

Р. О. КУЛІБАБА, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Ю. В. ОСАДЧА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми
E-mail: seledat@ukr.net

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ КУРЕЙ ЯЄЧНОГО КРОСУ

залежно від щільності утримання в клітках багатоярусних батарей

Анотація. Упродовж останніх десятиліть яєчне птахівництво зазнало значної інтенсифікації, що призвело до суттєвих змін основних виробничих процесів, у тому числі до застосування підвищеної щільності посадки, яка є технологічним подразником для курей та тим чи іншим чином впливає на добробут птиці та ефективність виробництва харчових яєць. Тому метою роботи було дослідження ефективності виробництва харчових яєць за нормативною та дещо підвищеною щільністю утримання курей яєчного кросу. Для цього, в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць сформували 4 групи курей промислового стада кросу "Hy-Line W-36", кожну з яких утримували упродовж 34 тижнів продуктивного періоду в окремому пташнику-аналозу за площею та клітковим устаткуванням. Початкова щільність утримання курей 1-ї групи, 13,3 гол./м², відповідала європейським нормам і вимогам розробника кросу (13-20 гол./м²), 2-ї групи, 24,0 гол./м² – вітчизняним нормам (22-25 гол./м²), а курей 3- та 4-ї груп утримували за експериментального переущільнення до 25,3 гол./м² і 26,7 гол./м², відповідно. Виявлено, що утримання курей за підвищеною до 25,3 гол./м² експериментальною початковою щільністю, забезпечує одержання за період досліду на 3,5 млн яєць (5,5%) більше, ніж за щільністю 24 гол./м² відповідно до вітчизняних норм. Найвищий рівень рентабельності виробництва яєць (67,1%) та обсяг чистого прибутку (71,0 млн грн), одержано саме у разі посадки курей у клітки 12-ярусних батарей за експериментальною щільністю 25,3 гол./м². Підвищення початкової щільності утримання курей до 26,7 гол./м² призвело до зниження рівня рентабельності їх виробництва до 62,1% та обсягу чистого прибутку на 2,8 млн грн, а зниження до 13,3 гол./м² відповідно до нормативних вимог ЄС, – до зниження рівня рентабельності до 58,4% і зменшення обсягу чистого прибутку на 36,6 млн грн.

Ключові слова: кури, продуктивність, технологія, утримання, щільність, забезпечення площею, збереженість, несучість, яйця, кліткова батарея

Актуальність. Наразі питання добробуту птиці в умовах її промислового утримання набуває все більшої актуальності в усьому світі (Bessei, 2018; El-Sabrouta et al., 2022; Kumar et al., 2023). Це зумовлено тим, що саме під час промислового утримання кури стикаються з широким спектром потенційних технологічних подразників, які

модують їх імунну систему та можуть погіршити стан здоров'я (Hofmann et al., 2020). Нездатність впоратися з технологічними подразниками може призвести до розвитку реакції стресу (Broom, 1991). Активація вісі гіпоталамус-гіпофіз-наднирники спричиняє неспецифічні зміни в організмі курей, які знижують рівень імунобіологічної

реактивності організму (Hall et al., 2014; Hofmann et al., 2020), що зумовлює зменшення її продуктивності (Goel, 2021; Sharma et al., 2022; Tahamtani et al., 2022; Thema et al., 2022) і призводить до значних економічних втрат (Olejnik et al., 2022; Shehata et al., 2022).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із технологічних подразників за промислового виробництва яєць є підвищена щільність утримання курей-несучок (Gomes et al., 2014; Khumput et al., 2019), яка здатна викликати психічний дискомфорт через постійну боротьбу птиці за простір і неможливість реалізовувати природну поведінку, а також фізичний – через порушення локомоторної діяльності, підвищену температуру та концентрацію шкідливих газів у повітрі (Appleby, 2004). Щільність утримання курей-несучок регламентується відповідними нормами, які значно відрізняються в різних країнах світу. Зокрема, у країнах Європейського Союзу щільність утримання курей яєчних кросів унормована Директивою Ради 1999/74/EC (European Union., 1999), а в Україні – відомчими нормами технологічного проектування у птахівництві (ВНТП-АПК-04.05, 2005). Згідно з зазначеною Директивою забезпеченість курей-несучок площею у разі утримання в клітках повинна складати 700–750 см²/гол. (13–20 гол./м²), а відповідно до вимог ВНТП-АПК-04.05 – 400–450 см²/гол. (22–25 гол./м²). Однак, передбачені ВНТП-АПК-04.05 нормативи обґрунтовано за часів промислового виробництва харчових яєць при утриманні курей у клітках 1–4-ярусних батарей. Їх дію на багоярусні кліткові батареї офіційно не поширено через новизну питання та недостатню кількість досліджень, спрямованих на його вирішення (Sakhatsky et al., 2020). Не досліджена можливість підвищення щільності утримання несучок у клітках багоярусних батарей для отримання більшої кількості яєць із розрахунку на 1 м² площі пташник.

Мета роботи – дослідити яєчну продуктивність і збереженість курей залежно від щільності їх утримання в клітках багоярусних батарей.

Матеріали і методи досліджень. Досліди проведено в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових

яєць ТОВ "ЯСЕНСВІТ" на несучках промислового стада кросу "Hy-Line W-36" за дотримання правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Офіційний вісник Європейського Союзу L276/33, 2010).

Для дослідження впливу щільності утримання на продуктивність курей сформували 4 групи несучок (табл. 1) промислового стада кросу "Hy-Line W-36", яких утримували в окремих пташниках-аналогах за площею (2640 м²) у 12-ярусних кліткових батареях компанії "Salmet" (Німеччина). Кліткові батареї у кожному пташнику склалися із 18144 кліток площею 7506 см² (120,00х62,55 см). Тривалість продуктивного періоду у несучок становила 34 тижні, а саме: від початку несучості (у 18-тижневому віці) і до досягнення 52-тижневого віку. Щільність утримання (або забезпечення площею) курей 1-ї базової групи відповідає вимогам ЄС та розробника кросу "Hy-Line W-36" (Hy-Line W-36 Final Hybrid Content Guide, 2019), а 2-ї базової групи – вимогам вітчизняних норм (ВНТП-АПК-04.05). Курей 3- та 4-ї груп посаджено за незначного перевищення вітчизняних норм, але за суттєвого – норм ЄС та рекомендацій розробника кросу "Hy-Line W-36".

Щодня, упродовж 34 тижнів продуктивного періоду, визначали кількість яєць, знесених несучками кожної групи. Здійснювали також щодня облік кількості курей, що вибули (падій і вибракування) та визначали збереженість поголів'я.

Груповий облік експериментальних даних здійснювали за загальноприйнятими формами (рух поголів'я у пташнику, валовий збір яєць, кількість спожитого комбікорму та ін.).

Результати досліджень та їх обговорення. Із наведених у таблиці 2 даних видно, що несучок 4-ї групи, внаслідок підвищення початкової щільності утримання до 26,7 гол./м², посаджено у 12-ярусні кліткові батареї пташника площею 2640 м² на 181,440 тис. (або вдвічі) більше, ніж курей 1-ї базової групи. Завдяки цьому вони знесли на 32,6 млн яєць більше, оптовою реалізаційною вартістю майже 85 млн гривень (попри зниження несучості на 4,9% і збереженості на 5,8%).

1. Схема досліду з визначенням наслідків підвищеної щільності утримання курей

Показники	Група, щільність утримання курей			
	1 (базова ЄС)	2 (базова вітчизняна)	3	4
Курей у клітці, гол.	10	18	19	20
Курей у групі, тис. гол.	181,440	326,592	344,736	362,880
Посаджено курей за:				
– щільністю, гол./м ²	13,3	24,0	25,3	26,7
– забезпечення площею, см ² /гол.	750,6	417,0	395,1	375,3
Нормативні вимоги:				
– щільність посадки, гол./м ²	13–20	22–25	22–25	22–25
– забезпечення площею, см ² /гол.	490–750	400–450	400–450	400–450
Фронт годівлі, см/гол.	12,0	6,7	6,3	6,0
Ніпелів у клітці, шт.	4	4	4	4

2. Ефективність виробництва харчових яєць залежно від щільності утримання несучок

Показники	Група, щільність утримання курей			
	1 (базова ЄС)	2 (базова вітчизняна)	3	4
Посаджено несучок, тис. гол.	181, 440	326,592	344,736	362,880
Щільність посадки, гол./м ²	13,3	24,0	25,3	26,7
Забезпечення площею, см ² /гол.	750,6	417,0	395,1	375,3
Падіж та вибракування, тис. гол.	7,439	14,043	15,513	35,925
Збереженість курей, %	95,9	95,7	95,5	90,1*°
Несучість на початкову несучку, шт.	198,0±0,24	197,5±0,06	197,3±0,14	188,8±0,03*°
Отримано яєць, всього, млн шт.:	35,925120	64,501920	68,016413	68,511744
– із розрахунку на 1 м ² пташника, тис. шт.	13,608	24,433	25,764	25,951
Операційні витрати, млн грн	58,979333	101,240000	105,822261	109,884430
Собівартість виробництва яєць, грн/шт.	1,64	1,57	1,56	1,60
Виручка, млн грн	93,405312	167,704992	176,842674	178,130534
Чистий прибуток, млн грн	34,425979	66,464992	71,020413	68,246105
Рентабельність, %	58,4±0,12	65,7±0,08	67,1±0,08*°	62,1±0,08*°

Примітка: * – $P < 0,001$ (порівняно з 1-ю базовою групою); ° – $P < 0,001$ (порівняно з 2-ю базовою групою).

Кури 4-ї групи у порівнянні з несучками 2-ї базової групи, яких посаджено в клітки зі щільністю 24 гол./м² відповідно до вимог ВНТП-АПК-04.05, знесли більше на понад 4,0 млн яєць (на 6,2%), оптова реалізаційна вартість яких становила понад 10 млн грн.

У порівнянні з несучками 3-ї дослідної групи, яких посаджено в клітки за незначного переушільнення (25,3 гол./м² при верхній межі вітчизняних норм – 25,0 гол./м²), кури 4-ї групи мали достовірно ($P < 0,001$) менший рівень збереженості (на 5,4%), несучості на початкову несучку (на 4,5%, або на 8,5 яєць/гол. за 34 тижні продуктивності), дещо вищу собівартість виробництва яєць. Попри перевершення 3-ї групи за обсягом виручки від реалізації яєць приблизно на 1,3 млн гривень, несучки 4-ї групи поступились їм як за обсягом чистого прибутку на 2,8 млн грн. (на 4,1%), так і за рівнем рентабельності виробництва яєць на 5,0% ($P < 0,001$). Це свідчить про недоцільність збільшення понад 25,3 гол./м² щільності посадки несучок кросу "Hy-Line W-36" в клітки 12-ярусних батарей традиційних конструкцій. Якщо розглядати це обмеження з позиції забезпечення площею клітки, то воно має становити не менше ніж 395,1 см²/гол.

Отримані результати досліджень також свідчать, що у порівнянні з несучками 2-ї групи зниження рівня забезпечення площею курей 3-ї групи до 395,1 см²/гол. не лише не призвело до зниження їх збереженості та несучості, а забезпечило отримання більше на 3,5 млн яєць (на 5,5%), у тому числі на 1,3 тис. шт. із розрахунку на 1 м² пташника. За майже однакового рівня собівартості виробництва яєць, по 3-й групі була вищою виручка на 9,1 млн грн (на 5,5%), чистий прибуток – майже на 4,6 млн грн (на 6,9%), а рентабельність – на 1,4%, ніж по 2-й групі, забезпечення площею несучок якої становило 417 см²/гол., тобто відповідало вимогам ВНТП-АПК-04.05.

У порівнянні з 1-ї групою курей, яких посаджено в клітки згідно з вимогами ЄС зі щільністю 13,3 гол./м², що відповідає забезпеченню площею на рівні 750,6 см²/гол., несучки 3-ї групи мали дещо меншу збереженість (на 0,4%) і несучість (на 0,4%), але, завдяки більшій в 1,9 раза чисельності, забезпечили отримання більше на 32,1 млн яєць (майже в 1,9 раза) за меншої на 5,1% їх собівартості, більшого на 36,6 млн грн (у 2,1 раза) обсягу чистого прибутку та вищого на 8,7 % рівня рентабельності.

Також при аналізі результатів дослідів видно очевидні переваги несучок 2-ї групи над першою. Збільшення в 1,8 раза рівня забезпечення курей 1-ї групи площею клітки, тобто створення для них значно комфортніших умов утримання, ніж для курей 2-ї групи, не привели до відчутного підвищення несучості та збереженості. Від несучок 1-ї групи отримано яєць менше на 28,6 млн шт. (у 1,8 раза), у тому числі на 10,8 тис. шт. у розрахунку на 1 м² площі пташника, ніж від курей 2-ї групи. Виручка від реалізації яєць, отриманих від курей 1-ї групи була меншою на 74,3 млн грн (у 1,8 раза), чистий прибуток – на 32,0 млн грн. (у 1,9 раза), собівартість виробництва яєць – більшою на 4,5 %, а рентабельність – меншою на 7,3 %, ніж від курей 2-ї групи.

Отримані дані узгоджуються з результатами представлених у літературі досліджень (Kang et al., 2016; Feng et al., 2018; Geng et al., 2020; El-Sabrouta et al., 2022), в яких описано зниження ефективності виробництва яєць за впливу на організм курей підвищеної щільності їх утримання. Водночас, є повідомлення щодо відсутності впливу переушільнення курей на їх несучість (Rao et al., 2023).

Згідно з отриманими у цьому досліді результатами, посадка курей у клітки батарей традиційних конструкцій за щільністю, або за забезпечення площею відповідно до вимог ЄС та рекомендацій розробника кросу "Hy-Line W-36", призводить до нераціонального використання наявних ви-

робничих площ. За застосування 12-ярусних батарей найбільший економічний ефект отримано за посадки курей у клітки зі щільністю 25,3 гол./м², дещо менший – зі щільністю 24,0 гол./м² відповідно до вимог ВНТП-АПК-04.05 та за переушільнення до 26,7 гол./м², а найменший – зі щільністю 13,3 гол./м² згідно з вимогами ЄС та рекомендаціями розробника дослідженого яєчного кросу.

ВИСНОВКИ

Для виробництва харчових яєць посадка курей яєчного кросу у клітки 12-ярусних батарей традиційних конструкцій за експериментальною щільністю 25,3 гол./м² виявилася ефективнішою за рівнем рентабельності та обсягом отриманого чистого прибутку, ніж зі щільністю 24,0 гол./м² відповідно до вимог ВНТП-АПК-04.05, за експериментального переушільнення до 26,7 гол./м² і зі щільністю 13,3 гол./м² згідно з нормами ЄС і рекомендаціями розробника кросу.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні фізіолого-біохімічних змін в організмі курей за їх утримання впродовж продуктивного періоду в клітках 12-ярусних батарей традиційних конструкцій за початковою щільністю 25,3 гол./м². ■

R. KULIBABA, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

Yu. OSADCHA, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv,

L. HMELNYCHYI, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy
E-mail: seledat@ukr.net

DOI: <https://dx.doi.org/10.31548/poultry2023.05-06.023>

Productivity and preservation of egg-cross hens depending on the stocking density in cages of multi-tiered batteries

Abstract. Over the past decades, egg poultry farming has undergone significant intensification, which has led to significant changes in the main

production processes, including the use of increased stocking density, which is a technological stimulus for hens and in one way or another affects the welfare of the birds and the efficiency of the production of edible eggs. Therefore, the aim of the work was to study the efficiency of the production of edible eggs based on the standard and slightly increased density of keeping egg-cross hens. For this purpose, in the conditions of a modern complex for the production of edible eggs, 4 groups of hens of the industrial crossbreed "Hy-Line W-36" were formed, each of which was kept for 34 weeks of the productive period in a separate poultry house similar in area and cage equipment. The initial stocking density of hens of the 1st group, 13.3 birds/m², corresponded to European standards and the requirements of the cross developer (13-20 birds/m²), the 2nd group, 24.0 birds/m² - domestic standards (22-25 birds/m²), and the hens of the 3rd and 4th groups were kept under experimental overcrowding to 25.3 birds/m² and 26.7 birds/m², respectively. It was found that keeping chickens at an experimental initial density increased to 25.3 birds/m² ensures the production of 3.5 million eggs (5.5%) more during the experiment period than at a density of 24 birds/m² in accordance with domestic norms. The highest level of profitability of egg production, 67.1%, and the amount of net profit, 71.0 million UAH obtained precisely in the case of planting hens in cages of 12-tier batteries at an experimental density of 25.3 birds/m². An increase in the initial density of keeping hens to 26.7 birds/m² led to a decrease in the level of profitability of their production to 62.1% and the amount of net profit by UAH 2.8 million, and a decrease to 13.3 birds/m² in accordance with the normative EU requirements – to decrease the level of profitability to 58.4% and decrease the amount of net profit by UAH 36.6 million.

Key words: hens, productivity, technology, keeping, density, provision of space, preservation, laying, eggs, cage battery

Література

- Appleby M. C. What causes crowding? Effects of space, facilities and group size on behaviour, with particular reference to furnished cages for hens. *Animal Welfare*. 2004. Vol. 13. P. 313-320.
- Bessei W. Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*. 2006. Vol. 62. P. 455-466. doi:10.1017/S0043933906001085.
- Broom D. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science*. 1991. Vol. 69. P. 4167-4175. doi:10.2527/1991.69104167x.
- El-Sabrouta K., El-Deeka A., Ahmadb S., Usmanb M., Dantasc M. R. T., Souza-Junior J. B. F. Lighting, density, and dietary strategies to improve poultry behavior, health, and production. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2022. Vol. 10. № 1. P. 2212. doi:10.31893/jabb.22012.
- Feng P.G., Guo Y.L., Yang H.M., Ban Z.B., Liang H., Zhang F.Y. Research progress on the effect of stocking density on the health and production of livestock and poultry. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*. 2018. Vol. 7. P. 34-38. doi:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2017.06.0128.
- Geng A.L., Liu H.G., Zhang Y., Zhang J., Wang H.H., Chu Q., Yan Z.X. Effects of indoor stocking density on performance, egg quality, and welfare status of a native chicken during 22 to 38 weeks. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. P. 163-171. doi:10.3382/ps/pez543.
- Goel A. Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 105. P. 1136-1145. doi:10.1111/jpn.13496.
- Gomes A. V. S., Quinteiro-Filho W. M., Ribeiro A., Ferraz-de-Paula V., Pinheiro M. L., Baskeville E., Akamine A. T., Astolfi-Ferreira C. S., Ferreira A. J. P.,

- Palermo-Neto J.** Overcrowding stress decreases macrophage activity and increases Salmonella Enteritidis invasion in broiler chickens. *Avian Pathology*. 2014. Vol. 43. P. 82-90. doi:10.1080/03079457.2013.874006.
- Hall J. M., Witter A. R., Racine R. R., Berg R. E., Podawiltz A., Jones H., Mummert M. E.** Chronic psychological stress suppresses contact hypersensitivity: Potential roles of dysregulated cell trafficking and decreased IFN- γ production. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2014. Vol. 36. P. 156-164. doi:10.1016/j.bbi.2013.10.027.
- Hofmann T., Schmucker S. S., Bessei W., Grashorn M., Stefanski V.** Impact of Housing Environment on the Immune System in Chickens: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2020. Vol. 10(7). P. 1138. doi:10.3390/ani10071138.
- Kang H.K., Park S.B., Kim H.S., Kim C.H.** Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. *Poultry Science*. 2016. Vol. 95. P. 2764-2770. doi:10.3382/ps/pew264.
- Khumpat S., Muangchum S., Yodprom S., Panyasak A., Panyasak A.** Feather Pecking of Laying Hens in Different Stocking Density and Type of Cage. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2019. Vol. 9(3). P. 549-556.
- Kumar P., Ahmed M.A., Abubakar A.A., Hayat M.N., Kaka U., Ajat M., Goh Y.M., Sazili A.Q.** Improving animal welfare status and meat quality through assessment of stress biomarkers: A critical review. *Meat Science*. 2023. Vol. 197. P. 109048. doi:10.1016/j.meatsci.2022.109048.
- Rao S., Bhukya P., Raju M., Rajkumar U., Chatterjee R.** Effect of cage space allowance on egg production, egg quality, immune responses and anti-oxidant variables in White Leghorn layers. *The Indian Journal of Animal Sciences*. 2023. Vol. 93. doi:10.56093/ijans.v93i6.128977.
- Olejnik K., Popiela E., Opański S.** Emerging Precision Management Methods in Poultry Sector. *Agriculture*. 2022. Vol. 12(5). P. 718. doi:10.3390/agriculture12050718.
- 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. doi:10.15421/2020_159.
- Shehata S. F., Baloza S. H., Elsofary M. M. M., Hashem N. M., Khawanda M. M.** Effect of stocking density and vitamin E or zinc supplementation on growth, physiology, gene expression, and economic efficiency of growing broiler chicks. *Tropical Animal Health and Production*. 2022. Vol. 54(6). P. 403. doi:10.1007/s11250-022-03382-6.
- Sharma M. K., McDaniel C. D., Kiess A. S., Loar R. E., Adhikari P.** Effect of housing environment and hen strain on egg production and egg quality as well as cloacal and eggshell microbiology in laying hens. *Poultry Science*. 2022. Vol. 101(2). P. 101595. doi:10.1016/j.psj.2021.101595.
- Tahamtani F. M., Kittelsen K., Vasdal G.** Environmental enrichment in commercial flocks of aviary housed laying hens: relationship with plumage condition and fearfulness. *Poultry Science*. 2022. Vol. 101(4). Art. 101754. doi:10.1016/j.psj.2022.101754.
- Thema K. K., Mnisi C. M., Mlambo V.** Stocking density-induced changes in growth performance, blood parameters, meat quality traits, and welfare of broiler chickens reared under semi-arid subtropical conditions. *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17(10). P. e0275811. doi:10.1371/journal.pone.0275811.

References

- Appleby, M. C.** (2004). What causes crowding? Effects of space, facilities and group size on behaviour, with particular reference to furnished cages for hens. *Animal Welfare*, 13, 313-320. [English].
- Bessei, W.** (2006). Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*, 62, 455-466. doi:10.1017/S0043933906001085. [English].
- Broom, D.** (1991). Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science*, 69, 4167-4175. doi:10.2527/1991.69104167x. [English].
- El-Sabrouta, K., El-Deeka, A., Ahmadd, S., Usmanb, M., Dantasc, M. R. T., & Souza-Junior, J. B. F.** (2022). Lighting, density, and dietary strategies to improve poultry behavior, health, and production. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 10 (1), 2212. doi:10.31893/jabb.22012. [English].
- Feng, P. G., Guo, Y. L., Yang, H. M., Ban, Z. B., Liang, H., & Zhang, F. Y.** (2018). Research progress on the effect of stocking density on the health and production of livestock and poultry. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 7, 34-38. doi:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2017.06.0128. [English].
- Geng, A. L., Liu, H. G., Zhang, Y., Zhang, J., Wang, H. H., Chu, Q., & Yan, Z. X.** (2020). Effects of indoor stocking density on performance, egg quality, and welfare status of a native chicken during 22 to 38 weeks. *Poultry Science*, 99, 163-171. doi:10.3382/ps/pez543. [English].
- Goel, A.** (2021). Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105, 1136-1145. doi:10.1111/jpn.13496. [English].
- Gomes, A. V. S., Quinteiro-Filho, W. M., Ribeiro, A., Ferraz-de-Paula, V., Pinheiro, M. L., Baskeville, E. ... & Palermo-Neto, J.** (2014). Overcrowding stress decreases macrophage activity and increases Salmonella Enteritidis invasion in broiler chickens. *Avian Pathology*, 43, 82-90. doi:10.1080/03079457.2013.874006. [English].
- Hall, J. M., Witter, A. R., Racine, R. R., Berg, R. E., Podawiltz, A., Jones, H., & Mummert, M. E.** (2014). Chronic psychological stress suppresses contact hypersensitivity: Potential roles of dysregulated cell trafficking and decreased IFN- γ production. *Brain, Behavior, and Immunity*, 36, 156-164. doi:10.1016/j.bbi.2013.10.027. [English].
- Hofmann, T., Schmucker, S. S., Bessei, W., Grashorn, M., & Stefanski, V.** (2020). Impact of Housing Environment on the Immune System in Chickens: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 10 (7), 1138. doi:10.3390/ani10071138. [English].
- Kang H.K., Park S.B., Kim H.S., & Kim C.H.** (2016). Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. *Poultry Science*, 95, 2764-2770. doi:10.3382/ps/pew264. [English].
- Khumpat, S., Muangchum, S., Yodprom, S., Panyasak, A., Panyasak, A.** (2019). Feather Pecking of Laying Hens in Different Stocking Density and Type of Cage. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9 (3), 549-556. [English].
- Kumar P., Ahmed M. A., Abubakar A. A., Hayat M. N., Kaka U., Ajat M., Goh Y. M., & Sazili A. Q.** (2023). Improving animal welfare status and meat quality through assessment of stress biomarkers: A critical review. *Meat Science*, 197, 109048. doi:10.1016/j.meatsci.2022.109048. [English].
- Rao, S., Bhukya, P., Raju, M., Rajkumar, U., & Chatterjee, R.** (2023). Effect of cage space allowance on egg production, egg quality, immune responses and anti-oxidant variables in White Leghorn layers. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 93. doi:10.56093/ijans.v93i6.128977. [English].
- Olejnik, K., Popiela, E., & Opański, S.** (2022). Emerging Precision Management Methods in Poultry Sector. *Agriculture*, 12 (5), 718. doi:10.3390/agriculture12050718. [English].
- Sakhatsky, M., Osadcha, Yu., & Kuchmistov, V.** (2020). Reaction of the reproductive system of hens to the chronic stressor. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 6-11. doi:10.15421/2020_159. [English].
- Shehata, S. F., Baloza, S. H., Elsofary, M. M. M., Hashem, N. M., & Khawanda, M. M.** (2022). Effect of stocking density and vitamin E or zinc supplementation on growth, physiology, gene expression, and economic efficiency of growing broiler chicks. *Tropical Animal Health and Production*, 54 (6), 403. doi:10.1007/s11250-022-03382-6. [English].
- Sharma, M. K., McDaniel, C. D., Kiess, A. S., Loar, R. E., & Adhikari, P.** (2022). Effect of housing environment and hen strain on egg production and egg quality as well as cloacal and eggshell microbiology in laying hens. *Poultry Science*, 101 (2), 101595. doi:10.1016/j.psj.2021.101595. [English].
- Tahamtani, F. M., Kittelsen, K., & Vasdal, G.** (2022). Environmental enrichment in commercial flocks of aviary housed laying hens: relationship with plumage condition and fearfulness. *Poultry Science*, 101 (4), 101754. doi:10.1016/j.psj.2022.101754. [English].
- Thema, K. K., Mnisi, C. M., & Mlambo, V.** (2022). Stocking density-induced changes in growth performance, blood parameters, meat quality traits, and welfare of broiler chickens reared under semi-arid subtropical conditions. *PLoS ONE*, 17 (10), e0275811. doi:10.1371/journal.pone.0275811. [English].