

ПІДВИЩЕНА ЩІЛЬНІСТЬ УТРИМАННЯ КУРЕЙ – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ СТРЕСОР І СПОСІБ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Сахацький М. І., Осадча Ю. В.

ВСТУП

В умовах промислового виробництва продукції птахівництва організм курей безперервно піддається впливу численних технологічних стресорів¹. Дія стресорів починаються ще з інкубатору² і супроводжує весь період використання курей через транспортування, високу щільність утримання, зміну мікроклімату виробничих приміщень, вакцинації, проведення примусових линянь тощо^{3,4}. Технологічні стресори знижують рівень імунологічної реактивності організму птиці⁵, що зумовлює зменшення її продуктивності⁶ і призводить до значних економічних втрат⁷. Водночас підвищена щільність утримання курей є й технологічним стресором, і способом ресурсозбереження в яєчному птахівництві, який часто використовується виробничниками для отримання

¹ Hedlund L., Whittle R., Jensen P. Effects of commercial hatchery processing on short- and long-term stress responses in laying hens. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 1–10.

² Hedlund L., Jensen, P. Incubation and hatching conditions of laying hen chicks explain a large part of the stress effects from commercial large-scale hatcheries. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100. № 1. P. 1–8.

³ Stress in broilers resulting from shackling. Bedanova I. et al. *Poultry Science*. 2007. Vol. 86. №6. P. 1065–1069.

⁴ Influence of Transport Stress on the Adaptation Potential of Chickens. Gorelik O. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. №2. P. 260–263.

⁵ Chronic psychological stress suppresses contact hypersensitivity: Potential roles of dysregulated cell trafficking and decreased IFN- γ production. Hall J.M. et al. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2014. Vol. 36. P. 156–164.

⁶ Стояновський В.Г., Коломієць І.А., Гармата Л.С., Камрацька О.І. Зміни морфофункціонального стану органів ендокринної та імунної систем перепелів промислового вирощування за дії стресу. *Фізіологічний журнал*. 2018. Т. 64. № 1. С. 25–33.

⁷ Goel A. Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 00. P. 1–10.

більшої кількості яєць з 1м² площі пташнику⁸. Тому вивчення змін життєздатності й продуктивності курей викликаних підвищеною щільністю їх утримання є актуальним питанням яєчного птахівництва, а його вирішення забезпечить можливість розробки нових методів профілактики стресів в умовах вибору оптимальних способів утримання курей-несучок.

1. Підвищена щільність утримання курей як один із головних технологічних стресорів у яєчному птахівництві

Несучки сучасних яєчних кросів за оптимальних умов існування здатні відкладати до 365 яєць за рік⁹, що можливо за щоденної овуляції нової яйцеклітини. Їхні дикі предки (*Gallus bankiva*) за цей час зазвичай відкладають лише 3–9 яєць¹⁰. За 3–5 тисячоліть розведення одомашнених курей людством створено безліч популяцій і порід, у т. ч. спеціалізовані яєчні кроси, несучки яких здатні за певних умов відкладати яйця щодня. Овуляція в них зазвичай настає раз на добу, через 30 хвилин після відкладання яйця¹¹. Теоретично вона може відбуватися до 4 разів на добу, але за умов знесення яєць без шкаралупи, на формування якої організм несучки витрачає до 19 годин часу¹².

Безліч факторів впливає на ритмічність овуляторного циклу, а отже, на несучість курей. Донедавна за найбільш впливовий уважали фактор живлення, пов'язаний із їх забезпеченістю водою та кормом, його збалансованістю за основними поживними речовинами¹³. У наш час таким вважають ще й чинник стресу, під дію якого несучки можуть потрапити будь-коли впродовж

⁸ Sakhatsky M., Osadcha Yu., Kuchmistov V. Reaction of the reproductive system of hens to the chronic stressor. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. № 4. P. 6–11.

⁹ Hy-Line W-36 Final Hybrid Content Guide. 2019. URL: https://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_RUS.pdf.

¹⁰ Bird Life International Gallus gallus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22679199A92806965.

¹¹ Штеле А.Л. Повышение яйценоскости у высокопродуктивных кур и проблема ее раннего прогнозирования. *Сельскохозяйственная биология*. 2014. № 6. С. 26–35.

¹² Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник / за ред. І.Д. Дерев'янка, А.С. Дячинського. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 568 с.

¹³ Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Тепловой стресс у птицы. Сообщение I. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления. *Сельскохозяйственная биология*. 2015. № 2. P. 162–171.

тривалого продуктивного періоду. Звичайно, стресова ситуація, яка виникає, наприклад, через обмеження доступу до води чи корму, незабаром призводить до агресивної поведінки окремих особин, які пригнічують інших несучок стада. Уважається, що чинниками стресу можуть бути інфекції, інвазії, переущільнення, занадто висока чи низька температура повітря, неналежний санітарний стан довкілля й інші подразники¹⁴. Нові взаємовідносини між несучками за стресових ситуацій, що виникають за утримання їх у секціях пташнику великими угрупованнями (1–2 тис. голів), є більш значущими, ніж у малих (3–30 гол) – за утримання в клітках¹⁵. Ці нові взаємовідносини здебільшого спричинені боротьбою за домінування в стаді чи на певній території й можуть переходити з однієї поведінкової форми в іншу залежно від ситуативних умов існування¹⁶. За рівномірного забезпечення кормом на площі утримання переважає територіальна форма взаємовідносин між особинами стада, а за нерівномірного чи за дефіциту – домінантна. Але агресія та встановлення нових ієрархічних стосунків характерні для обох цих форм¹⁷.

Реакція організму на дію стресора залежить від інтенсивності та тривалості його впливу до утворення характерних ознак, від специфіки цієї дії, біологічних особливостей об'єкта впливу та інших чинників¹⁸. У будь-якому разі стресові ситуації вимагають від організму додаткових витрат енергії на адаптацію до нових умов існування, змін інстинктивної поведінки, що призводить до зниження несучості курей на 19,3–28,8% через порушення

¹⁴ Robustness to chronic heat stress in laying hens: A meta-analysis. Mignon-Grasteau S. et al. *Poultry science*. 2015. Vol. 94. № 4. P. 586–600.

¹⁵ Кичеева Т.Г., Глухова Э.Р., Пануев М.С. К вопросу етологии сельскохозяйственной птицы при технологическом стрессе. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019. № 2 (27). С. 76–78.

¹⁶ Favati A., Leimar O., Radesater T., Lovlie H. Social status and personality: stability in social state can promote consistency of behavioural responses. *Proceedings of the Royal Society B*. 2014. Vol. 28: 20132531. P. 1–8.

¹⁷ Marino L. Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken. *Animal Cognition*. 2017. Vol. 20. P. 127–147.

¹⁸ Strategies for preventing heat stress in poultry / H. Lin, H.C. Jiao, J. Buyse, E. Decuypere. *World's Poultry Science Journal*. 2006. Vol. 62. P. 71–86.

овуляторного циклу, їх життєздатності та якості яєць¹⁹. Із широким спектром поведінкових, фізіологічних та імунологічних взаємозалежних змін в організмі курей пов'язують зниження їхньої несучості за дії стрес-факторів й інші дослідники^{20,21,22}.

Певні поведінкові дії курей за стресових ситуацій супроводжуються зменшенням на 34,7% обсягів споживання корму²³, порушенням діяльності ендокринної системи²⁴, кислотно-лужної рівноваги²⁵, зниженням антиоксидантного статусу, гальмуванням функцій окремих органів і фізіологічних механізмів²⁶. Зокрема, за підвищення рівня кортикостерону, норадреналіну й адреналіну настають порушення регуляції фізіологічних процесів, які стосуються стероїдогенезу, а отже, росту, розвитку фолікулів та овуляції яйцеклітин^{27,28}. Відбувається

¹⁹ Effects of Dietary Corticosterone on Yolk Colors and Eggshell Quality in Laying Hens / Y.-H. Kim, J. Kim, H.-S. Yoon, Y.-H. Choi. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2015. Vol. 28. № 6. P. 840–846.

²⁰ Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions / H. El-Lethey, V. Aerni, T.W. Jungi, B. Wechsler. *British Poultry Science*. 2000. Vol. 41. P. 22–28.

²¹ Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. Khan R. et al. *World's Poultry Science Journal*. 2011. Vol. 67. № 3. P. 469–478.

²² Surai P.F., Fotina T.I. Physiological mechanisms of stress development in poultry industry. *Animal Breeding Today*. 2013. № 6. P. 54–60.

²³ Abidin Z., Khatoon A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress. *World's Poultry Science Journal*. 2013. Vol. 69. P. 135–151.

²⁴ Attia Y.A., Hassan R.A., Qota M.A. Recovery from adverse effects of heat stress on slow-growing chicks in the tropics. 1: Effect of ascorbic acid and different levels of betaine. *Tropical Animal Health and Production*. 2009. Vol. 41. P. 807–818.

²⁵ Physiological responses of broiler chicken to heat stress and electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalent per kilogram) / S.A. Borges, A.V. Fischer Da Silva, A. Majorca, D.M. Hooge. *Poultry Science*. 2004. Vol. 83. P. 1551–1558.

²⁶ Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Тепловой стресс у птицы. Сообщение II. Методы и способы профилактики и смягчения. *Сельскохозяйственная биология*. 2015.

²⁷ Yakubu A., Salako A.E., Ige O. Effect of genotype and housing systems on the laying performance of chickens in different season in the semi-humid tropics. *International Journal of Poultry Science*. 2007. Vol. 6. № 6. P. 434–439.

²⁸ Oguntunji A.O., Alabi O.M. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: a review. *World's Poultry Science Journal*. 2010. Vol. 66. P. 739–749.

також ослаблення синтезу й вивільнення вітелогеніну, який необхідний для формування жовтку яйця²⁹. Доведено, що адреналін «*in vitro*» спричиняє атрезію фолікулів³⁰. Його висока концентрація в організмі пригальмовує овуляцію та, отже, відкладення яєць, кортикостерону – призводить до деструкції яєчників³¹.

Стрес поділяють на 2 типи – гострий і хронічний. Вони подібні за фізіологічними механізмами, але відрізняються за тривалістю дії подразника й інтенсивністю реакції на нього. Гострому типу властивий надзвичайно високий рівень реагування, особливо за певних несподіваних дій, зокрема за відлову несучок під час вакцинації чи транспортування з однієї ферми на іншу, за зміни способу утримання (з підлогового на клітковий чи навпаки), за несподіваного вимкнення світла в пташнику тощо. Ознаки хронічного стресу виникають унаслідок дії менш потужного подразника впродовж тривалого часу, тобто поступово, а не раптово. Рівень реакції за періодичної дії одного чи декількох подразників може бути як незначним, так і зростати до високого за погіршення умов утримання несучок, поширення в стаді захворювання неінфекційної природи, за некоректної роботи персоналу чи технологічного обладнання³². Підвищення щільності утримання курей лише на 1 гол./м² площі підлоги пташника без посилення режиму його вентиляції може призвести до стресу через зменшення фронту годівлі й напування, збільшення на 20% температури та вдвічі забруднення повітря мікрофлорою³³.

Наслідки хронічного стресу різняться залежно від виду тварин, їхніх породних особливостей чи стадії життєвого циклу, умов

²⁹ Joachim J.A., Joseph O.A., Sunday A.O. Effects of heat stress on some blood parameters and egg production of Shika Brown layer chickens transported by road. *Biological Research*. 2010. Vol. 43. P. 183–189.

³⁰ Moudgal R.P., Razdan, M.N. In vitro studies on ovulatory mechanisms in the hen. *Journal of Veterinary Medicine*. 1985. Vol. 32. P. 179–186.

³¹ Edens F.W., Siegel H.S. Modification of corticosterone and glucose responses by sympatholytic agents in young chickens during acute heat exposure. *Poultry Science*. 1976. Vol. 55. P. 1704–1712.

³² Реакция кур-несушек мясного кросса на хронический стресс в условиях разных технологий содержания / Жучаев К.В. и др. *Генетика и разведение животных*. 2019. № 2. С. 121–128.

³³ Кавтарашвили А.Ш., Колокольникова Т.Н. Физиология и продуктивность птицы при стрессе. *Сельскохозяйственная биология*. 2010. № 4. С. 24–37.

утримання, специфіки подразника та інших факторів^{34,35,36}, а його діагностика дещо ускладнена через брак відповідних критеріїв. У курей яєчних кросів дія гострого стресу тут же негативно відбивається на їх несучості. Проте ефективність виявлення хронічного стресу за рівнем несучості курей, особливо на початку дії подразника, ще не досліджена. Це стосується й подразників, що утворюються за підвищення щільності утримання несучок у клітках. Актуальність виявлення хронічних стресорів саме за несучістю курей пов'язана й із браком об'єктивних даних стосовно обсягів матеріальних утрат за час їх дії. Через це та намагання одержувати якомога більше харчових яєць з 1 м² наявних технологічних площ, деякі потужні їх виробники вдаються до утримання несучок товарного стада в клітках багатоярусних батарей і ще й за підвищеною щільністю, тобто не за рекомендованою розробником кросу, а за більш жорсткою встановленою вітчизняними нормами.

Аналіз наявних досліджень показав брак даних щодо впливу хронічних технологічних стресорів на організм курей сучасних промислових кросів за використання високотехнологічного обладнання, тому завданням роботи було визначення життєздатності й продуктивності курей за впливу хронічного стресору, утвореного утриманням їх у клітках 12-ярусних батарей за підвищеною щільністю та визначення доцільності застосування переущільнення як способу ресурсозбереження.

2. Вплив підвищеної щільності утримання на життєздатність і продуктивність курей

Зростання обсягів одержання харчових яєць птахівничі комплекси забезпечують у наш час здебільше за модернізації наявних виробництв. Для цього зазвичай замінюють 1–3-ярусні кліткові батареї застарілих конструкцій на нові, 6–12-ярусні. За заміни 3-ярусних батарей на 12-ярусні кількість посадкових місць у пташнику площею 2463,3 м² зростає від 69,6 до 278,2 тисяч несучок,

³⁴ The effects of claw removal and cage design on the production performance, gonadal steroids, and stress response in caged laying hens / M.M. Compton, H.P. van Krey, P.L. Ruzsler, F.C. Gwazdauskas. *Poultry Science*. 1981. Vol. 60. № 9. P. 2127–2135.

³⁵ Koelebeck K.W., Cain, J.R. Performance, behavior, plasma corticosterone and economic returns of laying hens in several management alternatives. *Poultry Science*. 1984. Vol. 63. № 11. P. 2123–2131.

³⁶ Абилов Б.Т., Стребкова К.А. Использование различных приемов повышения сохранности кур (обзор). *Новости науки в АПК*. 2018. Вып. 2. № 11. С. 218–222.

тобто в 4 рази. Відповідно, у 4 рази зростає й обсяг яєць, отриманих за рік загалом і на 1 м² його площі (від 9,6 до 38,4 тис. шт.). Це має особливе значення для підприємств, яким бракує вільних земельних ділянок для будівництва нових пташників. Але й уже модернізовані підприємства прагнуть до подальшого збільшення обсягів виробництва яєць за виникнення високого споживчого попиту на них на внутрішньому чи зовнішньому ринках. Задля цього вони вдаються до збільшення поголів'я несучок. Звичайно, якщо заповнення пташника черговою партією молодок відбувається напередодні очікуваного зростання попиту на яйця, то їх садять у кожен клітку на одну чи декілька голів понад нормативної кількості. Це призводить до їх переуцільнення, рівень якого залежить від кількості додатково посаджених несучок. Відомо³⁷, що утримання птиці за підвищеної щільності й інших неналежних умов призводить до численних негативних наслідків. Як засвідчили результати нашого дослідження, це повною мірою стосується й курей дослідженого яєчного кросу. Їх переуцільнення призвело до виникнення стресу, характерного для його хронічної форми. Вплив стресору на організм курей, а саме на його репродуктивну здатність, був відчутний упродовж усього 44-тижневого періоду дослідження (тобто, до досягнення 62-тижневого віку). Негативні наслідки цього впливу були адекватні його інтенсивності, тобто рівню переуцільнення несучок. На дію подразника вони реагували зниженням несучості й життєздатності (таблиця 1).

Зокрема, у віці 52 тижні в усіх групах збереженість була нижчою рівня (97,4%), рекомендованої фірмою розробником кросу «Nu-Line W-36», що може бути пов'язано з особливостями утримання великих масивів птиці (337–361 тис. гол.) у багаторушних кліткових батареях нових конструкцій. За цього найбільша різниця – 7,3%, з рекомендованим рівнем збереженості відмічена в несучок 4-ї групи, яких утримували за щільності посадки 375,3 см²/гол., тоді як у несучок 1–3 груп збереженість знаходилась майже на одному рівні 95,5–95,9% і на 1,5–1,9% не досягала нормативу (рис. 1). Водночас збереженість поголів'я в курей 2-ї групи була нижчою на 0,2% ($p < 0,01$) порівняно з 1-ю групою, у курей 3-ї групи – на 0,4% ($p < 0,001$) та 0,2% ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами, а в курей 4-ї групи – на 5,8% ($p < 0,001$), 5,6% ($p < 0,001$) і 5,4% ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю, 2-ю та 3-ю групами відповідно.

³⁷ Shevchuk M., Stoyanovsky V., Kolomiets, I. Technological stress in poultry. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series : Veterinary Sciences*, 2018. Vol. 20. № 88. P. 63–68.

Збереженість поголів'я у віці 62 тижні в усіх групах була нижчою рівня (96,4%), рекомендованого розробником кросу «Ну-Ліне W-36». Найбільша різниця – 11,0%, з рекомендованим рівнем збереженості виявилася в курей 4-ї групи (рис. 1), тоді як показники 1–3 груп знаходилися на одному рівні – 94,3–94,4% і не досягали нормативу на 2,0–2,1%.

Таблиця 1

Збереженість, маса тіла та продуктивність курей-несучок за різної щільності утримання

Показники	Група несучок			
	1	2	3	4
Несучок у групі, гол.	181440	326592	344736	362880
Несучок у клітці, гол.	10	18	19	20
Щільність посадки, гол./м ²	13,3	24,0	25,3	26,7
Забезпеченість площею, см ² /гол.	750,6	417,0	395,1	375,3
Збереженість поголів'я, %				
– у 52-тижн. віці	95,9±0,05	95,7±0,04**	95,5±0,04*	90,1±0,05****
– у 62-тижн. віці	94,3±0,12	94,4±0,04	94,3±0,04	85,4±0,06****
Маса тіла несучок, г				
– у 52-тижн. віці	1615±0,04	1572±1,49***	1541±1,87****	1440±0,92****
– у 62-тижн. віці	1651±0,44	1603±0,05***	1564±0,36****	1476±0,25****
Несучість на початкову несучку, шт.				
– у 52-тижн. віці	198,0±0,24	197,5±0,06*	197,3±0,14**	188,8±0,03****
– у 62-тижн. віці	253,6±0,42	249,4±0,01***	249,4±0,01***	239,8±0,05****
Несучість на середню несучку, шт.				
– у 52-тижн. віці	206,5±0,17	206,4±0,14	206,6±0,11	209,5±0,06****
– у 62-тижн. віці	268,9±0,09	264,2±0,03***	264,5±0,07****	280,8±0,02****
Маса яєць, г				
– у 52-тижн. віці	62,7±0,07	63,1±0,14*	63,6±0,01****	63,4±0,12***
– у 62-тижн. віці	65,6±0,02	65,1±0,04***	65,4±0,06*	64,5±0,03**
Витрати корму, г/гол/добу				
– у 52-тижн. віці	126,3±0,14	122,5±0,04****	121,2±0,01****	118,8±0,42****
– у 62-тижн. віці	124,8±0,56	118,1±0,01***	108,1±0,03****	107,8±0,58****

Примітки: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; $p < 0,05$; $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою.

Водночас збереженість поголів'я в курей 4-ї групи, яких утримували за щільності посадки 26,7 гол/м², була нижчою на 8,9% ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 3-ю групами і на 9,0% ($p < 0,001$) – порівняно з 2-ю групою.

Маса тіла несучок 2-ї і 3-ї груп у 52-тижневому віці відповідала нормативній (1,54–1,58 кг), 1-ї групи – була вищою, а 4-ї групи – не досягала нормативу. Зокрема, несучки 2-ї групи за масою тіла поступалися контрольним на 43 г, або 2,7% ($p<0,001$), несучки 3-ї групи – на 74 г, або 4,8% ($p<0,001$), а 4-ї групи – на 175 г, або 12,2% ($p<0,001$). Водночас маса тіла несучок 3-ї групи була нижчою на 31 г, або 2,0% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю групою, а несучок 4-ї групи – на 132, г або 9,2% ($p<0,001$) і 101 г, або 7,0% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У віці 62 тижні нормативних показників (1,54–1,58 кг) було досягнуто лише несучками 3-ї групи. Несучки 1-ї і 2-ї груп мали вищу за нормативну масу тіла на 23–71 г, або 1,5–4,5 %, а несучки 4-ї групи – нижчу на 4,2% (рис. 1).

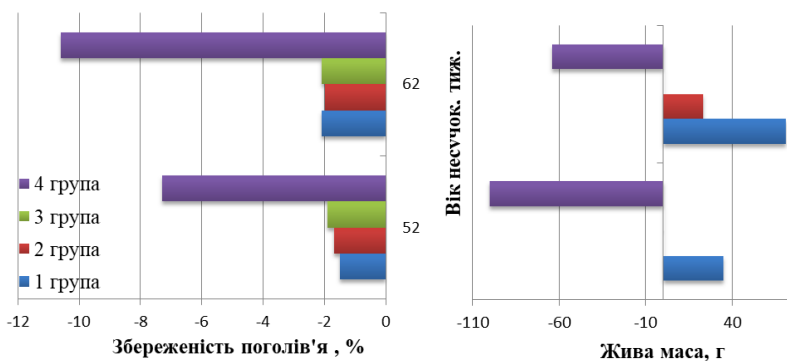


Рис. 1. Відхилення збереженості й живої маси несучок від нормативного рівня

Що стосується динаміки зміни маси тіла залежно від щільності утримання курей, то несучки 2-ї групи характеризувались нижчою масою тіла на 48 г, або 3,0% ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою, 3-ї групи – на 87 г, або 5,6% ($p<0,001$) і 39 г, або 2,5% ($p<0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно, а несучки 4-ї групи – на 175 г, або 11,9% ($p<0,001$), 127 г, або 8,6% ($p<0,001$) і на 88, г або 6,0% ($p<0,001$) порівняно з 1-ю, 2-ю та 3-ю групами відповідно. Зниження маси тіла, як реакція на підвищення щільності утримання

описана й іншими дослідниками³⁸. Крім того, у літературі зустрічаються повідомлення, що зниження маси тіла є класичною відповіддю організму птиці на хронічний стрес³⁹.

Несучість на початкову несучку, згідно з нормативними вимогами, у віці 52 тижні повинна варіювати в межах 204,1–209,6 шт., у 62 тижні – 262,2–268,7 шт., а на середню, відповідно, – 206,9–212,5 шт. і 267,0–273,6 шт. Фактично ж на початкову несучку несучість жодної з груп не досягла необхідного рівня (рис. 2). У віці 52 тижні найвища несучість на початкову несучку спостерігалася в курей 1-ї групи – 198,0±0,24 шт., що вище на 0,5 шт., або 0,3% ($p<0,05$) порівняно з 2-ю групою та на 0,7 шт., або 0,4% ($p<0,01$) і 9,2 шт., або 4,9% ($p<0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно. Водночас несучість курей 2-ї і 3-ї груп знаходилася на одному рівні, а несучки 4-ї групи поступалися їм на 8,5 шт., або 4,5% ($p<0,001$).

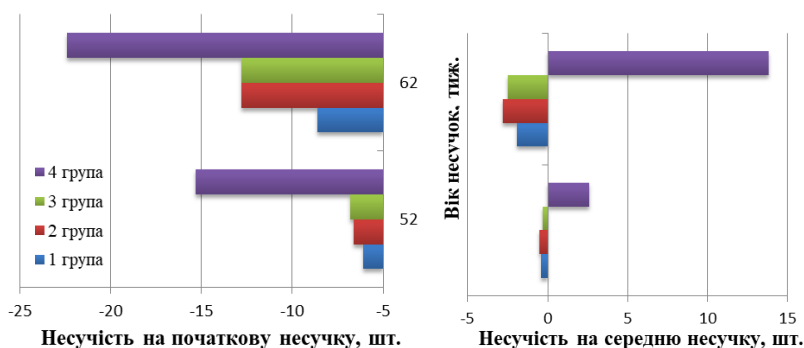


Рис. 2. Відхилення несучості курей дослідних груп від нормативного рівня

У віці 62 тижні несучість на початкову несучку також була вищою в курей 1-ї групи на 4,2 шт., або 1,7% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами та на 13,8 шт., або 5,8% ($p<0,001$) порівняно з 4-ю групою. Разом із тим несучість курей 2-ї і 3-ї груп знаходилася на одному рівні, а несучки 4-ї групи поступалися їм на

³⁸ Assessment of Stocking Rate and Housing System on Performance, Carcass Traits, Blood Indices, and Meat Quality of French Pekin Ducks. *Abo Ghanima M.M. et al. Agriculture*. 2020. Vol. 10. № 7. P. 273.

³⁹ Puvadolpirod S., Thaxton J.P. Model of physiological stress in chickens 1. *Response parameters. Poultry Science*. 2000. Vol. 79. № 3. P. 363–369.

9,6 шт., або на 4,0% ($p<0,001$). Варто відмітити, що несучість на початкову несучку в курей 2-ї і 3-ї груп не відрізнялася впродовж обох вікових періодів.

Водночас за несучістю на середню несучку нормативний рівень в 52-тиж. віці досягнутий лише 4-ю групою, а в 62 тижні – 1-ю та 4-ю групами, що пояснюється залежністю параметрів цієї ознаки від рівня збереженості поголів'я. Найвища несучість на середню несучку у віці 52 тижні спостерігалася в курей 4-ї групи – $209,5\pm 0,06$ шт., що вище на 3,0 шт., або 1,5% ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 3,1 шт., або 1,5% ($p<0,001$) і 2,9 шт., або 1,4% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. Несучість курей 1–3 груп знаходилася на рівні 206,4–206,6 шт. і статистично не відрізнялася. У віці 62 тижні найвища несучістю на середню несучку також спостерігалася в курей 4-ї групи й була вищою на 11,9 шт., або 4,4% ($p<0,001$, ніж у 1-й групі, і на 16,6 шт., або 6,3% ($p<0,001$) і 16,3 шт., або 6,2% ($p<0,001$), ніж у 2-ї і 3-ї групі відповідно. Водночас кури 1-ї групи мали вищу несучість на 4,7 шт. або 1,8 % ($p<0,001$) і 4,4 шт. або 1,7 % порівняно з 2-ю і 3-ю групами відповідно. Різниця між 2-ю і 3-ю групами складала лише 0,3 шт. або 0,1 % ($p<0,05$). Отримані нами дані узгоджуються з результатами багатьох досліджень, в яких описано зниження несучості, як реакцію організму птиці на гострий⁴⁰ і хронічний стрес⁴¹, а експериментальним введенням АКТГ у курей підтверджена атрезія фолікулів і зменшення маси яйцепроводу⁴².

Динаміка інтенсивності несучості курей за групами представлена на рисунку 3. З наведеної кривої видно, що несучки 1-ї групи, які раніше інших, а точніше в 23-тижневому віці досягли її піку, що наблизився майже до 100% позначки. Несучки 3-ї групи вийшли на пік інтенсивності несучості на 25 тижень життя, 2-ї групи – на 27, рівень її також наблизився до 100%. Несучки 4-ї групи вийшли на пік інтенсивності несучості лише на 29 тижень життя, рівень її не перевищував 95%, що, імовірно, пов'язано з їх переуцільненням.

⁴⁰ Wasti S., Sah N., Mishra B. Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals (Basel)*. 2020. Vol. 10. № 8. P. 1266.

⁴¹ Changes in Production Parameters, Egg Qualities, Fecal Volatile Fatty Acids, Nutrient Digestibility, and Plasma Parameters in Laying Hens Exposed to Ambient Temperature. Kim D.H. et al. *Front Veterinary Science*. 2020. Vol. 7. P. 412.

⁴² Physiological stress in laying hens / J.O. Mumma, J.P. Thaxton, Y. Vizzier-Thaxton, W.L. Dodson. *Poultry Science*. 2006. Vol. 85. № 4. P. 761–769.

Отримані нами дані узгоджуються з результатами інших дослідників⁴³, у яких стверджується про наявність тісної обернено пропорційної кореляції між щільністю утримання курей та інтенсивністю їх несучості.

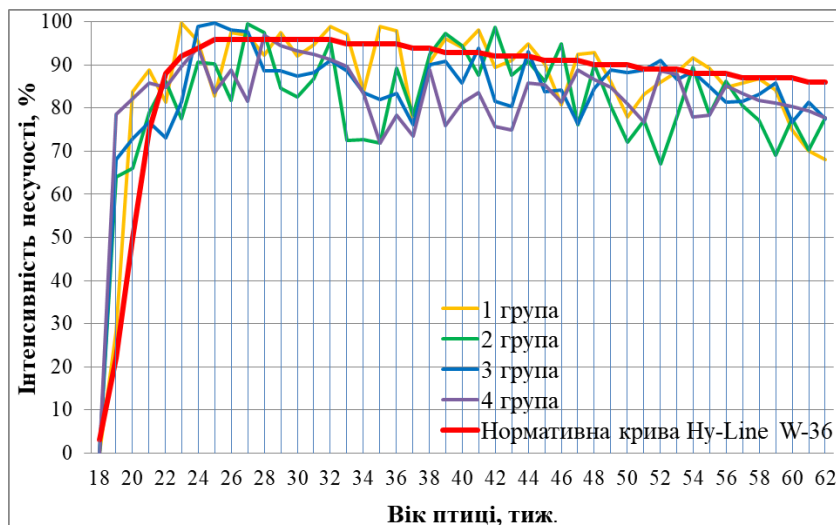


Рис. 3. Крива інтенсивності несучості курей

Маса яєць несучок кросу «Hy-Line W-36» у 52-тижневому віці повинна становити 62,9 г, у 62-тижневому – 63,4 г/шт., а споживання корму, відповідно, – 97–103 і 96–102 г/добу на 1 голову. Як видно з дослідних даних (таблиця 1), маса яєць несучок усіх груп відповідала, а витрати корму були вище нормативного рівня. Зокрема, у віці 52 тижні нижча маса яєць відмічена в курей 1-ї групи на 0,4 г, або 0,6% ($p<0,05$), 0,9 г, або 1,4% ($p<0,001$), на 0,7 г, або 1,1% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю, 3-ю та 4-ю групами відповідно. Кури 3-ї групи характеризувалися вищою масою яєць на 0,5 г, або 0,8% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю групою. У віці 62 тижні спостерігалася зворотна тенденція, кури 1-ї групи мали вищу масу яєць на 0,5 г, або 0,8% ($p<0,001$) порівняно з 2-ю групою, на 0,2 г, або 0,3% ($p<0,05$) порівняно з 3-ю групою. Однак різниця за масою

⁴³ Lee K., Moss C.W. Effects of Cage Density on Fear-Related Behavioral Response and Activity of Layers. *Poultry Science*. 1995. Vol. 74. № 9. P. 1426–1430.

яєць між групами була не значною й не відображала підвищення щільності утримання курей. Отримані дані підтверджують висновки інших дослідників^{44,45,46}, які описують лише можливе короткотривале зниження маси яєць за впливу хронічного стресу, тоді як гострий стрес супроводжується зниженням маси яєць⁴⁷.

Що стосується витрат корму, то тут простежувався чіткий вплив щільності утримання курей. Найвище споживання корму спостерігалось в несучок 1-ї групи – на 3,8 г, або 3,1% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою, на 5,1 г, або 4,2% ($p < 0,001$), 7,5 г, або 6,3% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Водночас кури 3-ї групи характеризувалися нижчим споживанням корму на 1,3 г, або 1,1% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою, а кури 4-ї групи – на 3,7, або 3,1% ($p < 0,001$), на 2,4 г або 2,0% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У віці 62 тижні більше корму споживали також кури 1-ї групи на 6,7 г, або 5,7% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою, на 16,7 г, або 15,4% ($p < 0,001$), на 17,0 г, або 15,8% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно. Водночас кури 3-ї групи характеризувалися нижчим споживанням корму на 10 г, або 9,3% ($p < 0,001$), а 4-ї групи – на 10,3, г або 9,6% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою. Відмінностей між 3-ю та 4-ю групами не спостерігалось. Зменшення споживання корму як стрес-індукована реакція описана за впливу на організм птиці гострого та хронічного стресу й іншими авторами^{48,49}.

⁴⁴ Effect of long-term heat exposure on peripheral concentrations of heat shock protein 70 (Hsp70) and hormones in laying hens with different genotypes / S. Maak, A. Melesse, R. Schmidt, F. Schneider, G. VonLengerken. *British Poultry Science*. 2003. Vol. 44. P. 133–138.

⁴⁵ Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. Mashaly M.M. et al. *Poultry Science*. 2004. Vol. 83. P. 889–894.

⁴⁶ Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. Franco-Jimenez D.J. et al. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol. 16. P. 628–634.

⁴⁷ Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens. Barrett et al. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. № 12. P. 6684–6692.

⁴⁸ Kilic I., Simsek E. The effects of heat stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2013. № 12. P. 42–47.

⁴⁹ Broiler stress responses to light intensity, flooring type, and leg weakness assessed by heterophil to lymphocyte ratios, serum corticosterone, infrared thermography, and latency to lie. Weimer S.L. et al. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. № 7. P. 3301–3311.

3. Ефективність виробництва яєць за використання підвищеної щільності утримання курей-несучок

Для визначення ефективності виробництва харчових яєць залежно від щільності утримання курей у 4 пташники-аналоги за площею, конструкцією і кількістю кліткових батарей було посаджено різне поголів'я несучок (таблиця 2).

Таблиця 2

Обсяги виробництва яєць залежно від щільності посадки несучок

Показники	Група несучок			
	1	2	3	4
Несучок у групі, гол.	181440	326592	344736	362880
Несучок у клітці, гол.	10	18	19	20
Щільність посадки, гол./м ²	13,3	24,0	25,3	26,7
Забезпеченість площею, см ² /гол	750,6	417,0	395,1	375,3
Початкове поголів'я, гол.	181440	326592	344736	362880
Поголів'я несучок у віці 62 тиж., гол.	171098	308303	325086	309900
Падіж, вибракування, гол.	10342	18289	19650	52980
Отримано яєць у 62-тиж. віці, шт.	46013184	81452045	85977158	87018624
Отримано яйцемаси, усього, кг	2885027	5139624	5468147	5516981
– на початкову несучку, кг	15,9	15,7	15,9	15,2
Отримано з 1 м ² пташнику:				
– яєць, шт.	17429	30853	32567	32962
– яйцемаси, кг	1092,8	1946,8	2071,3	2089,8
Затрати корму, усього, кг	7058089	12322316	12868857	13277924
– на 1 кг яйцемаси	2,45	2,40	2,35	2,41
Європейський коефіцієнт ефективності, од.	21,4±0,10	21,0±0,07*	21,4±0,07°	20,4±0,07'

Примітка: * $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; ° $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; ' $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою

У дослідних групах їх було на 145152–181440 голів більше, ніж у контрольній. Однак до 62-тижневого віку кількість несучок у 4-й групі виявилася меншою, ніж у 3-й (на 15186 гол.), через нижчу збереженість поголів'я (85,4% порівняно з 94,3% у контролі). Усього в 4-й групі пало або вибракувано 52980 несучок, тобто в 5,1 рази більше, ніж у контрольній (10342 гол.), і в 2,9 і 2,7 разів, ніж у 2-й (18289 гол.) та 3-й (19650 гол.) дослідних групах, що пов'язано з їх переуцільненням. Водночас ця залежність збереження поголів'я від щільності посадки не підтверджується під час зіставлення даних 2-ї та 3-ї та груп. У цьому випадку на

результати досліджу вплинув неврахований нами чинник або ж незначне (граничне з чинною нормою) переуцільнення несучок не позначилося на їх збереженості.

У 2-й групі, у якій курей утримували за вітчизняної щільності – 24,0 гол/м², було посаджено додатково 145152 курей, що забезпечило підвищення валового виробництва яєць на 35,4 млн. шт., яєчної маси – на 2254,6 т, також більше отримано з 1 м² пташнику яєць на 13,4 тис. шт. і яйцемаси – на 854 кг, однак за зниження її виходу на початкову несучку на 0,2 кг, що спричинило зниження європейського коефіцієнта ефективності на 0,4 од. ($p < 0,001$).

Водночас у 3-й групі, у якій курей утримували за незначного переуцільнення – 25,3 гол/м², порівняно з вітчизняними нормами (2-га група), додатково посадили 18144 гол., що забезпечило вище валове виробництво яєць на 4,5 млн. шт., яєчної маси – на 328,5 т., її вихід на початкову несучку (15,9 кг за 62 тижні життя), рівень якого відповідав нормативним вимогам (15,8 кг/гол.). Також більше отримано з 1 м² пташника яєць – на 1714 шт. і яєчної маси – на 124,5 кг, ніж у 2-й групі, за менших витрат корму, у тому числі на виробництво 1 кг яєчної маси. Тому і й коефіцієнт ефективності виробництва харчових яєць у 3-й групі (21,4 у.о.) виявився достовірно вищим, ніж у 2-й групі (21,0 у.о.). Крім того, порівняно з 1-ю групою, у якій курей утримували відповідно до європейських норм – 13,3 гол/м², у 2-й групі додатково отримано 40 млн. яєць, у тому числі 15,1 тис. шт. з 1 м² пташнику, за однакового європейського коефіцієнта ефективності виробництва харчових яєць – 21,4 од.

У 4-й групі за подальшого переуцільнення до 26,7 гол/м² у пташник додатково було посаджено ще 18144 гол., що сприяло ще більшому підвищенню валового виробництва яєць на 1,04 млн. шт. та яєчної маси – на 48,8 т. Однак вихід яйцемаси на початкову несучку знизився на 0,7 кг і не досягав нормативного рівня (15,9 кг за 62 тижні життя), що спричинило зниження європейського коефіцієнта ефективності виробництва харчових яєць на 1,0 од. ($p < 0,001$). Отримані нами результати узгоджуються з даними інших дослідників⁵⁰, які також відмічали зниження виходу яйцемаси на початкову несучку як реакцією організму курей на підвищену щільність їх утримання. Крім того, є повідомлення, що зниження

⁵⁰ Effect of stocking density on laying performance, egg quality and blood parameters of Hy-Line Brown laying hens in an aviary system. Kang H.K. et al. *European Poultry Science*. 2018. Vol. 82.

виходу яєчної маси є результатом дії на організм птиці й інших технологічних стресорів, таких як транспортування, іммобілізація, соціальна ізоляція тощо⁵¹.

Таким чином, незначне підвищення щільності утримання несучок у 12-ярусних кліткових батареях класичної конструкції (до 25,3 гол./м²) шляхом збільшення поголів'я до 19 голів у клітці (за норми 18 гол./клітку) не призводить до зниження їх збереження, несучості (на початкову несучку) та маси яєць. Зниження маси тіла несучок порівняно з їх аналогами в контрольній групі призвело до зниження витрат корму, у тому числі на виробництво 1 кг яєчної маси, що є фактором, який позитивно впливає на ефективність яєчного бізнесу. Однак подальше підвищення щільності посадки (до 26,7 гол./м², 20 гол./клітку) призводить до істотного зниження збереження поголів'я й несучості (на початкову несучку). Деяке зниження витрат кормів на виробництво 1 кг яєчної маси не покриває цих утрат. У кінцевому підсумку це переущільнення, тобто зниження забезпеченості несучок площею до 375,3 см²/гол. (замість 400–450 см²/гол. згідно з нормативом), призводить до достовірного зниження європейського коефіцієнта ефективності виробництва харчових яєць порівняно з варіантами комфортнішого їх утримання (1-ша контрольна, 2-га і 3-тя дослідні групи).

ВИСНОВКИ

Параметри щільності утримання курей-несучок промислового стада в клітках, передбачені чинними нормами, потребують уточнення під час використання 12-ярусних кліткових батарей нових класичних конструкцій. Зокрема, щільність посадки несучок сучасних білояєчних кросів доцільно збільшити до 25,3 гол./м², тобто знизити забезпеченість їх площею до 395,1 см²/гол. (за нормативних вимог 400–450 см²/гол.). Це дає можливість за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково 4,5 млн. яєць з кожного пташнику (1714 шт. з 1 м² його площі) порівняно з вітчизняними нормами за вищого рівня європейського коефіцієнта ефективності їх виробництва та 40 млн. яєць (15138 шт. з 1 м² його площі) порівняно з європейськими нормами за однакового рівня європейського коефіцієнта ефективності їх виробництва.

⁵¹ Long-Term and Transgenerational Effects of Stress Experienced during Different Life Phases in Chickens (*Gallus gallus*). Ericsson M. et al. *PLoS one*. 2016. Vol. 11. № 4. e0153879.

Підвищення щільності посадки несучок до 26,7 гол./м², тобто зниження забезпеченості їх площею до 375,3 см²/гол. (за нормативних вимог 400–450 см²/гол.), є недоцільним, оскільки спричиняє розвиток у несучок стресу, наслідками якого є зниження збереженості на 8,9–9% і несучості на 4,0–5,8%, що призводить до зменшення рівня європейського коефіцієнта ефективності виробництва яєць на 1,0 од.

АНОТАЦІЯ

В умовах промислового виробництва продукції птахівництва організм курей постійно піддається впливу численних технологічних стресорів, які знижують рівень імунологічної реактивності організму птиці, що зумовлює зменшення її продуктивності й призводить до значних економічних втрат. Одним із таких стресорів є підвищена щільність утримання курей. Водночас підвищена щільність утримання є способом ресурсозбереження в яєчному птахівництві, який часто застосовується для отримання більшої кількості яєць із наявних виробничих площ. Тому метою роботи було вивчення змін життєздатності та продуктивності курей, викликаних підвищеною щільністю їх утримання. Для цього курей упродовж 34 тижнів утримували в клітках багатоярусних батарей за різної щільності, а саме 13,3 гол./м², що відповідало європейським нормативам, 24,0 гол./м² – згідно з українськими нормативами, та за наростаючого переуцільнення – 25,3 і 26,7 гол./м². Виявлено, що підвищення щільності утримання курей до 25,3 гол./м² не чинить відчутного негативного впливу на життєздатність і продуктивність курей і водночас дає можливість за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково 4,5 млн. яєць з кожного пташнику (1714 шт. з 1 м² його площі) порівняно з вітчизняними нормами за вищого рівня європейського коефіцієнта ефективності їх виробництва та 40 млн. яєць (15138 шт. з 1 м² його площі) порівняно з європейськими нормами за однакового рівня європейського коефіцієнта ефективності їх виробництва, тоді як переуцільнення до 26,7 гол./м² є недоцільним, оскільки спричиняє розвиток у несучок стресу, наслідками якого є зниження збереженості на 8,9–9% і несучості на 4,0–5,8%, що призводить до зменшення рівня європейського коефіцієнта ефективності виробництва яєць на 1,0 од.

Література

1. Hedlund L., Whittle R., Jensen P. Effects of commercial hatchery processing on short- and long-term stress responses in laying hens. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 1–10.
2. Hedlund L., Jensen, P. Incubation and hatching conditions of laying hen chicks explain a large part of the stress effects from commercial large-scale hatcheries. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100. № 1. P. 1–8.
3. Stress in broilers resulting from shackling. Bedanova I. et al. *Poultry Science*. 2007. Vol. 86. № 6. P. 1065–1069.
4. Influence of Transport Stress on the Adaptation Potential of Chickens. Gorelik O. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. № 2. P. 260–263.
5. Chronic psychological stress suppresses contact hypersensitivity: Potential roles of dysregulated cell trafficking and decreased IFN- γ production. Hall J.M. et al. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2014. Vol. 36. P. 156–164.
6. Зміни морфофункціонального стану органів ендокринної та імунної систем перепелів промислового вирощування за дії стресу / В.Г. Стояновський, І.А. Коломієць, Л.С. Гармата, О.І. Камрацька. *Фізіологічний журнал*. 2018. Т. 64. № 1. С. 25–33.
7. Goel A. Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 00. P. 1–10.
8. Sakhatsky M., Osadcha Yu., Kuchmistov V. Reaction of the reproductive system of hens to the chronic stressor. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. № 4. P. 6–11.
9. Hy-Line W-36 Final Hybrid Content Guide. 2019. URL: https://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_RUS.pdf.
10. Bird Life International Gallus gallus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22679199A92806965.
11. Штеле А.Л. Повышение яйценоскости у высокопродуктивных кур и проблема ее раннего прогнозирования. *Сельскохозяйственная биология*. 2014. № 6. С. 26–35.
12. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник / за ред. І.Д. Дерев'янка, А.С. Дячинського. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 568 с.
13. Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Тепловой стресс у птицы. Сообщение I. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления. *Сельскохозяйственная биология*. 2015. № 2. P. 162–171.

14. Robustness to chronic heat stress in laying hens: A meta-analysis. Mignon-Grasteau S. et al. *Poultry science*. 2015. Vol. 94. № 4. P. 586–600.

15. Кичеева Т.Г., Глухова Э.Р., Пануев М.С. К вопросу этологии сельскохозяйственной птицы при технологическом стрессе. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019. № 2 (27). С. 76–78.

16. Social status and personality: stability in social state can promote consistency of behavioural responses / A. Favati, O. Leimar, T. Radesater, H. Lovlie. *Proceedings of the Royal Society B*. 2014. Vol. 28: 20132531. P. 1–8.

17. Marino L. Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken. *Animal Cognition*. 2017. Vol. 20. P. 127–147.

18. Strategies for preventing heat stress in poultry / H. Lin, H.C. Jiao, J. Buysse, E. Decuypere. *World's Poultry Science Journal*. 2006. Vol. 62. P. 71–86.

19. Effects of Dietary Corticosterone on Yolk Colors and Eggshell Quality in Laying Hens / Y.-H. Kim, J. Kim, H.-S. Yoon, Y.-H. Choi. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2015. Vol. 28. № 6. P. 840–846.

20. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions / H. El-Lethey, V. Aerni, T.W. Jungi, B. Wechsler. *British Poultry Science*. 2000. Vol. 41. P. 22–28.

21. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. Khan R. et al. *World's Poultry Science Journal*. 2011. Vol. 67. № 3. P. 469–478.

22. Surai P.F., Fotina T.I. Physiological mechanisms of stress development in poultry industry. *Animal Breeding Today*. 2013. № 6. P. 54–60.

23. Abidin Z., Khatoon A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress. *World's Poultry Science Journal*. 2013. Vol. 69. P. 135–151.

24. Attia Y.A., Hassan R.A., Qota M.A. Recovery from adverse effects of heat stress on slow-growing chicks in the tropics. 1: Effect of ascorbic acid and different levels of betaine. *Tropical Animal Health and Production*. 2009. Vol. 41. P. 807–818.

25. Physiological responses of broiler chicken to heat stress and electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalent per kilogram) / S.A. Borges, A.V. Fischer Da Silva, A. Majorka, D.M. Hooge. *Poultry Science*. 2004. Vol. 83. P. 1551–1558.

26. Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Тепловой стресс у птицы. Сообщение II. Методы и способы профилактики и смягчения. *Сельскохозяйственная биология*. 2015. № 50. № 4. P. 431–443.

27. Yakubu A., Salako A.E., Ige O. Effect of genotype and housing systems on the laying performance of chickens in different season in the semi-humid tropics. *International Journal of Poultry Science*. 2007. Vol. 6. № 6. P. 434–439.

28. Oguntunji A.O., Alabi O.M. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: a review. *World's Poultry Science Journal*. 2010. Vol. 66. P. 739–749.

29. Joachim J.A., Joseph O.A., Sunday A.O. Effects of heat stress on some blood parameters and egg production of Shika Brown layer chickens transported by road. *Biological Research*. 2010. Vol. 43. P. 183–189.

30. Moudgal R.P., Razdan, M.N. In vitro studies on ovulatory mechanisms in the hen. *Journal of Veterinary Medicine*. 1985. Vol. 32. P. 179–186.

31. Edens F.W., Siegel H.S. Modification of corticosterone and glucose responses by sympatholytic agents in young chickens during acute heat exposure. *Poultry Science*. 1976. Vol. 55. P. 1704–1712.

32. Реакция кур-несушек мясного кросса на хронический стресс в условиях разных технологий содержания / К.В. Жучаев и др. *Генетика и разведение животных*. 2019. № 2. С. 121–128.

33. Кавтарашвили А.Ш., Колокольникова Т.Н. Физиология и продуктивность птицы при стрессе. *Сельскохозяйственная биология*. 2010. № 4. С. 24–37.

34. The effects of claw removal and cage design on the production performance, gonadal steroids, and stress response in caged laying hens / M.M. Compton, H.P. van Krey, P.L. Ruszler, F.C. Gwazdauskas. *Poultry Science*. 1981. Vol. 60. № 9. P. 2127–2135.

35. Koelebeck K.W., Cain, J.R. Performance, behavior, plasma corticosterone and economic returns of laying hens in several management alternatives. *Poultry Science*. 1984. Vol. 63. № 11. P. 2123–2131.

36. Абилов Б.Т., Стребкова К.А. Использование различных приемов повышения сохранности кур (обзор). *Новости науки в АПК*. 2018. Вып. 2. № 11. С. 218–222.

37. Shevchuk M., Stoyanovsky V., Kolomiiets, I. Technological stress in poultry. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine*

and Biotechnologies. Series : Veterinary Sciences, 2018. Vol. 20. № 88. P. 63–68.

38. Assessment of Stocking Rate and Housing System on Performance, Carcass Traits, Blood Indices, and Meat Quality of French Pekin Ducks. Abo Ghanima M.M. et al. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. № 7. P. 273.

39. Puvadolpirod S., Thaxton J.P. Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. *Poultry Science*. 2000. Vol. 79. № 3. P. 363–369.

40. Wasti S., Sah N., Mishra B. Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals (Basel)*. 2020. Vol. 10. № 8. P. 1266. [oi: 10.3390/ani10081266](https://doi.org/10.3390/ani10081266).

41. Changes in Production Parameters, Egg Qualities, Fecal Volatile Fatty Acids, Nutrient Digestibility, and Plasma Parameters in Laying Hens Exposed to Ambient Temperature. Kim D.H. et al. *Front Veterinary Science*. 2020. Vol. 7. P. 412.

42. Mumma J.O., Thaxton J.P., Vizzier-Thaxton Y., Dodson W.L. Physiological stress in laying hens. *Poultry Science*. 2006. Vol. 85. № 4. P. 761–769.

43. Lee K., Moss C.W. Effects of Cage Density on Fear-Related Behavioral Response and Activity of Layers. *Poultry Science*. 1995. Vol. 74. № 9. P. 1426–1430.

44. Maak S., Melesse A., Schmidt R., Schneider F., VonLengerken G. Effect of long-term heat exposure on peripheral concentrations of heat shock protein 70 (Hsp70) and hormones in laying hens with different genotypes. *British Poultry Science*. 2003. Vol. 44. P. 133–138.

45. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. Mashaly M.M. et al. *Poultry Science*. 2004. Vol. 83. P. 889–894.

46. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. Franco-Jimenez D. J. et al. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol. 16. P. 628–634.

47. Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens. Barrett et al. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. № 12. P. 6684–6692.

48. Kilic I., Simsek E. The effects of heat stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2013. № 12. P. 42–47.

49. Broiler stress responses to light intensity, flooring type, and leg weakness as assessed by heterophil to lymphocyte ratios, serum

corticosterone, infrared thermography, and latency to lie. Weimer S.L. et al. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. № 7. P. 3301–3311. URL: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.028>.

50. Effect of stocking density on laying performance, egg quality and blood parameters of Hy-Line Brown laying hens in an aviary system. Kang H.K. et al. *European Poultry Science*. 2018. Vol. 82.

51. Long-Term and Transgenerational Effects of Stress Experienced during Different Life Phases in Chickens (*Gallus gallus*). Ericsson M. et al. *PloS one*. 2016. Vol. 11. № 4. e0153879.

Information about the authors:

Sakhatsky Mykola Ivanovych,

Doctor of Biological Sciences, Professor,

Head of the Department of Animal Biology

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

Osadcha Yuliia Vasylivna,

PhD, Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Animal Biology

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine