



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9923
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.52/.58.053.09:661.155.3:084

Feed digestibility, Nitrogen balance and productivity of broiler chickens with different sources of Copper in their compound feed

B. S. Bomko[✉], M. S. Zakharchuk

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 04.09.2023
Received in revised form
04.10.2023
Accepted 05.10.2023

Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. 8/1 Soborna, Bila
Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel.: +38-067-526-19-87
E-mail: godivlya@ukr.net

Bomko, B. S., & Zakharchuk, M. S. (2023). Feed digestibility, Nitrogen balance and productivity of broiler chickens with different sources of Copper in their compound feed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 139–144. doi: 10.32718/nvlvet-a9923

Studying the influence of various sources of Copper, namely its inorganic and organic form, on the digestibility and assimilation of nutrients in the organism of broiler chickens is actual. The purpose of the work: in a physiological (exchange) research conducted against the background of a scientific and economic experiment in the conditions of the vivarium of the Bila Tserkva National Agricultural University on 3 groups (50 heads each) of broiler chickens of the “Cobb-500” cross, to investigate the influence of inorganic and organic forms of Cuprum on the digestibility of nutrients, Nitrogen balance and poultry productivity. The first control group received cuprum sulfate, on average during the growing period 16.5 g/t of compound feed, the second and the third - experimental groups, which received 16.5 g/t and 12.5 g/t of cuprum proteinate compound feed, accordingly. According to the digestibility of raw protein, the broilers of the research groups exceeded the control analogues by 4.5–6.2 % ($P \leq 0.05$), crude fat – 3.1–4.3 % ($P \leq 0.05$), crude fiber – 3.5–4.4 % ($P \leq 0.01$) and BER nitrogen-free extractive substances by 2.2–6.4 % ($P \leq 0.05$). Nitrogen balance was positive in all experimental groups, but in broiler chickens of groups 2 and 3, compared to the control, its daily deposits were higher by 3.5–6.4 % ($P \leq 0.05$). Improvement of digestibility of nutrients and Nitrogen balance due to the use of cuprum proteinate caused an increase in the preservation of poultry stock in the experimental groups by 5.6–7.2 %. The replacement of copper sulfate with its proteinate, at the same concentration of the trace element in compound feed, had a positive influence on the average daily increments of broiler chickens and, accordingly, on their live weight. The advantage of the chickens of the 2nd experimental group over the control analogues was 7.5 % in terms of average daily gains and 9.4 % in terms of body weight at the end of the experiment. A decrease of 25 % compared to the control in the concentration of Copper in the compound feed of the chickens of the third experimental group also had a positive influence on the productivity of the poultry. Their advantage over control analogues in average daily body weight gain was 3.8 %, and in live weight – 5.8 %. A linear dependence of the productivity of broiler chickens on the amount of feed consumed was noted. Compared to the control analogues, the broilers of the 2nd experimental group consumed 3.3 % more feed, and the chickens of the 3rd experimental group exceeded the poultry of the control group by 1.5 %. Thus, compared to cuprum sulfate, cuprum proteinate is a more effective source of trace elements in compound feed for broiler chickens. At the same time, the concentration of Copper in poultry compound feed should be: at the age of 5–21 days – 18.2 g/t, 22–35 days – 16.8 g/t, 36–42 days – 12 g/t, or 16.5 g/t on average over the period of the experiment.

Key words: broiler chickens, cuprum proteinate, digestibility, nitrogen balance, productivity.

Перетравність корму, баланс Нітрогену та продуктивність курчат-бройлерів за різних джерел Купруму в їх комбікормах

В. С. Бомко[✉], М. С. Захарчук

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Вивчення впливу різних джерел Купруму, а саме його неорганічної та органічної форми на перетравність і засвоєння поживних речовин в організмі курчат-бройлерів є актуальним. Мета роботи: у фізіологічному (обмінному) досліді, проведеному на фоні науково-господарського експерименту в умовах віварію Білоцерківського НАУ на 3 групах (по 50 голів) курчат-бройлерів кросу "Кобб-500", дослідити вплив неорганічних та органічних форм Купруму на перетравність поживних речовин, баланс Нітрогену та продуктивність птиці. Перша контрольна група отримувала сульфат купруму, в середньому за період вирощування 16,5 г/т комбікорму, друга і третя – дослідні, які отримували відповідно 16,5 г/т і 12,5 г/т комбікорму протеїнату купруму. За перетравністю сирого протеїну бройлери дослідних груп переважали контрольних аналогів на 4,5–6,2 % ($P \leq 0,05$), сирого жиру – 3,1–4,3 % ($P \leq 0,05$), сирі клітковини – 3,5–4,4 % ($P \leq 0,01$) і БЕР на 2,2–6,4 % ($P \leq 0,05$). Баланс Нітрогену був додатним у всіх піддослідних групах, проте у курчат-бройлерів 2 і 3 груп, порівняно з контролем, щодобові його відкладення були вищими на 3,5–6,4 % ($P \leq 0,05$). Покращення перетравності поживних речовин і балансу Нітрогену за використання протеїнату купруму зумовило підвищення збереженості поголів'я птиці у дослідних групах на 5,6–7,2 %. Заміна сульфату купруму на його протеїнат, за однакової концентрації мікроелементу у комбікормі, позитивно вплинула на середньодобові прирости курчат-бройлерів, а відповідно і їх живу масу. Перевага курчат 2-ї дослідної групи над контрольними аналогами становила 7,5 % за середньодобовими приростами та 9,4 % за масою тіла наприкінці досліді. Зниження на 25 % порівняно з контролем концентрації Купруму в комбікормі курчат третьої дослідної групи також позитивно вплинуло на продуктивність птиці. Їх перевага над контрольними аналогами за середньодобовим приростом маси тіла становила 3,8 %, а за живою масою – 5,8 %. Відмічена пряmlinійна залежність продуктивності курчат-бройлерів від кількості спожитого корму. Порівняно з контрольними аналогами, бройлери 2-ї дослідної групи спожили на 3,3 % більше корму, а курчата 3-ї дослідної групи перевершили птицю контрольної групи за цим показником на 1,5 %. Таким чином, протеїнат купруму порівняно із сульфатом купруму є ефективнішим джерелом мікроелементу в комбікормах курчат-бройлерів. При цьому концентрація Купруму у комбікормах птиці повинна становити: у віці 5–21 доба – 18,2 г/т, 22–35 діб – 16,8 г/т, 36–42 доби – 12 г/т, або 16,5 г/т в середньому за період досліді.

Ключові слова: курчата-бройлери, протеїнат купруму, перетравність, баланс Нітрогену, продуктивність.

Вступ

Сучасне птахівництво – перспективна галузь сільськогосподарського виробництва, що здатна за відносно невеликий проміжок часу забезпечити населення нашої країни продуктами харчування – м'ясом та яйцями (Provatorov & Provatorova, 2004; Sychov et al., 2022).

В зв'язку з тим, що травна система у курчат-бройлерів відразу після виведення не досить зріла і нездатна високоефективно перетравлювати різні види кормів, у тому числі зернові, з високим вмістом вуглеводів, у їх годівлі використовують різні кормові і стимулюючі добавки, в тому числі мінеральні.

Природні мінерали – це неорганічні сполуки, які беруть участь у великій кількості метаболічних процесів у організмі тварин і птиці (Ibatullin, 2007; Sobolev et al., 2020, 2021). Мінеральні елементи мінералів забезпечують нормальну функціональність клітин і мають типові концентрації для кожного органу. Накопичення їх протягом тривалого періоду в організмі або надходження їх в організм у великих концентраціях може викликати токсичність. Дефіцит мінеральних елементів, в тому числі мікроелементів, призводить до порушення обміну речовин у організмі (Bitjuc'kyj, 2007; Vertijchuk & Gljebova, 2012; Ostapjuk & Gutj, 2020).

Для покриття дефіциту мікроелементів в раціонах тварин використовували дешеві сольові неорганічні джерела, які ніколи не вимагали до себе великої уваги з точки зору якості (Yegani & Korver, 2010; Jiang et al., 2015). Неорганічні форми мікроелементів засвоювались організмом тварин погано, а виведені незасвоєні мікроелементи з організму заражували навколишнє середовище важкими металами (Levyck'kyj, 2003; Smetanina et al., 2016). В зв'язку з цим органічні мінерали стали предметом все більшої уваги науковців.

На даний час продовжуються дослідження, які направлені на пошук безпечних дешевих мінеральних кормових добавок і які будуть покращувати збереженість птиці та стимулювати її ріст з метою збільшення

забійного виходу тушок птиці (Sahac'kyj, 2006; Seo et al., 2008), в тому числі мікроелементів органічного походження.

Аналіз спеціальної літератури засвідчує низку досліджень, проведених на тваринах і птиці з вивченням ефективності використання різних форм і доз органічних мікроелементів в їх комбікормах (Smetanina et al., 2016). Білки та вуглеводи – найчастіші кандидати, як органічні складові в органо-мінеральній комбінації (Orobchenko et al., 2020).

Дослідження останнього десятиліття показали, що до мікроелементів органічного походження входять мікроелементи зв'язані з органічними сполуками з будь яких мінералів (Seo et al., 2008), а їх використання значною мірою залежить від ліганду з яким зв'язаний метал.

Як правило лігандом є білки або окремі амінокислоти та вуглеводи, як органічні складові в органо-мінеральній комбінації і які називають халатними сполуками.

Хелатні мінерали – це молекули, які мають метал, зв'язаний з органікою ліганд через скоординовані зв'язки; але багато органічних мінералів не є хелати або навіть не пов'язані через скоординовані зв'язки (Gayathri & Panda, 2018).

Хелатні сполуки амінокислот з іонами металів не тільки мають високу біодоступність, але і використовуються як джерело макро- та мікроелементів (Sunder et al., 2007; Supakatisant & Phupong, 2015). При цьому, дослідниками встановлено, що хелатна форма мікроелементів мала меншу токсичність у порівнянні із їх неорганічними нехелатними солями (Talba et al., 2011).

Використання органічних мінералів значною мірою залежить від ліганду; а отже, передбачається для кращого використання для годівлі тварини використовувати амінокислоти та інші дрібні молекули з полегшеним доступом до клітини.

Крім того вони проникають крізь клітинні мембрани, а їх іони металу в хелатній сполуці не потребують додаткової обробки і готові до засвоєння і ви-

користання клітинами макроорганізму (Sandstrom, 1992).

В даний час мінеральні хелати дорожчі за традиційні мінеральні добавки. Однак є ознаки на те, що принаймні в деяких ситуаціях хелатні мінерали можуть досягти біологічних цілей краще, ніж неорганічні джерела (Patton, 1997).

Як свідчать результати досліджень зарубіжних авторів (Talba et al., 2011; Supakatisant & Phupong, 2015; Gayathri & Panda, 2018), застосування в годівлі органічних мікроелементів поліпшує перетравність і засвоєння поживних речовин, підвищує продуктивність тварин і птиці та зменшує затрати корму на продукцію. Використання металохелатів, як джерел мінеральних елементів, обумовлює використання Нітрогену, збільшує синтез білка, і, як наслідок, знижує витрати корму на продукцію.

Ряд авторів повідомляють, що додавання хелатних мікроелементів у раціон птиці покращує показники продуктивності, стан здоров'я птиці та якість м'яса. Показники продуктивності несучок та яєчної шкаралупи покращилася після добавки метіоніну Купруму у порівнянні з продуктивністю птиці, якій додавали в раціон сульфат Купруму (Yenice et al., 2015).

Серед курчат з добавкою хелатних мікроелементів спостерігалось значне збільшення приросту маси тіла, відкладення мінеральних речовин у тканині та імуні-

тету, поряд з покращенням коефіцієнту перетравлення корму порівняно з курчатами, які отримували неорганічні мікроелементи у подібній дозі (Rao et al., 2016).

Відмічено покращення коефіцієнту перетравлення корму у курчат, яких годували раціоном збагаченим органічними мінеральними речовинами, порівняно з тими, яким згодовували неорганічні мікроелементи (1,63 проти 1,74) (Yenice et al., 2015).

Мета дослідження

Мета дослідження – вивчити вплив різних доз протеїнату купруму на перетравність поживних речовин, баланс Нітрогену, конверсію корму та продуктивність курчат-бройлерів, порівняно з сульфатом купруму.

Матеріал і методи досліджень

Відповідно до мети дослідження, у 2021 році був проведений науково-господарський дослід на курчатах-бройлерах кросу “Кобб-500”. Для дослідів було відібрано 150 голів курчат-бройлерів, яких розподілили на 3 групи по 50 голів у кожній, з однаковою кількістю півників і курочок. Схема дослідів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідів на курчатах-бройлерах

Група	Вік, діб			
	5–21	22–35	36–42	5–42
1 контрольна	Добавка на 1 т комбікорму, г			
	Купруму за рахунок сульфату			
2 дослідна	Купруму за рахунок протеїнату			
	18,2	16,8	12,0	16,5
3 дослідна	13,9	12,6	9,0	12,5

Впродовж дослідів курчат-бройлерів усіх піддослідних груп годували повнораціонними комбікормами у відповідності з їх віковими періодами росту (5–21, 22–35, 36–42 діб). Напували курчат водою за допомогою ніпельних напувалок. Під час дослідів тривалість світлового дня становила 24 год. за інтенсивності освітлення 5 лк, температура в приміщенні, яку фіксували щоденно, була в межах норми впродовж всього дослідів. Балансовий дослід з вивчення перетравності поживних речовин корму і балансу Нітрогену, проводили на фоні науково-господарського експерименту. Балансовий дослід проводили індивідуальним методом на 3-х курчатах-бройлерах з кожної піддослідної групи, аналогів за статтю упродовж 8 діб, з яких 3 – підготовчі і 5 – облікові. В обліковий період враховували кількість спожитого курчатами комбікорму та виділеного посліду. Зразки посліду відбирали для аналізу і консервували 20 % розчином соляної кислоти з розрахунку 5 мл на 100 г маси зразка.

У науково-господарському експерименті вивчали збереженість поголів'я, споживання корму і затрати його на приріст, динаміку живої маси та показники середньодобових приростів птиці.

Отримані матеріали дослідів обробляли за стандартними методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statistica. Достовірність різниці у показниках між дослідними і контрольною групами птиці вважали статистично вірогідними: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Результати та їх обговорення

Згодовування протеїнату купруму курчатам-бройлерам 2-ї і 3-ї дослідних груп зумовлювало підвищення перетравності поживних речовин в них, у місячному віці, однозначно в усіх групах, порівняно з контролем (табл. 2).

Таблиця 2

Перетравність поживних речовин у курчат-бройлерів, %

Показник	Групи		
	контрольна	дослідні	
	1	2	3
Сирий протеїн	83,2 ± 0,68	88,4 ± 0,89*	86,9 ± 0,56*
Сирий жир	74,4 ± 0,71*	77,6 ± 0,90*	76,7 ± 0,43*
Сира клітковина	17,9 ± 0,32	18,7 ± 0,30**	18,5 ± 0,23**
БЕР	84,3 ± 0,55	89,7 ± 0,60*	86,2 ± 0,34*

Примітка. Тут і далі – дослідні порівняно з контролем: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001

Як показали результати досліджень (табл. 2), коефіцієнти перетравності сирого протеїну у курчат-бройлерів дослідних груп переважали контрольних аналогів на 4,5–6,2 % (P < 0,05), сирого жиру – 3,1–4,3 % (P < 0,05), сирої клітковини – 3,5–4,4 % (P < 0,01) і БЕР – на 2,2–6,4 % (P < 0,05).

Щодо перетравності сирої клітковини, то з усіх поживних речовин вона перетравлювалася найгірше – лише на 17,9–18,7 %. Що стосується безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), які відносяться до групи легкоперетравних, то коефіцієнти перетравності їх були майже на одному рівні з перетравністю сирого протеїну і коливалися від 84,3 % у контрольній групі до – 89,7 % у 2-й дослідній групі.

Серед дослідних груп кращими показниками перетравності сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини і БЕР відзначаються бройлери 2-ї дослідної групи, яким згодовували протеїнат купруму у кількості 16,5 г/т комбікорму.

Доза протеїнату купруму 12,5 г/т комбікорму, яку використовували в комбікормі 3-ї дослідної групи, покращила також коефіцієнти перетравності сирого протеїну, жиру і клітковини та БЕР у бройлерів порівняно з контрольною групою, відповідно, на 4,5; 3,1;

3,5 та 2,2 % (P < 0,05), проте не мали істотних переваг перед їх ровесниками з 2-ї дослідної групи.

Однозначність поліпшення перетравності поживних речовин у всіх без винятку дослідних групах бройлерів, порівняно з контролем, дає підстави стверджувати про позитивний вплив протеїнату, як джерела Купруму.

Поряд з перетравністю, для ефективного використання кормів, надто важливе значення має ступінь засвоєння поживних речовин корму в організмі, оскільки це є одним із найвагоміших чинників забезпечення високого рівня продуктивності птиці. Відомо, що ступінь конверсії кормового протеїну в білок тканин організму впливає на інтенсивність росту курчат-бройлерів і залежить від надходження повноцінного протеїну в їх організм. Тому, дослідження балансу Нітрогену дозволяє більш глибоко оцінити характер обміну білка, виявити його залежність від факторів зовнішнього впливу, зокрема, від збалансованості раціону за поживними і біологічно активними речовинами. Аналіз експериментальних даних досліджу показав, що баланс Нітрогену був додатним у всіх групах (табл. 3).

Таблиця 3

Середньодобовий баланс Нітрогену у курчат-бройлерів, г/добу

Показник	Групи		
	контрольна	дослідні	
	1	2	3
Спожито	3,66 ± 0,454	3,79 ± 0,344	3,62 ± 0,437
Виділено з послідом	1,68 ± 0,212	1,38 ± 0,169	1,36 ± 0,216
Відкладено в тілі	1,98 ± 0,112	2,41 ± 0,064***	2,26 ± 0,830***
У % до контролю	100,0	121,7	114,1
У % від спожитого	54,07 ± 2,1	63,59 ± 1,9	62,43 ± 2,2
± до контролю	–	+9,52	+8,36

У курчат-бройлерів 2-ї і 3-ї дослідних груп, порівняно з контрольними ровесниками, щодобові відкладення Нітрогену були вищими, відповідно, на 21,7 і 14,1 % (P < 0,001). Щоправда, варто зазначити, що підвищення рівня утриманого в організмі Нітрогену було неадекватним дозам протеїнату купруму. Якщо за дози 16,5 г/т комбікорму відкладення Нітрогену в тілі бройлерів 2-ї дослідної групи зростали проти контролю на 21,7 %, то за дози 12,5 г/т комбікорму це зростання було на рівні 14,1 %. Порівняння кількості утриманого Нітрогену в організмі курчат 2-ї і 3-ї дослідної груп між собою показує, що воно було вищим на 0,15 г в курчат-бройлерів 2-ї дослідної групи. Це

дає підставу стверджувати, що стимулюючий ефект збільшення засвоєння Нітрогену в організмі бройлерів максимально реалізується вже за дози протеїнату купруму 16,5 г/т, яку можна у даному разі вважати оптимальною.

Покращення перетравності поживних речовин і балансу Нітрогену під впливом протеїнату купруму зумовило кращу збереженість та інтенсивність росту курчат-бройлерів дослідних груп. Зокрема, збереженість поглов'я птиці у 2-ї і 3-ї дослідних групах становила 98,5–97,9 % проти 92,8 % у контролі. Дані обставини є приводом для ствердження щодо можливості заміни сульфату купруму у раціонах курчат-

бройлерів на протеїнат купруму. За загальною оцінкою отриманих результатів, кращий ефект було відзначено за дози протеїнату купруму 16,5 г/т комбікорму.

Висновки

Додавання протеїнату купруму 16,5 г/т комбікорму впродовж 42 діб справляє позитивний вплив на перетравність поживних речовин (сирий протеїн, жир, клітковина і БЕР) та засвоєння Нітрогену, що, у свою чергу, сприяє покращенню збереженості погोलів'я птиці та підвищенню середньодобового і абсолютного приросту живої маси тіла курчат за одночасного зменшення затрат корму на приріст.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bitjuc'kyj, V. S. (2007). Biotehnologija oderzhannja kompleksnyh antyanemichnyh preparativ ta i'h zastosuvannja dlja korekcii' adaptyvnyh system organizmu porosjat v postnatal'nomu ontogenezi: avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja d-ra s.-g. nauk: spec. 03.00.20 "Biotehnologija". Bila Cerkva (in Ukrainian).
- Gayathri, S. L., & Panda, N. (2018). Chelated minerals and its effect on animal production: A review. *Agric. Rev.*, 39(4), 314–320. URL: <https://arccarticles.s3.amazonaws.com/arcc/Final-attachment-published-R-1823.pdf>.
- Ibatullin, I. I. (2007). *Godivlja sil'skogospodars'kyh tvaryn: pidruchnyk Vinnycja: "Nova knyga"* (in Ukrainian).
- Jiang, H., Wang, Z., Ma, Y., Qu, Y., Lu, X., Luo, H. (2015). Effects of dietary lycopene supplementation on plasma lipid profile, lipid peroxidation and antioxidant defense system in feedlot Bamei lamb. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 28(7), 958–965. DOI: 10.5713/ajas.14.0887.
- Levyck'kyj, T. R. (2003). Problemy kontrolju jakosti kormovyh dobavok ta premiksiv pry i'h vyrobnyctvi ta zastosuvanni. Stan ta perspektyvy rozvytku kombikormovogo vyrobnyctva Ukraїny: I Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija "Ukraїna – Kombikormy 2003". Kyїv, 31–36 (in Ukrainian).
- Orobchenko, O. L., Roman'ko, M. Ye., Paliy, A. P., Dotsenko, R. V., Morozenko, D. V., Glijeva, K. V., Doletskyi, S. P. and Palii, A. P. (2020). Evaluation of Ag, Cu, Fe and MnO₂ nanoparticle mixture effect on histomorphological state of internal organs and tissues in laying hens. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 165–174. DOI: 10.15421/2020_184.
- Ostapyuk, A. Y., & Gutyj, B. V. (2020). Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 42–46. DOI: 10.32718/ujvas3-1.08.
- Patton, R. (1997). Efficacy of chelated minerals: review of literature. *Proceedings of the 2nd Conference of the Nutrition Advisory Group of the 160 American Zoo and Aquarium Association on Zoo and Wildlife Nutrition*, 1997 16- 19 out; Ft. Worth, Texas. EUA; 1979. P.14-31.
- Provatorov, G. V., & Provatorova, V. O. (2004). *Godivlja sil'skogospodars'kyh tvaryn*. Sumy: Universytets'ka knyga (in Ukrainian).
- Rao, S. R., Prakash, B., Raju, M. V., Panda, A. K., Kumari, R. K., & Reddy, E. P. (2016). Effect of supplementing organic forms of zinc, selenium and chromium on performance, antioxidant and immune responses in broiler chicken reared in tropical summer. *Biol. Trace Elem. Res.*, 172(2), 511–520. DOI: 10.1007/s12011-015-0587-x.
- Sahac'kyj, M. I. (2006). *Tehnologija vyrobnyctva produkcii' ptahivnyctva: pidruchnyk*. Vinnycja: Nova Knyga (in Ukrainian).
- Sandstrom, B. (1992). Dose dependence of zinc and magnesium absorption in man. *Proceedings of the Nutrition Society*, 51, 211–218.
- Seo, S. H., Lee, H. K., Lee, W. S., Shin, K. S., & Paik, I. K., (2008). The effect of level and period of Femehtionine chelate supplementation on the iron content of broiler meat. *Asian-australas. J. Anim. Sci.*, 21, 1501–1505. DOI: 10.5713/ajas.2008.80085.
- Smetanina, O. V., Ibatulin, I. I., & Bomko, V. S. (2016). Vplyv zmishanoligandnogo kompleksu Kobal'tu na peretravnist' pozhyvnyh rehovyn vysokoproduktyvnyh koriv golshtyns'koi' porody nimec'koi' selekcii'. *Naukovyj visnyk L'viv'skogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotehnologij im. S.Z. G'zhyc'kogo*, 18(1(65), 130–134 (in Ukrainian).
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Nedashkivsky, V. M., Kachan, L. M., Karkach, P. M., Nedashkivska, N. V., Poroshinska, O. A., Stovbetska, L. S., Emelyanenko, A. A., Shmayun, S. S., & Guta, Z. A. (2020). Selenium in natural environment and food chains. A Review. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 148–158. DOI: 10.15421/2020_182.
- Sobolev, O. I., Lisohurska, D. V., Pyvovar, P. V., Topolnytskyi, P. P., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Liskovich, V. A., Verkholiuk, M. M., Petryszak, O. Y., Kuliaba, O. V., Golodiuk, I. P., Naumjuk, O. S., Petryszak, R. A., & Dutka, H. I. (2021). Modeling the effect of different dose of selenium additives in compound feed on the efficiency of broiler chicken growth. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 292–299. DOI: 10.15421/2021_113.
- Sunder, G. S., Panda, A. K., Gopinath, N. C. S., Rao, S. V. Rama, Raju, M. V. L.N., Reddy, M. R., Kumar, Ch. V. (2007). Effects of Higher Levels of Zinc Supplementation on Performance, Mineral Availability, and Immune Competence in Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1), 79–86. DOI: 10.3382/japr.2007-00029.
- Supakatisant, C., & Phupong, V. (2015). Oral magnesium for relief in pregnancy induced leg cramps: a randomised controlled trial. *Matern. Child Nutr.*, 11(2), 139–145. DOI: 10.1111/j.1740-8709.2012.00440.x.
- Sychov, M., Ilchuk, I., Umanets, D., Kuzmenko, O., & Orishchuk, O. (2022) Slaughter parameters of broiler chickens at different levels and ratios of arginine and

- lysine in the compound feed. *Acta Fytotechnica et Zootechnicathis link is disabled*, 25(4), 285–293. DOI: 10.15414/afz.2022.25.04.285-293.
- Talba, T., Shui, X. W., Cheng, Q., & Tian, X. (2011). Antidiabetic effect of glucosaminic acid cobalt (II) chelate in streptozotocin induced diabetes in mice. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.*, 4, 137–140. DOI: 10.2147/DMSO.S18025.
- Vertijchuk, A. I., & Gljebova, Ju. A. (2012). Vplyv godivli ptyci na jakist' produkci'. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy*. Ser.: Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnyctva, 179,136–142 (in Ukrainian).
- Yegani, M., & Korver, D. R. (2010). Application of egg yolk antibodies as replacement for antibiotics in poultry. *World's Poult. Sci. J.*, 66, 27–37. DOI: 10.1017/S0043933910000048.
- Yenice, E., Mizrak, C., Gultekin, M., Zafer, A. T., & Tunca, M. (2015). Effects of dietary organic or inorganic manganese, zinc, copper and chrome supplementation on the performance, egg quality and hatching characteristics of laying breeder hens. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 62(1), 63–68. URL: <http://vetjournal.ankara.edu.tr/en/download/article-file/657958>.