

УДК 636.084.41:636.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.24>

ВИКОРИСТАННЯ РАЦІОНІВ ЗІ ЗНИЖЕНИМИ РІВНЯМИ СИРОГО ПРОТЕЇНУ В ГОДІВЛІ ПТИЦІ

Мандрига М.В. – аспірант кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,

Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0009-0003-8807-0301

Сичов М.Ю. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-6319-9876

Актуальним завданням у промисловому птахівництві є забезпечення годівлі, яка повністю відповідає рівню продуктивності та фізіологічним вимогам кожної категорії птиці, забезпечуючи при цьому фінансову рентабельність. Витрати на корми, на які припадає приблизно 65–75 % витрат на виробництво м'яса курчат-бройлерів, постійно зростають, і серед них сирий протеїн становить приблизно 15 % від загальної вартості кормів. Тому, необхідні стратегії для підвищення стійкості виробництва м'яса птиці для задоволення зростаючого глобального попиту з обмеженим впливом на навколишнє середовище. Зниження вмісту сирого протеїну у раціонах для бройлерів є однією з таких стратегій, яка зменшує втрати азоту і викиди аміаку та є альтернативою щодо використання дорогої протеїнової сировини, такої як соєвий шрот. Тому метою даної роботи було дослідження та узагальнення даних щодо використання раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну в годівлі птиці. Показано, що застосування раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну не чинить негативного впливу на інтенсивність росту, ефективність використання корму та вихід грудного м'яса у курей, однак сприяє незначному підвищенню вмісту абдомінального жиру. Досягнення такого ефекту можливе лише за доповнення раціонів зі зниженим вмістом сирого протеїну адекватними рівнями синтетичних амінокислот. Крім того, раціони з низьким вмістом сирого протеїну знижують засвоюваність поживних речовин і споживання та виділення азоту, але не впливають негативно на загальний ріст курей, ймовірно, через покращену ефективність використання азоту. Зменшення рівня сирого протеїну у раціоні також має сприятливий вплив на здоров'я кишкового трактів птиці через зменшення надходження неперетравленого протеїну до товстого кишкового трактів, що обмежує розповсюдження умовно-патогенних мікроорганізмів. Добробут курей також покращується через зниження вологості підстилки та рівня виникнення захворювань кінцівок.

Ключові слова: сирий протеїн, кури, бройлери, продуктивність, жива маса, інтенсивність росту, ефективність використання корму, засвоюваність поживних речовин.

Mandryga M.V., Sychov M.Yu. Use of diets with reduced crude protein levels in poultry feeding

A pressing task in industrial poultry farming is to provide feeding that fully meets the productivity and physiological requirements of each poultry category, while ensuring financial profitability. Feed costs, which account for approximately 65–75% of broiler chicken meat production expenses, are constantly increasing. Among them, crude protein accounts for approximately 15% of the total feed cost. Therefore, strategies are needed to improve the sustainability of poultry meat production to meet the growing global demand with a limited environmental impact. Reducing the crude protein content in broiler diets is one strategy that reduces nitrogen losses and ammonia emissions and is an alternative to using expensive raw protein materials such as soybean meals. Therefore, this work aimed to investigate and summarise data on using diets with reduced crude protein levels in poultry feeding. It has been shown that using diets with reduced crude protein levels does not hurt growth rate, feed efficiency and breast

muscle yield in chickens, but contributes to a slight increase in abdominal fat content. Achieving such an effect is possible only if diets with reduced crude protein content are supplemented with adequate levels of synthetic amino acids. In addition, diets with low crude protein content reduce nutrient digestibility and nitrogen intake and excretion, but do not negatively affect the overall growth of chickens, probably due to improved nitrogen use efficiency. Reducing the level of crude protein in the diet also has a beneficial effect on the health of the poultry intestine by decreasing the flow of undigested protein to the large intestine, which limits the spread of opportunistic microorganisms. Chicken welfare is also improved by reducing litter moisture and the incidence of limb diseases.

Key words: *crude protein, chickens, broilers, productivity, live weight, growth rate feed efficiency, nutrient digestibility.*

Актуальність теми дослідження. Світовий попит на м'ясо птиці невинно зростає. У 2020 році на м'ясо птиці припадав 41 % світового споживання м'яса, а до 2030 року, як очікується, становитиме 52 % [1]. Найактуальнішою проблемою у птахівництві є забезпечення годівлі, яка повністю відповідає продуктивності та фізіологічним вимогам кожної категорії птиці, забезпечуючи при цьому фінансову рентабельність [2]. Витрати на корми, на які припадає приблизно 65–75 % витрат на виробництво м'яса курчат-бройлерів, постійно зростають, і серед них сирий протеїн становить приблизно 15 % від загальної вартості кормів [3]. Тому, необхідні стратегії для підвищення стійкості виробництва м'яса птиці для задоволення зростаючого глобального попиту з обмеженим впливом на навколишнє середовище. Зниження вмісту сирого протеїну у раціонах для бройлерів є однією з таких стратегій, яка зменшує втрати азоту і викиди аміаку [4] та є альтернативою щодо використання дорогої протеїнової сировини, такої як соєвий шрот [5]. Зниження рівня сирого протеїну з 22,4 до 17,9 % у раціонах бройлерів різної статі зумовлює зниження виділення азоту на 19,2 % [6], а зниження рівня сирого протеїну на 1 % у кормах для птиці може заощадити 5 доларів США на 1 т корму [3].

Постановка проблеми. Дослідження та узагальнення даних щодо використання раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну в годівлі птиці.

Результати досліджень. Рядом досліджень [7, 8] показано, що застосування раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну не чинить негативного впливу на інтенсивність росту, ефективність використання корму та вихід грудного м'яса у курей. Зокрема, зниження рівня сирого протеїну у раціонах бройлерів з 19 до 17 % не погіршило прирости живої маси, кінцеву масу тіла 35-добовому віці, споживання корму або коефіцієнт конверсії корму [9]. Ці автори також виявили, що хоча зниження рівня сирого протеїну у вищезазначеному діапазоні не вплинуло на вихід грудного м'яса, однак призвело до незначного збільшення вмісту абдомінального жиру – з 2,16 % при 19 % сирого протеїну до 2,45 % при 17 % сирого протеїну. Подібні висновки також були отримані Lambert W. з колегами [7], які використовували експериментальні раціони з вмістом сирого протеїну у діапазоні від 18,9 до 17,1 % у фазі вирощування та від 17,1 до 15,3 % у фазі завершення росту курчат-бройлерів та повідомили про відсутність їх значного впливу на інтенсивність росту чи вихід тушки. Важливо відзначити, що в цих дослідженнях потреби в амінокислотах були адекватно задоволені шляхом доповнення раціонів зі зниженим вмістом сирого протеїну синтетичними амінокислотами.

У недавньому мета-аналізі de Rauglaudre T. і ін. [10] показали, що зниження рівня сирого протеїну в середньому на 1,62 % і максимум до 3,22 % за належного дотримання норм амінокислот забезпечує збереженням рівня інтенсивності росту курей та утримуванням азоту в їх організмі. За даними Benahmed S. і ін. [8], продуктивність курей, включаючи приріст маси тіла та коефіцієнт конверсії

корму, упродовж усього експерименту (0–35 діб), не зазнавала впливу експериментальних раціонів, незважаючи на значне зниження споживання ними азоту (-7,5 і -11,9 % для рівня сирого протеїну -1,5 і -3,0 % відповідно).

Слід зазначити, що за використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну, нижча інтенсивність росту спостерігалася на початку періоду вирощування курчат-бройлерів (7–21 доба або 1–28 доба) [4], але після цього відбувається компенсаторний ріст, який призводить до вищої кінцевої маси тіла [11]. Відомо [12], що ця здатність до компенсаторного росту вища у півників, за цього рівень харчового протеїну, який забезпечується упродовж періоду компенсаторного росту, є дуже важливим. Deschepper K. і de Groote G. [13] пояснили, що компенсаторний ріст відбувається, незважаючи на використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну, оскільки потреба у протеїні та амінокислотах у бройлерів зменшується з віком. З цієї точки зору, низька початкова інтенсивність росту, очевидно, пов'язана з недостатнім забезпеченням сирого протеїну. Проте, із збільшенням віку птиці, отримуваний рівень сирого протеїну стає нормативним до віку, що сприяє компенсаторному росту та, як наслідок, нормативній кінцевій масі тіла.

Подібні результати, які доводять, що зниження рівнів сирого протеїну у раціонах, до яких належним чином додано необхідні амінокислоти, не чинить негативного впливу на інтенсивність росту бройлерів, були підтверджені рядом досліджень [14, 15]. Водночас, за даними інших авторів [4, 16], приріст живої маси та коефіцієнт конверсії корму зменшуються зі зниженням рівня сирого протеїну у раціонах птиці.

Зниження рівня сирого протеїну у кормах призводить до надмірного катаболізму амінокислот і накопичення токсичного аміаку внаслідок амінокислотного дисбалансу в раціоні, що знижує споживання корму та прирости живої маси у бройлерів [17]. Крім того, кури, яких годували раціонами, що містять менше 19 % сирого протеїну, підтримуючи рівень незамінних амінокислот, характеризуються зниженням інтенсивності росту та швидкості конверсії корму. Зокрема, чим молодші курчата, тим чутливіші вони до поживних речовин, тому низькі рівні сирого протеїну можуть мати більший вплив на їх організм [14]. Крім того, відомо, що бройлери споживають корм, поки не задовольнять свої потреби в поживних речовинах. Однак, у випадку використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну малий об'єм шлунку та низький об'єм слини молодих курчат можуть бути проблематичними для достатнього споживання поживних речовин, що може призвести до низького використання поживних речовин і негативно вплинути на продуктивність [18].

Зниження рівня сирого протеїну в раціонах суттєво впливає на засвоюваність поживних речовин і ефективність утилізації азоту у бройлерів [4]. Зниження рівня сирого протеїну в раціонах знижує засвоюваність протеїну в організмі птиці, зменшує екскрецію азоту приблизно на 10 % [19]. Крім того, використання раціонів з низьким вмістом протеїну знижує загальну перетравність корму та загальний коефіцієнт утримання азоту у бройлерів [20]. Однак інші дослідження показали, що рівні сирого протеїну в раціоні не впливають на засвоюваність корму у птиці [21]. Крім того, було показано, що раціони з надмірно низьким вмістом сирого протеїну зменшують площу поверхні епітеліальних клітин ворсинок у тонкій кишці бройлерів і сприяють накопиченню абдомінального жиру, потенційно погіршуючи використання поживних речовин [20]. Крім того, коли рівень сирого протеїну у раціоні було знижено на 3 %, використання азоту покращилося, а втрата маси тіла зменшилася. Таким чином, раціони з низьким вмістом сирого

протеїну знижують засвоюваність поживних речовин і знижують споживання та виділення азоту, але не впливають негативно на загальний ріст курей, ймовірно, через покращену ефективність азоту [4].

Зменшення рівня сирого протеїну у раціоні також має сприятливий вплив на здоров'я кишківника птиці через зменшення надходження неперетравленого протеїну до товстого кишківника, що обмежує розповсюдження умовно-патогенних мікроорганізмів [22]. Добробут птиці також покращується, і було доведено лінійний зв'язок між зниженим вмістом сирого протеїну у раціоні (з 20,8 до 17,8 %) та зниженням вологості підстилки, що значно знизило рівень пододерматиту зі 143 при 20,8 % сирого протеїну до 39 при 17,8 % сирого протеїну. Зменшення вологості підстилки, ймовірно, є результатом зменшення споживання води птицею, яка отримує раціон зі зниженим рівнем сирого протеїну. Було підраховано, що зниження рівня сирого протеїну з 19 % до 17 % зменшило щоденне споживання води на 20,6 мл/гол та знизило вологість підстилки на 2,2 % [19].

Якість м'яса є фактором, який впливає на економічну ефективність галузі птахівництва [23]. Такі характеристики тушок, як зовнішній вигляд, консистенція, соковитість, водянистість, твердість, ніжність, запах і смак, сприяють прийняттю споживачем рішення про покупку продукту [24]. Крім того, вологоутримуюча здатність, сила зсуву, втрати при варінні, pH, термін придатності, розчинність білка і ін. є важливими характеристиками курятини для переробних підприємств, які беруть участь у виробництві м'ясних продуктів із доданою вартістю [24]. На ці показники якості м'яса впливають різні чинники, але серед них значний вплив має раціон птиці, тому велика увага приділяється встановленню рівня поживності раціону [23, 24]. Yalçın S.U.Z.A.N. та ін. [25] виявили, що різні рівні сирого протеїну у раціоні для бройлерів впливають на колір м'яса. Niu Z. та ін. [26] повідомили, що рівень сирого протеїну впливає на колір м'яса і вологоутримуючу здатність, але не впливає на силу зсуву та pH. З даними Son J. і ін. [4], колір м'яса інтенсивнішає зі зниженням рівня сирого протеїну, а високі показники вологоутримуючої здатності спостерігались за зниження рівня сирого протеїну на 1 %.

Рівень сирого протеїну у раціоні також впливає на поживність курячого м'яса [27]. Низькі рівні сирого протеїну знижують вміст протеїну, але, як відомо, значно збільшують накопичення абдомінального жиру в організмі, що призводить до вищого вмісту ліпідів у тушці птиці [2, 28]. Насправді Wang et al. [28] виявили, що використання раціонів з низьким вмістом сирого протеїну збільшує утримання жиру та підвищує вміст ліпідів у птиці замість того, щоб зменшувати накопичення азоту в її організмі. Цей результат може бути пов'язаний зі зниженим синтезом білка під час використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну, що призводить до накопичення жиру у результаті надлишку енергії [29]. Однак Benahmed та ін. [8] виявили, що низькі рівні сирого протеїну можуть не мати значного впливу на м'язовий білок і суху речовину. З даними Son J. і ін. [4], вміст сирого жиру збільшується зі зниженням рівня сирого протеїну у раціоні, але вміст протеїну не змінюється. З цієї точки зору, важливо встановити оптимальні рівні сирого протеїну в раціоні курчат-бройлерів, які будуть економічно вигідними для виробників та, водночас, будуть забезпечувати потреби споживачів з точки зору зовнішнього вигляду м'яса та вмісту у ньому поживних речовин.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Застосування раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну не чинить негативного впливу на інтенсивність росту, ефективність використання корму та вихід грудного м'яза у курей, однак сприяє незначному підвищенню вмісту абдомінального жиру. Досягнення

такого ефекту можливе лише за доповнення раціонів зі зниженим вмістом сирого протеїну адекватними рівнями синтетичних амінокислот. Крім того, раціони з низьким вмістом сирого протеїну знижують засвоюваність поживних речовин і споживання та виділення азоту, але не впливають негативно на загальний ріст курей, ймовірно, через покращену ефективність використання азоту. Зменшення рівня сирого протеїну у раціоні також має сприятливий вплив на здоров'я кишківника птиці через зменшення надходження неперетравленого протеїну до товстого кишківника, що обмежує розповсюдження умовно-патогенних мікроорганізмів. Добробут курей також покращується через зниження вологості підстилки та рівня виникнення пододерматитів.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на встановлення оптимальних рівнів сирого протеїну в раціоні курчат-бройлерів, які будуть економічно вигідними для виробників та, водночас, будуть забезпечувати потреби споживачів з точки зору зовнішнього вигляду м'яса та вмісту у ньому поживних речовин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. OECD/FAO. Agricultural Outlook 2022–2031: Meat. OECD Publishing: Paris, France, 2022.
2. Usturoi M.G., Radu-Rusu R.M., Usturoi A., Simeanu C., Doliş M.G., Raţu R.N., Simeanu D. Impact of different levels of crude protein on production performance and meat quality in broiler selected for slow growth. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. P. 427. doi:10.3390/agriculture13020427
3. Badawi M.E.S., Ali A.H., El-Razik W.M.A., Soliman M.H. Influence of low crude protein diets on broiler chickens performance. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2019. Vol. 7. P. 26–33. doi:10.17582/journal.aavs/2019/7.s2.26.33
4. Son J., Lee W.-D., Kim C.-H., Kim H., Hong E.-C., Kim H.-J. Effect of Dietary Crude Protein Reduction Levels on Performance, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, Blood Parameters, Meat Quality, and Welfare Index of Broilers in Welfare-Friendly Environments. *Animals*. 2024. Vol. 14(21). P. 3131. doi:10.3390/ani14213131
5. Marchal L., Bello A., Archer G., Sobotik E.B., Dersjant-Li Y. Total replacement of soybean meal with alternative plant-based ingredients and a combination of feed additives in broiler diets from 1 day of age during the whole growing period. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(7). P. 103854. doi:10.1016/j.psj.2024.103854
6. Lemme A., Hiller P., Klahsen M., Taube V., Stegemann J., Simon I. Reduction of dietary protein in broiler diets not only reduces n-emissions but is also accompanied by several further benefits. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019. Vol. 28(4). P. 867–880. doi:10.3382/japr/pfz045
7. Lambert W., Chalvon-Demersay T., Bouvet R., Grandmaison J.L.C., Fontaine S. Reducing dietary crude protein in broiler diets does not compromise performance and reduces environmental impacts, independently from the amino acid density of the diet. *Journal of Applied Poultry Research*. 2022. Vol. 31(4). P. 1056–6171. doi:10.1016/j.japr.2022.100300
8. Benahmed S., Askri A., de Rauglaudre T., Létourneau-Montminy M.-P., Alnahhas N. Effect of reduced crude protein diets supplemented with free limiting amino acids on body weight, carcass yield, and breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*. 2023. Vol. 102(11). P. 103041. doi:10.1016/j.psj.2023.103041
9. Belloir P., Méda B., Lambert W., Corrent E., Juin H., Lessire M., Tesseraud S. Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Animal*. 2017. Vol. 11(11). P. 1881–1889. doi:10.1017/S1751731117000660
10. de Rauglaudre T., Méda B., Fontaine S., Lambert W., Fournel S., Letourneau M.-P. Meta-analysis of the effect of low-protein diets on the growth performance, nitrogen

excretion, and fat deposition in broilers. *Frontiers in Animal Science*. 2023. Vol. 4. doi:10.3389/fanim.2023.1214076

11. Kamely M., He W., Wakaruk J., Whelan R., Naranjo V., Barreda D.R. Impact of reduced dietary crude protein in the starter phase on immune development and response of broilers throughout the growth period. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020. Vol. 7. P. 436. doi:10.3389/fvets.2020.00436

12. Eits R.M., Kwakkel R.P., Verstegen M.W.A., Emmans G.C. Responses of broiler chickens to dietary protein: Effects of early life protein nutrition on later responses. *British Poultry Science*. 2003. Vol. 44. P. 398–409. doi:10.1080/0007166031000035544

13. Deschepper K., de Groote G. Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. *British Poultry Science*. 1995. Vol. 36. P. 229–245. doi:10.1080/00071669508417772

14. Brandejs V., Kupcikova L., Tvrdon Z., Hampel D., Lichovnikova M. Broiler chicken production using dietary crude protein reduction strategy and free amino acid supplementation. *Livestock Science*. 2022. Vol. 258. P. 104879. doi:10.1016/j.livsci.2022.104879

15. Wang C., Yuan T., Yang J., Zheng W., Wu Q., Zhu K., Mou X., Wang L., Nie K., Li X., et al. Responses of combined non-starch polysaccharide enzymes and protease on growth performance, meat quality, and nutrient digestibility of yellow-feathered broilers fed with diets with different crude protein levels. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 9. P. 946204. doi:10.3389/fvets.2022.946204

16. Liu S., Ma T., Wei Z., Bai G., Liu H., Xu D., Shan Z., Wang F. Study about thermal runaway behavior of high specific energy density Li-ion batteries in a low state of charge. *Journal of Energy Chemistry*. 2021. Vol. 52. P. 20–27. doi:10.1016/j.jchem.2020.03.029

17. Hejdysz M., Bogucka J., Ziółkowska E., Perz K., Jarosz Ł., Ciszewski A., Nowaczewski S., Ślósarz P., Kaczmarek S.A. Effects of low crude protein content and glycine supplementation on broiler chicken performance, carcass traits, and litter quality. *Livestock Science*. 2022. Vol. 261. P. 104930. doi:10.1016/j.livsci.2022.104930

18. Lee W.D., Kim H.J., Kim H., Hong E.C., Kim C.H., Kang H.K., Byun S.J., Son J. Dietary energy levels affect productivity, meat quality, blood variables, energy efficiency and welfare indicators in broilers under welfare rearing conditions. *Italian Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 23. P. 1325–1335. doi:10.1080/1828051X.2024.2398175

19. Alfonso-Avila A.R., Cirot O., Lambert W., Létourneau-Montminy M.P. Effect of low-protein corn and soybean meal-based diets on nitrogen utilization, litter quality, and water consumption in broiler chicken production: insight from meta-analysis. *Animal*. 2022. Vol. 16(3). P. 100458. doi:10.1016/j.animal.2022.100458

20. Jabbar A., Tahir M., Khan R.U., Ahmad N. Interactive effect of exogenous protease enzyme and dietary crude protein levels on growth and digestibility indices in broiler chickens during the starter phase. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53. P. 23. doi:10.1007/s11250-020-02466-5

21. Vieira S.L., Angel C.R., Miranda D.J.A., Favero A., Cruz R.F.A., Sorbara J.O.B. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 1-to 26-day-of-age turkey poults. *Journal of Applied Poultry Research*. 2013. Vol. 22. P. 680–688. doi:10.3382/japr.2012-00558

22. Greenhalgh S., Chrystal P.V., Selle P.H., Liu S.Y. Reduced-crude protein diets in chicken-meat production: justification for an imperative. *World's Poultry Science Journal*. 2020. Vol. 76(3). P. 537–548. doi:10.1080/00439339.2020.1789024

23. Dong L., Li Y., Zhang Y., Zhang Y., Ren J., Zheng J., Diao J., Ni H., Yin Y., Sun R., et al. Effects of organic zinc on production performance, meat quality, apparent nutrient digestibility and gut microbiota of broilers fed low-protein diets. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. P. 10803. doi:10.1038/s41598-023-37867-7

24. Mir N.A., Rafiq A., Kumar F., Singh V., Shukla V. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 54. P. 2997–3009. doi:10.1007/s13197-017-2789-z
 25. Yalçın S.U.Z.A.N., Özkul H., Özkan S.E.Z.E.N., Gous R., Yaşa İ.H.S.A.N., Babacanoglu E. Effect of dietary protein regime on meat quality traits and carcass nutrient content of broilers from two commercial genotypes. *British Poultry Science*. 2010. Vol. 51. P. 621–628. doi:10.1080/00071668.2010.520302
 26. Niu Z., Shi J., Liu F., Wang X., Gao C., Yao L. Effects of dietary energy and protein on growth performance and carcass quality of broilers during starter phase. *International Journal of Poultry Science*. 2009. Vol. 8. P. 508–511. doi:10.3923/ijps.2009.508.511
 27. Barteczko J., Lasek O. Effect of varied protein and energy contents in mixture on meat quality of broiler chicken. *Slovak Journal of Animal Science*. 2008. Vol. 41. P. 173–178.
 28. Wang Y.B., Wang Y., Lin X.J., Gou Z.Y., Fan Q.L., Ye J.L., Jiang S.Q. Potential effect of acidifier and amylase as substitutes for antibiotic on the growth performance, nutrient digestion and gut microbiota in yellow-feathered broilers. *Animals*. 2020. Vol. 10. P. 1858. doi:10.3390/ani10101858
 29. Yu Y., Ai C., Luo C., Yuan J. Effect of Dietary Crude Protein and Apparent Metabolizable Energy Levels on Growth Performance, Nitrogen Utilization, Serum Parameter, Protein Synthesis, and Amino Acid Metabolism of 1-to 10-Day-Old Male Broilers. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25. P. 7431. doi:10.3390/ijms25137431
-