

ОБМІН БІЛКІВ У ОРГАНІЗМІ КУРЕЙ ЗАЛЕЖНО ВІД ТОНУСУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

А. А. СТУДЕНОК, аспірант* кафедри біохімії і фізіології тварин
ім. акад. М. Ф. Гулого,
<https://orcid.org/0000-0002-0740-3609>

Е. О. ШНУРЕНКО, аспірант** кафедри біохімії і фізіології тварин
ім. акад. М. Ф. Гулого,
<https://orcid.org/0000-0002-1121-4106>

В. І. КАРПОВСЬКИЙ, доктор ветеринарних наук, професор кафедри
біохімії і фізіології тварин ім. акад. М. Ф. Гулого,
<https://orcid.org/0000-0003-3858-0111>

В. О. ТРОКОЗ, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри
біохімії і фізіології тварин ім. акад. М. Ф. Гулого,
<https://orcid.org/0000-0001-8619-195X>

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: artemstudenok@gmail.com

Анотація. Білок є будівельним матеріалом для кожної клітини, без нього неможливе життя та розвиток організму. Метаболізм білка регулюється значною кількістю механізмів та залежить як від корму, який отримує тварина, так і від її індивідуальних особливостей. Останні визначаються центральною та автономною нервовою системою. У статті подано результати біохімічних досліджень вмісту загального білка, альбумінів та глобулінів курей кросу Кобб-500 з різним тонусом автономної нервової системи (АНС). Метою досліджень було з'ясувати регулюючий вплив АНС на метаболізм білка та особливості його вмісту в сироватці крові курей м'ясного напрямку продуктивності. Визначення тонусу АНС у курей здійснювали методом варіаційної пульсометрії за Р. М. Баєвським (1984). Запис електрокардіограми проводили переносним електрокардіографом ЕКЗТ 01-«Р-Д» зі швидкістю руху стрічки 50 мм / с. Визначали два основних показники: моду (Мо) та амплітуду моди (Амо) частоти серцевих скорочень. Залежно від домінування відділів АНС курей поділили на три групи: (Ст – симпатикотоніки, НСт – нормо-симпатикотоніки, Нт – нормотоніки), по 8 голів у кожній. Амплітуду моди використовували як допоміжний показник у визначенні домінуючого відділу АНС. Кров для біохімічних досліджень відбирали з підкрилової вени двічі, на 35 та 60 добу життя. Встановлено, що кури з проміжним типом АНС (НСт) мали статистично вищі показники вмісту загального білка, альбумінів ($P < 0,001$) та глобулінів ($P < 0,01$ порівняно з Нт). Вміст загального білка та глобулінів був вірогідно вищим у Ст

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор, В. О. Трокоз

** Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор, В. І. Карповський

порівняно з Нт ($P < 0,05$). На 60 добу життя лише Ст мали вищі показники вмісту альбумінів, ніж Нт ($P < 0,01$). Глобулінова фракція білка у НСт та Нт перевищувала показник Ст ($P < 0,05$). Отже, підвищений тонус симпатичної нервової системи позитивно впливає на рівень білкових фракцій у крові птиці, зокрема забезпечує більш високий їх рівень порівняно із представниками нормотонічного типу АНС.

Ключові слова: автономна нервова система, метаболізм білка, загальний білок, альбуміни, глобуліни, кури

Актуальність

Птахівництво потребує постійних удосконалень, нововведень щодо покращення утримання птиці, зменшення наслідків стресу та збільшення приросту маси. Пошук нових кросів, покращення раціону, безсумнівно, дають позитивні результати. Однак, виявлення індивідуальних особливостей обмінних процесів, які дають можливість збільшити прирости маси тіла за більш короткий термін, стійкість до захворювань та технологічного стресу є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Вивчення впливу автономної нервової системи (АНС) на процеси обміну білка, його засвоєння та виділення можуть дати значний поштовх у селекції птиці. Білок та його метаболізм бере участь в усіх процесах життєдіяльності організму, починаючи від синтезу ДНК та РНК і закінчуючи відкладенням у яйці, що дозволяє отримувати хороші прибутки яєчний промисловості.

Білковий обмін можна вважати однією із центральних ланок біохімічних процесів, що відбуваються в організмі та забезпечують його пластичним та енергетичним матеріалом. Сила коркових процесів забезпечує

стабільний рівень білкових фракцій в сироватці крові під час технологічних стресів, в період захворювань чи інших неадекватних впливів на гомеостаз. У дослідженнях на свинях була виявлена пряма залежність від типу вищої нервової системи вмісту амінокислот. Маса тіла була вища у особин із сильним врівноваженим типом і позитивно корелювала з добовими приростами (Karpovskiy et al., 2013). Активність трансфераз та вуглеводний обмін також залежали від рухливості та сили нервових процесів і були вищими у представників сильного врівноваженого типу (Shesterynska et al., 2012; Karpovskiy et al., 2016).

На всі процеси в організмі тварин значний вплив здійснює також автономна нервова система. Це може відбуватися через безпосередню дію симпатичної та парасимпатичної системи, наприклад, на серцевий м'яз (регуляцію його частоти та сили скорочень), так і через гуморальні фактори, які, у свою чергу, посилюють чи пригнічують метаболізм та синтез нових сполук (Koether et al., 2016; Miyasaka et al., 2014; Crane & Miller, 1977). У дослідях на великій рогатій худобі та спостереженнях у гуманній медицині було встановлено, що за домінування парасимпатичної нервової системи розміри та маса тіла значно більші, ніж у симпатикотоніків або нормо тоніків (Demus, 2010; Messina

et al., 2017). В експериментах спостерігали значне збільшення плазмових концентрацій тригліцеридів у щурів із парасимпатичною денервацією печінки, що вказує на регулювання літогенезу АНС (BruinStroop et al., 2013; Yokota et al., 2014). Міцність та ріст кісткової тканини теж на пряму залежить від стимуляції остеокластів та остеобластів нейгормонами та ступеня іннервації. Симпатична система відіграє роль керуючого механізму «побудови», а парасимпатична, навпаки – гальмує цей процес (Miyasaka et al., 2014; Zofkova & Matucha, 2014). Стосовно досліджень впливу збудливості автономної нервової системи на обмін речовин у курей кількість наукових повідомлень обмежена.

Метою проведеного дослідження було з'ясувати регулюючий вплив АНС на метаболізм білка та особливості його вмісту в сироватці крові курей м'ясного напрямку продуктивності.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження тонусу АНС проводили на 24 курях-бройлерах породи кобб-500, віком 30–60 днів. Електрокардіографічні дослідження проведені на курях переносним електрокардіографом ЕКЗТ 01-«Р-Д». Під час запису електрокардіограми використовували три стандартні (І – ліва і права грудні кінцівки, ІІ – ліва грудна і ліва тазова кінцівки і ІІІ – права грудна і ліва тазова кінцівки) відведення, швидкість руху стрічки становила 50 мм / с, амплітуда – 1 мВ. Запис ЕКГ проводили протягом 20 с у тихому приміщенні. Фіксацію птиці здійснювали у спинному положенні, електроди-алігатори були прикріплені на шкіру в ділянці плечових та стегнових кісток. Для мінімізації неадекватних впливів

запис ЕКГ починали через 1–2 хв після під'єднання електродів. Під час запису ЕКГ не використовували седативних препаратів, щоб не вплинути на частоту та проведення імпульсів у серці. Дослідження тонусу АНС проводили шляхом підрахунку не менше 100 кардіоінтервалів R–R. Для цього вибирали запис із відведення, яке було найбільш чітким. Підраховували тривалість всіх ста R–R інтервалів. Показником (Мо) ставав той R–R інтервал, який найчастіше зустрічався. Тривалість моди для тварин-симпатикотоніків становила 0,14–0,16 с; нормо-симпатикотоніків – 0,16–0,17 с; нормо тоніків – 0,18–0,21 с. Амплітуду моди (Амо) визначали шляхом підрахунку відсоткового співвідношення тривалості моди до тривалості інших R–R інтервалів. Амплітуду моди використовували як додатковий показник у визначенні типу АНС. У симпатикотоніків вона була > 45 %, нормо-симпатикотоніків – 40–45 %, нормо тоніків – < 40 % (Baevsky et al., 1984).

Венозну кров для досліджень отримували у птиці після формування груп, 24-годинного періоду відпочинку та 2-годинної голодної дієти з підкрилової вени (Nasonov et al., 2014). У сироватці крові визначали вміст загального білка (біуретовим методом) та альбуміну (методом з бромкрезоловим зеленим) на напівавтоматичному біохімічному аналізаторі Biosystems A15 (Іспанія) з використанням набору реактивів PointerScientific (США). Для порівняння динаміки показників білкового обміну лабораторні дослідження крові проводили в 35- та 60-добовому віці перед забиттям птиці. Статистичні підрахунки здійснювали за допомогою U-критерія Уманна-Вітні в програмі STATISTICA та t-критерія Стьюдента в Microsoft Excel.

Результати дослідження та їх обговорення

Середнє значення моди у курей Ст становило 0,15 с і було нижчим, ніж у тварин НСт та Нт ($P < 0,001$) на 0,014 с та 0,022 с (8,5 % і 12,7 %) відповідно (табл. 1).

Нормотоніки мали тенденцію до більшої моди, ніж проміжний тип (НСт) на 0,008 с (4,6 %). Середнє значення амплітуди моди у Ст становило 53 % і на рівні тенденції було вищим за показники НСт та Нт відповідно на 3 і 5 %. Найнижчі показники моди та найвищі її амплітуди у курей Ст вказують на більшу частоту серцевих скорочень та їх стабільність, що може бути викликано пришвидшеним обміном речовин в організмі тварин порівняно з іншими групами тварин (Demus, 2010).

У результаті досліджень встановлено, що у курей 35-добового віку з різним тонусом АНС були виявлені статистичні відмінності майже за всіма показниками білкового обміну (табл. 2).

Встановлено, що вміст загального білка у НСт достовірно переважав цей же показник Нт на 7,6 г / л (17,3 %, $P < 0,001$) та Ст – 4,0 г / л (9,1 %; тенденція). Птахи з домінуванням симпатичного тону (Ст) також переважали особин Нт на 3,6 г / л (9 %, $P < 0,05$). Підвищений синтез білка вказує на інтенсивне його використання як енергетичного, так і пластичного матеріалу в організмі тварини.

Вміст альбумінів у курей-НСт був вищим, ніж у Нт на 3,05 г / л (15,25 %, $P < 0,001$). Кури Ст та Нт не мали статистичної різниці показників вмісту альбумінів, але різниця між ними становила 1,45 г / л (7,8 %) на користь Ст. Концентрація альбумінів у НСт була вищою, ніж у Ст на 1,6 г / л (8 %). Підвищений метаболізм та збільшений синтез альбумінової фракції у НСт та Ст забезпечує кращий транспорт сполук – гормонів, вільних жирних та жовчних кислот, білірубину тощо (Crane & Miller, 1977). Це позитивно впливає на ріст та розвиток птиці.

Щодо глобулінів, то у представників НСт їх уміст виявився вищим порівняно з Ст на 2,35 г / л (9,8 %, $P < 0,05$).

1. Показники тону автономної нервової системи у курей, $n = 8$

Показники	Тонус автономної нервової системи		
	Симпатикотоніки	Нормо-симпатикотоніки	Нормотоніки
Мода, сек	0,150***	0,164	0,172
Амплітуда моди, %	53,1	50,2	48

Примітка: ***Ст – $P < 0,001$ порівняно з нормо-симпатикотоніками та нормотоніками

2. Показники обміну білка курей з різним тонусом АНС віком 35 діб, г / л, $n = 8$

Тип АНС	Загальний білок	Альбуміни	Глобуліни
Нормо-симпатикотоніки	43,9 ± 1,24***	20 ± 0,56***	23,9 ± 0,98**
Симпатикотоніки	39,9 ± 1,6*	18,4 ± 0,9	21,55 ± 0,74*
Нормотоніки	36,3 ± 0,81	16,95 ± 0,41	19,36 ± 0,56

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ порівняно з нормотоніками

3. Показники білкового обміну курей з різним тонусом АНСвіком 60 діб, г / л, n = 8

Тип АНС	Загальний білок	Альбуміни	Глобуліни
Нормо-симпатикотоніки	41,74 ± 1,75	18,9 ± 0,6	22,84 ± 1,17
Симпатикотоніки	39,9 ± 0,8	19 ± 0,34**	20,35 ± 0,39*
Нормотоніки	41,74 ± 1,1	18 ± 0,14	23,7 ± 0,84

Примітка: **Ст – $P < 0,01$ порівняно з нормотоніками; *Ст – $P < 0,05$ порівняно з нормо-симпатикотоніками та нормотоніками

тенденція) та з курями-Нт – на 4,54 г / л (19 %; $P < 0,01$). Концентрація глобулінів у Ст була вищою, ніж у Нт – на 2,19 г / л (10,2 %; $P < 0,05$). Ці дані вказують на те, що представники НСт і Ст типу АНС можуть мати напруженіший імунітет та стійкість до захворювань і впливів зовнішнього середовища.

Рівні компонентів обміну білка у птиці НСт через 1місяць досліду (60 доба життя) знижувалися. Так, концентрація загального білка знизилася на 2,16 г / л (4,9 %), альбумінів – 1,1 г / л (5,5 %) та глобулінів – 1,0 г / л (4,4 %). Рівень глобулінів у НСт був статистично вищим, ніж у Ст на 2,49 г / л (10,9 %; $P < 0,05$) (табл. 3).

Вміст загального білка у Ст залишився без змін, концентрація альбумінів, навпаки, незначно збільшилася на 0,6 г / л (3,2 %) і була вірогідно вищою, ніж у Нт на 1,0 г / л (5,3 %; $P < 0,01$). Водночас вміст глобулінів знизився на 1,2 г / л (тенденція, на 5,6 %). Така картина, на нашу думку, могла спостерігатися через припинення інтенсивного росту та зміну типу комбікорму згідно технологічних норм.

Кури-нормотоніки з віком у порівнянні з НСт мали тенденцію до зростання всіх досліджених показників. Концентрація загального білка порівняно з попереднім терміном дослідження (35 діб життя) підвищилася на 5,54 г / л (13,0 %; $P < 0,01$),

альбумінів – на 1,05 г / л (5,8 %; $P < 0,05$), глобулінів – 4,34 г / л (18,3 %; $P < 0,001$). Слід підкреслити, що у Нт вміст глобулінів був на вищому рівні, ніж у Ст на 3,35 г / л (14,1 %; $P < 0,05$). Це вказує на можливе підвищення з віком синтезу білкових фракцій, посилення імунітету у птиці з Нт типом АНС та покращене засвоєння білків корму.

У період інтенсивного росту (35 діб життя) співвідношення альбумінів до глобулінів було найвищим у Нт та значно знизилося на 12,6 % у 60-добовому віці за рахунок підвищення вмісту глобулінової фракції, хоча й спостерігалось паралельне зростання рівня альбумінів на 1,0 г / л (рис. 1).

Симпатикотоніки у віці 60 діб відрізнялися значним підвищенням альбуміно-глобулінового співвідношення на 8,6 % за рахунок зниження вмісту глобулінової фракції. У птиці з НСт типом збудливості АНС за період із 35 до 60 діб співвідношення білкових фракцій майже не змінилося.

Отже, парасимпатичний відділ автономної нервової системи, впливаючи на метаболізм білка через гуморальну (інсулін, адреналін, кортизол тощо) та центральну нервову стимуляцію гепатоцитів, викликає повільне підвищення рівня альбумінів, глобулінів та загального білка, а симпатичний відділ, навпаки, стри-

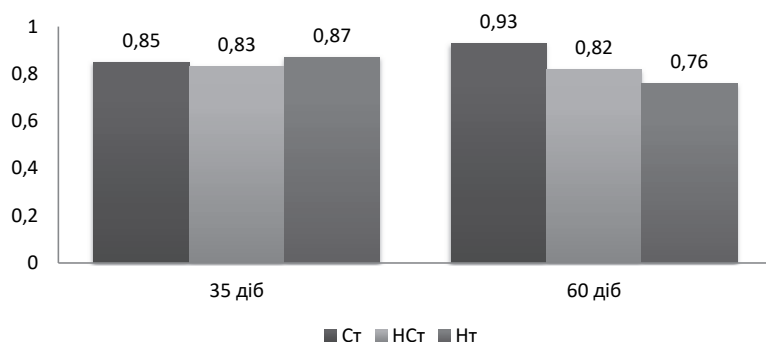


Рис. 1. Співвідношення альбумінів і глобулінів сироватки крові в курей віком 35 та 60 діб із різним тонусом АНС: Ст – симпатикотоніки, НСт – нормо-симпатикотоніки, Нт – нормотоніки

мує цей процес. Проте, маючи більший вплив на катаболічні процеси в організмі, симпатичний відділ АНС утримує вміст білкових фракцій на вищому рівні, ніж у більш урівноважених особин (Crane & Miller, 1977; Babtseva, 2014; Püschel, 2004).

Висновки і перспективи

У проведених дослідженнях на бройлерах з різним тонусом автономної нервової системи було встановлено, що у 35-добовому віці птиця з домінуючим холінергічним впливом на організм (нормотоніки) володіє найнижчими показниками вмісту загального білка сироватки крові порівняно з курями нормо-симпатикотоніками та симпатикотоніками, відповідно, на 17,3 % ($P < 0,001$) та 9,1 %. Вміст альбумінів і глобулінів у нормо тоніків нижчий, ніж у птиці з симпатикотонічним типом АНС на 7,8 % (тенденція) і 10,2 % ($P < 0,05$) та нормо-симпатикотонічним типом – на 15,25 % ($P < 0,001$) та 19 % ($P < 0,01$) відповідно.

На 60 добу життя помітний значний ріст порівняно з 35-тидобовим

віком у нормотоніків вмісту загального білка на 13,0 % ($P < 0,01$), альбумінів – на 5,8 % ($P < 0,05$), глобулінів – на 18,3 % ($P < 0,001$); зниження на рівні тенденції у нормо-симпатикотоніків вмісту загального білка на 4,9 %, альбумінів – на 5,5 % та глобулінів – на 4,4 %; незначні коливання концентрації альбумінів з їх підвищенням на 3,2 % і зниження вмісту глобулінової фракції на 5,6 % у симпатикотоніків.

Рівень глобулінів у нормо-симпатикотоніків на 60 добу життя перевищує аналогічний показник симпатикотоніків на 10,9 % ($P < 0,05$). У останніх концентрація альбумінів вища, ніж у нормотоніків на 5,3 % ($P < 0,01$), глобулінова фракція у курей з нормотонічним типом АНС вища, ніж у симпатикотоніків на 14,1 % ($P < 0,05$).

Вивчення впливу збудливості автономної нервової системи на показники обміну білка у птахівництві має значний потенціал, оскільки дозволить селекціонерам додатково використовувати цей фактор для отримання вищих приростів маси та більш якісної продукції.

References

- Karpovskiy, V. I., Trokoz, A. V., Trokoz, V. O. (2013). Vmist zahalnoho bilka syrovatky krovi ta yoho fraktsii u svynei riznykh typiv vyshchoi nervovoi diialnosti za vplyvu biolohichnoho podraznyka. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Veterynarna medytsyna, (9):28–33.
- Shesterynska, V. V., Trokoz, V. O., Karpovskiy, V. I., Maksin, V. I., Kryvoruchko, D. I. (2012). Dynamika vmistu hliukozy v krovi svynei riznykh typiv nervovoi systemy za umov dovadannya do ratsionu Yodis-kontsentratu. Biolohiia tvaryn, 14(1-2): 295–299.
- Karpovskiy, V. I., Danchuk, A. V., Postoi, R. V., Karpovskiy, V. V., Trokoz, V. A., Vysylaiuchy, A. P. (2016). Aktyvnist transaminaz u krovi svynei riznykh typiv vyshchu nervovu diialnist pid chas stresu. Veterynarna medytsyna, (3):21–30.
- Koether, K., Lourenço, M. L. G., Ulian, C. M. V., Gonçalves, R. S., Sudano, M. J., Cruz, R. K. S., Chiacchio, S. B. (2016). Analysis of heart rate variability in Bergamasca newborn lambs from birth at 35th days of age. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 68(4): 958–966. doi: 10.1590/1678-4162-7803
- Miyasaka, N., Akiyoshi, M., & Kubota, T. (2014). Relationship between autonomic nervous system activity and bone mineral density in non-medicated perimenopausal women. Journal of bone and mineral metabolism, 32(5):588–592.
- Crane, L. J., Miller, D. L. (1977). Plasma protein synthesis by isolated rat hepatocytes. The Journal of cell biology, 72(1):11–25. doi: 10.1083/jcb.72.1.11
- Demus, N. V. (2010). Zakonomirnosti rostu i rozvytku telychok zalezno vid typu avtonomnoi rehuliacii sertsevoho rytmu. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni SZ Gzhytskoho, 12(2): 2–44.
- Messina, G., Valenzano, A., Moscatelli, F., Salerno, M., Lonigro, A., Esposito, T., Triggiani, A. I. (2017). Role of autonomic nervous system and orexinergic system on adipose tissue. Frontiers in physiology, (8)137. doi: 10.3389/fphys.2017.00137
- Bruinstroop, E., La Fleur, S. E., Ackermans, M. T., Foppen, E., Wortel, J., Koopman, S., Kalsbeek, A. (2013). The autonomic nervous system regulates postprandial hepatic lipid metabolism. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 304(10):1089–1096. doi:10.1152/ajpendo.00614.2012
- Yokota, S. I., Nakamura, K., Ando, M., Kamei, H., Hakuno, F., Takahashi, S. I., Shibata, S. (2014). Acetylcholinesterase (AChE) inhibition aggravates fasting-induced triglyceride accumulation in the mouse liver. FEBS open bio., 4:905–914. doi: 10.1016/j.fob.2014.10.009
- Zofkova, I., Matucha, P. (2014). New insights into the physiology of bone regulation: the role of neurohormones. Physiological research, 63(4):421.
- Baevskiy, R. M., Kyrillov, O. Y., Semen, Z. K. (1984). Matematycheskyy analiz yzmeneniy serdechnoho rytmu pry stresse. Nauka, 243.
- Nasonov, Y. V., Buiko, N. V., Lyzun, R. P., Volkhyina, V. E., Zakharyk, N. V., Yakubovskiy, S. M. (2014). Metodicheskiye rekomendatsyy po hematolohycheskym y byokhymycheskym yssledovaniyam u kur sovremennikh krossov. YV Nasonov [y dr] Mynsk, 32.
- Babtseva, A. F., Romantsova, E. L., Chupak, T. V. (2014). Syndrom vehetativnoi dystonii u detei y podrostkov: uchebnoe posobie. Blahoveshchensk, 107.
- Püschel, G. P. (2004). Control of hepatocyte metabolism by sympathetic and parasympathetic hepatic nerves. The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists, 280(1):854–867. doi: 10.1002/ar.a.20091