедури з тваринами виконували 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-IX від 14.01.2020, згідно з протоколом № 115 від 28.09.2022 року засідання комісії з біоетики наукових досліджень Інституту біології тварин НААН.

У крові досліджували вміст загального протеїну, альбуміну, загального холестеролу, триацилгліцеролів, сечовини, креатиніну, активність лужної фосфатази, аланін- та аспаргатамінотрансфераз – на біохімічному аналізаторі Humalyzer 2000 (Німеччина).

Статистичний аналіз проведено, як описано в [9]. Дані виражені як середнє ± стандартне відхилення. Усі дані аналізували за допомогою статистичного програмного забезпечення Statistica10. Статистичну значущість визначали за допомогою одностороннього дисперсійного аналізу (ANOVA). Т-критерій Стьюдента використовувався для вивчення відмінностей між 2 групами. Різницю вважали статистично значущою, якщо  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ

В умовах ТС для курей-несучок критичною є стабільність біохімічних показників крові, які відображають фізіологічний стан і рівень оксидативного стресу. Встановлено, що за впливу високих температур активність АЛТ у сироватці крові курей знижується як у контрольній, так і в дослідній групі, на 50% і 56% відповідно ( $p < 0,05$  та  $p < 0,001$ ) порівняно з нормальними умовами (табл. 1). Активність АЛТ у крові є важливим показником стану печінки, і її зниження під впливом ТС свідчить про певне пригнічення обмінних процесів у печінці [10]. Додавання добавок (бетаїну, таурину та міо-інозитулу) достовірно значущих змін активності АЛТ не викликало, що може бути пов'язано із захисною дією добавок, що сприяють збереженню цілісності печінкових клітин і зменшують рівень оксидативного пошкодження тканин, незважаючи на стресові умови [6, 7].

Таблиця 1  
Активність ензимів у сироватці крові курей-несучок в умовах теплового стресу за дії бетаїну, таурину та міо-інозитулу ( $M \pm m$ )

Показники	Умови	К	Д
АЛТ, одл	ТН	11,17±2,11	15,3±3,82
	ТС	5,4±0,73*	6,52±1,07***
АСТ, одл	ТН	269±17	316±39#
	ТС	275±11	240±8##
Лужна фосфатаза, од/л	ТН	2594±140	745±112###
	ТС	858±36***	1168±143*##

*Примітка:* тут і далі \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – статистично достовірна різниця даних за теплового стресу (ТС) до даних у термонейтральній зоні (ТН); # –  $p < 0,05$ ; ## –  $p < 0,01$ ; ### –  $p < 0,001$  – статистично достовірна різниця даних дослідної групи (Д) до даних контрольної групи (К).

Аналіз активності АСТ у крові курей-несучок показав, що за ТС статистично достовірних змін цього ензиму не спостерігалось щодо ТН умов. Введення добавок у дослідній групі за ТН умовах вплинуло на зростання активності АСТ на 15% ( $p < 0,05$ ), а за ТС – на зниження на 13% ( $p < 0,01$ ) порівняно з контрольними показниками (табл. 1). Це вказує на те, що добавки мають певний стимулюючий вплив на функціонування печінки за нормальних умов [10].

Активність лужної фосфатази, яка є маркером метаболічної активності, також зазнала значних змін у сироватці крові курей. У контрольній групі її активність знизилась у 3 рази ( $p < 0,001$ ) за ТС, а в дослідній, навпаки, зросла в 1,6 рази ( $p < 0,05$ ) порівняно з ТН (табл. 1). Лужна фосфатаза є показником обміну фосфору та кальцію, і зниження її активності у контрольній групі за ТС може вказувати на порушення мінерального обміну [11]. Із введенням добавок у раціон харчування птахів за ТН умов у їх організмі активність лужної фосфатази знижується у 3,5 рази ( $p < 0,01$ ), а за умов ТС – зростає в 1,4 рази порівняно з контролем, що може бути обумовлено стабілізуючим впливом добавок на структуру та функції клітин у стресових умовах.

Під час дослідження рівня загального протеїну було встановлено, що його концентрація в обох групах за ТС знижувалася на 16% ( $p < 0,05$ ) у контрольній групі та на 21% ( $p < 0,01$ ) – у дослідній. При цьому альбумін зменшувався на 23%

( $p < 0,05$ ) в дослідній групі порівняно з ТН (табл. 2). Зниження цих показників вказує на підвищене використання протеїнів організмом для підтримки енергії та структурних функцій в умовах стресу та, як наслідок, виснаження цих ресурсів [12]. Із додатковим введенням у корм птахів добавок не прослідковувалось статистично достовірних змін їх вмісту в сироватці крові курей.

Таблиця 2

**Вміст протеїнів у сироватці крові курей-несучок в умовах теплового стресу за дії бетаїну, таурину та міо-інозитулу ( $M \pm m$ )**

Показники	Умови	К	Д
Загальний протеїн, г/л	ТН	55,23±5,41	54,07±2,26
	ТС	46,6±2,6*	42,94±2,5**
Альбумін, г/л	ТН	23±2,75	26,7±2,26
	ТС	22,13±0,86	20,6±1,99*

Зміни в ліпідному обміні, як представлено в таблиці 3, зокрема вміст триацилгліцеролів, показали їхнє зростання на 17% ( $p < 0,01$ ) у контрольній групі та зниження на 18% ( $p < 0,01$ ) – у дослідній за ТС порівняно з ТН. Підвищення рівня ліпідів у крові під впливом ТС Rashidi та ін. [13] пояснили тим, що висока температура знижує споживання корму і бройлери компенсують свою потребу в енергії шляхом ліполізу ліпідів організму, що спричиняє підвищення рівня тригліцеролів у крові. Введення добавок вплинуло на зниження рівня цих ліпідів як за нормальних (на 7%,  $p < 0,01$ ), так і за стресових (на 37%,  $p < 0,001$ ) умов, що може вказувати на регулюючу роль добавок у ліпідному обміні.

Таблиця 3

**Ліпідний обмін у сироватці крові курей-несучок в умовах теплового стресу за дії бетаїну, таурину та міо-інозитулу ( $M \pm m$ )**

Показники	Умови	К	Д
Триацилгліцероли, ммоль/л	ТН	6,96 ± 0,23	6,49 ± 0,38##
	ТС	8,41 ± 0,18**	5,31 ± 0,03**###
Загальний холестерол, ммоль/л	ТН	3,5 ± 0,14	2,88 ± 0,13##
	ТС	2,19 ± 0,09**	3,63 ± 0,25**###

Рівень загального холестеролу у крові курей також зазнав змін: у контрольній групі за ТС він знизився на 37% ( $p < 0,01$ ), тоді як у дослідній групі збільшився на 31% ( $p < 0,01$ ) порівняно з ТН. Зниження рівня холестеролу в стресових умовах може вказувати на підвищену потребу організму у стероїдних гормонах під час стресу [14]. Вміст холестеролу в тій групі, яким у корм вводили добавки (група Д), знижувався у сироватці крові курей за ТН умов на 18% ( $p < 0,01$ ), а за умов ТС – підвищувався 40% ( $p < 0,01$ ) порівняно з контрольними показниками, що може свідчити про позитивний ефект добавок на відновлення його рівня.

Щодо метаболітів (табл. 4), то рівень сечовини в обох групах знижувався за ТС в 1,8 та 2,3 раза ( $p < 0,001$ ) відповідно, що вказує на можливе порушення протеїнового метаболізму за умов ТС [14]. Введення добавок сприяло підвищенню рівня цього метаболіту в дослідній групі за ТН умов (в 1,2 раза,  $p < 0,01$ ), що може бути ознакою стабілізуючого ефекту на азотистий обмін.

**Вміст метаболітів у сироватці крові курей-несучок в умовах теплового стресу за дії бетаїну, таурину та міо-інозитулу ( $M \pm m$ ,  $n = 4$ )**

Показники	Умови	Контроль	Дослід
Сечовина, ммоль/л	ТН	3,2 ± 0,2	3,97 ± 0,2##
	ТС	1,75 ± 0,24***	1,7 ± 0,08***
Креатинін, мкмоль/л	ТН	53,3 ± 2,9	54,43 ± 3,39
	ТС	58,6 ± 6,36	70,6 ± 5,42**#

Креатинін за умов ТС у плазмі крові дослідної групи зростав на 23% ( $p < 0,01$ ) порівняно з нормальними умовами і на 12% ( $p < 0,05$ ) порівняно з контролем (табл. 4). Креатинін є кінцевим продуктом метаболізму протеїнів, що утворюється у м'язах унаслідок розпаду креатину, а згодом виводиться з організму через нирки. Рівень креатиніну в крові слугує показником функціонування нирок, оскільки його концентрація залежить від швидкості фільтрації через нирки [15], тому підвищення його рівня в крові може вказувати на порушення функціонування цих органів курей.

## ВИСНОВКИ

Отже, результати дослідження показали, що введення добавок (бетаїну, таурину та міо-інозитулу) в раціон курей-несучок може позитивно впливати на біохімічні показники їхнього організму, зменшуючи негативні наслідки теплового стресу на обмінні процеси, що підтверджує їхній потенціал як захисних добавок за теплового стресу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Bohler M.W., Chowdhury V.S., Cline M.A., Gilbert E.R. Heat stress responses in birds: A Review of the neural components. *Biology (Basel)*. 2021. 10 (11). 1095. DOI: 10.3390/biology10111095.
2. Kim D.H., Lee Y.K., Kim S.H., Lee K.W. The impact of temperature and humidity on the performance and physiology of laying hens. *Animals (Basel)*. 2021. 11 (1). 56. DOI: 10.3390/ani11010056.
3. Xin H., Harmon J.D.. Temperature and humidity stress index for laying hens. *Livestock industry facilities and environment: Heat stress indices for livestock. Agriculture and Environment Extension Publications*. Book 163, Iowa State University. 1998.
4. Kim D.H., Lee Y.K., Lee S.D., Kim S.H., Lee S.R., Lee H.G., Lee K.W. 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. 7. 412. DOI: 10.3389/fvets.2020.00412. eCollection 2020.
5. Perederiy D.B. 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). 51–57. DOI: 10.15407/animbiol25.04.051.
6. Li C., Wang Y., Li L., Han Z., Mao S., Wang G. Betaine protects against heat exposure-induced oxidative stress and apoptosis in bovine mammary epithelial cells via regulation of ROS production. *Cell Stress & Chaperones*. 2019. 24 (2), 453–460. DOI: 10.1007/s12192-019-00982-4
7. Baliou S., Adamaki M., Ioannou P., Pappa A., Panayiotidis M.I., Spandidos D.A., Christodoulou I., Kyriakopoulos A.M., Zoumpourlis V. Protective role of taurine against oxidative stress. *Mol Med Rep*. 2021. 24 (2). 605. DOI: 10.3892/mmr.2021.12242.

8. Gonzalez-Uarquin F., Rodehutschord M., Huber K. Myo-inositol: its metabolism and potential implications for poultry nutrition-a review. *Poult Sci.* 2020. 99 (2). 893–905. DOI: 10.1016/j.psj.2019.10.014.
9. Petrovska I.R., Salyha Y.T., Vudmaska I.V. Statistical methods in biological research: educational and methodological manual. *Agrarian Science.* Kyiv. 2022. 172.
10. Oh R.C., Hustead T.R., Ali S.M., Pantsari M.W. Mildly Elevated Liver Transaminase Levels: Causes and Evaluation. *Am Fam Physician.* 2017. 96 (11). 709–715.
11. Iluz-Freundlich D., Zhang M., Uhanova J., Minuk G.Y. The relative expression of hepatocellular and cholestatic liver enzymes in adult patients with liver disease. *Ann Hepatol.* 2020. 19 (2). 204–208. DOI: 10.1016/j.aohep.2019.08.004.
12. Tóthová C., Sesztáková E., Bielik B., Nagy O. Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Vet World.* 2019. 12 (4). 598–604. DOI: 10.14202/vetworld.2019.598-604.
13. Rashidi A.A., Gofrani Iv. Y., Khatibjoo A., Vakili R. Effects of dietary fat, vitamin E and zinc on immune response and blood parameters of broiler reared under heat stress. *Res J Poult Sci.* 2010. 3(2). 32–38. DOI: 10.3923/rjpscience.2010.32.38.
14. Hassan S., Habashy W., Ghoname M., Elnaggar A. Blood hematology and biochemical of four laying hen strains exposed to acute heat stress. *Int J Biometeorol.* 2023 Apr. 67 (4). 675–686. DOI: 10.1007/s00484-023-02445-z.
15. Yuzviak M. Influence of Zinc, Selenium and Germanium citrates nanoparticles on hematological and biochemical parameters of rabbits under moderate heat stress. *Biol Tvarin.* 2024. 26 (2). 47–55. DOI: 10.15407/animbiol26.02.047.

## REFERENCES

1. Bohler, M.W., Chowdhury, V.S., Cline, M.A., & Gilbert, E.R. (2021). Heat stress responses in birds: A review of the neural components. *Biology (Basel)*, 10 (11), 1095. DOI: 10.3390/biology10111095.
2. Kim, D.H., Lee, Y.K., Kim, S.H., & Lee, K.W. (2021). The impact of temperature and humidity on the performance and physiology of laying hens. *Animals (Basel)*, 11 (1), 56. DOI: 10.3390/ani11010056.
3. Xin, H., & Harmon, J.D. (1998). Temperature and humidity stress index for laying hens. *Livestock Industry Facilities and Environment: Heat Stress Indices for Livestock.* Agriculture and Environment Extension Publications. Book 163, Iowa State University.
4. Kim, D.H., Lee, Y.K., Lee, S.D., Kim, S.H., Lee, S.R., Lee, H.G., & Lee, K.W. (2020). 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*, 7, 412. DOI: 10.3389/fvets.2020.00412. eCollection 2020.
5. Perederiy, D.B. (2023). The influence of heat stress on the antioxidant protection glutathione link and the content of lipid peroxidation products in chicken liver. *Biol Tvarin*, 25 (4), 51–57. DOI: 10.15407/animbiol25.04.051.
6. Li, C., Wang, Y., Li, L., Han, Z., Mao, S., & Wang, G. (2019). Betaine protects against heat exposure-induced oxidative stress and apoptosis in bovine mammary epithelial cells via regulation of ROS production. *Cell Stress & Chaperones*, 24 (2), 453–460. DOI: 10.1007/s12192-019-00982-4.
7. Baliou, S., Adamaki, M., Ioannou, P., Pappa, A., Panayiotidis, M.I., Spandidos, D.A., Christodoulou, I., Kyriakopoulos, A.M., & Zoumpourlis, V. (2021). Protective role of taurine against oxidative stress. *Mol Med Rep*, 24 (2), 605. DOI: 10.3892/mmr.2021.12242.
8. Gonzalez-Uarquin, F., Rodehutschord, M., & Huber, K. (2020). Myo-inositol: Its metabolism and potential implications for poultry nutrition – a review. *Poult Sci*, 99 (2), 893–905. DOI: 10.1016/j.psj.2019.10.014.

9. Petrovska, I.R., Salyha, Y.T., & Vudmaska, I.V. (2022). Statistical methods in biological research: Educational and methodological manual. *Agrarian Science*, Kyiv, 172 [in Ukrainian].
10. Oh, R.C., Husted, T.R., Ali, S.M., & Pantsari, M.W. (2017). Mildly elevated liver transaminase levels: Causes and evaluation. *Am Fam Physician*, 96 (11), 709–715.
11. Iluz-Freundlich, D., Zhang, M., Uhanova, J., & Minuk, G.Y. (2020). The relative expression of hepatocellular and cholestatic liver enzymes in adult patients with liver disease. *Ann Hepatol*, 19 (2), 204–208. DOI: 10.1016/j.aohep.2019.08.004.
12. Tóthová, C., Sesztáková, E., Bielik, B., & Nagy, O. (2019). Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Vet World*, 12 (4), 598–604. DOI: 10.14202/vetworld.2019.598-604.
13. Rashidi, A.A., Gofrani, I.V., Khatibjoo, A., & Vakili, R. (2010). Effects of dietary fat, vitamin E, and zinc on immune response and blood parameters of broiler reared under heat stress. *Res J Poult Sci*, 3 (2), 32–38. DOI: 10.3923/rjpscience.2010.32.38.
14. Hassan, S., Habashy, W., Ghoname, M., & Elnaggar, A. (2023). Blood hematology and biochemical of four laying hen strains exposed to acute heat stress. *Int J Biometeorol*, 67 (4), 675–686. DOI: 10.1007/s00484-023-02445-z. PMID: 36853273.
15. Yuzviak, M. (2024). Influence of zinc, selenium, and germanium citrates nanoparticles on hematological and biochemical parameters of rabbits under moderate heat stress. *Biol Tvarin*, 26 (2), 47–55. DOI: 10.15407/animbiol26.02.047.

## ABSTRACT

### THE SYNERGISTIC IMPACT OF BETAINE, TAURINE, AND MYO-INOSITOL ON THE BIOCHEMICAL BLOOD PROFILES OF LAYING HENS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS

In modern poultry farming, heat stress is one of the main factors negatively affecting the productivity of laying hens. Elevated temperatures lead to changes in metabolic processes, reflected in disruptions of blood biochemical indicators, specifically enzyme activities, protein, lipid, and metabolite levels. Feed supplements with antistress properties, such as betaine, taurine, and myo-inositol, hold promise for reducing the adverse effects of heat stress on poultry. Therefore, the study aimed to evaluate the impact of betaine, taurine, and myo-inositol supplements on the biochemical parameters of the blood of laying hens exposed to heat stress and to establish ways to prevent its negative effects. In the study, 15 laying hens were used, divided into 2 groups: 1st group – control (C), 2nd group – experimental (E), whose hens received betaine in the amount of 0.5 g/kg of feed, taurine in the amount of 5 g/kg of feed and 2 g/kg of myo-inositol from the dry matter of the feed. The study included two stages: in the first, which lasted seven days, the chickens were kept at a temperature of 20 °C, which was taken as thermoneutral conditions, and in the second, the air temperature in the vivarium was raised to 30 °C for 6 hours every day for a week. After each stage, blood samples of the birds were taken for further research. This study established that these supplements help maintain biochemical stability under HS conditions, particularly by stabilizing protein and lipid metabolism, improving oxidative defense markers, and reducing overall metabolic stress on the body. The results indicate the feasibility of using betaine, taurine, and myo-inositol to prevent stress-related disorders in laying hens under production conditions.

**Key words:** heat stress, laying hens, betaine, taurine, myo-inositol, biochemical indicators of blood, metabolic processes, enzymatic activity, proteins, lipid metabolism.