



Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC

Blood parameters and productivity of cross Cobb-500 chicken broilers after adding feed supplement of calcium butyrate to the diet

I.V. Ahafonov, V. G. Yefimov, D.M. Sofonova

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 20.04.2018

Received in revised form
27.04.2018

Accepted 3.05.2018

*Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Sergii Efremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine
Tel. +38056-236-17-14
E-mail:*

yefimov.v.h@dsau.dp.ua

A large amount of feed additives is currently used in poultry feeding. Common among them are preparations containing butyric acid salts, particularly sodium butyrate and calcium butyrate, which have a positive effect on the bacterial population in the digestive tract and stimulate a nonspecific resistance of the birds. The objective of the work was to determine the effect of the feed supplement of calcium butyrate on the biochemical parameters and morphological composition of blood, as well as the productivity of chicken broilers of cross Cobb-500. To conduct the experiment based on the principle of similar groups, two groups of animals were formed: control and experimental, 60 heads each. Birds of the experimental group, starting from day 10 and until day 45 of age had general diet complemented by “Globamax 1000” feed supplement produced by “Global Nutrition” (France) in the amount of 100 g per 100 kg of mixed fodder. The diet of both groups were balanced according to the needs described for the Cobb-500 cross. The poultry was kept under the same conditions and selected from one batch of incubation for conducting the research. Blood samples were shedded from the subclavian vein on the 45th day of life from 5 animals of each group. As a result of the research, it was found that the use of the feed supplement resulted in a significant increase in the content of total protein of blood serum of chicken broilers by 17.8% ($P < 0.05$), albumins by 14.5%, globulins by 20.2% ($P < 0.05$) and uric acid by 52.3% ($P < 0.05$). The content of total calcium in the blood serum of chicken broilers receiving “Globamax 1000” was 29.5% ($P < 0.05$) higher compared to the control group, while the level of activity of alkaline phosphatase increased by 19.9%. It was established that the feed supplement positively affects the growth of broilers and the growth of live weight. Hence on the 45 th day of age the mass of chicken broilers in the experimental group was 13.8% bigger compared to control group. Based on the research, it was found that the use of calcium butyrate in the form of a feed supplement “Globamax 1000” for chicken broilers increases the anabolic processes in the bird organism, increases the level of resistance of chicken broilers and improves the assimilation of nutrients from feed.

Key words: blood parameters; poultry productivity; chicken broilers; calcium butyrate

Показники крові та продуктивність курчат-бройлерів кросу Кобб-500 за впливу кормової добавки бутирату кальцію

I.V. Агафонов, В.Г. Єфімов, Д.М. Софонова

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Нині в годівлі птиці використовують значну кількість кормових добавок. Поширеними серед них є препарати, що містять солі масляної кислоти, зокрема бутират натрію і кальцію, що позитивно впливають на популяцію бактерій травного каналу та стимулюють неспецифічну резистентність птиці. Мета роботи – встановити вплив кормової добавки бутирату кальцію на біохімічні показники та морфологічний склад крові, а також продуктивність курчат-бройлерів кросу Кобб-500. Для проведення дослідів сформовано дві групи тварин: контрольну та дослідну, по 60 курчат у кожній за принципом аналогічних груп. Птиці дослідної групи, починаючи з 10-ої по 45-у добу життя, до

Citation:

Ahafonov, I.V., Yefimov, V. G. & Sofonova, D.M. (2018). Blood parameters and productivity of cross Cobb-500 chicken broilers after adding feed supplement of calcium butyrate to the diet. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 6(2), 19–24.

загального раціону вводили кормову добавку “Globamax 1000” виробництва “Global Nutrition” (Франція) в розрахунку 100 г на 100 кг комбікорму. Раціони годівлі курчат обох груп були збалансованими згідно потреб, описаних для кросу Кобб-500. Птиця відібрана для проведення досліджень з однієї партії інкубації, утримувалась в однакових умовах. Відбір проб крові проводили з підкрильцевої вени на 45-ий день життя, з кожної групи по 5 тварин. У результаті досліджень встановлено, що впоювання добавки призвело до вірогідного зростання вмісту загального білка сироватки крові бройлерів на 17,8% ($P < 0,05$), альбумінів – на 14,5%, глобулінів – на 20,2% ($P < 0,05$) та сечової кислоти – на 52,3% ($P < 0,05$). Вміст загального кальцію в сироватці крові курчат, що отримували “Globamax 1000”, був на 29,5% ($P < 0,05$) вище порівняно з контролем, одночасно з підвищенням рівня активності лужної фосфатази – на 19,9%. З’ясовано, що кормова добавка позитивно впливає на ріст бройлерів і на прирости живої маси. Так на 45-ту добу життя маса курчат дослідної групи була на 13,8 % більше порівняно з контролем. На підставі досліджень встановлено, що застосування бутирату кальцію у вигляді кормової добавки “Globamax 1000” курчатам-бройлерам призводить до посилення анаболічних процесів у організмі птиці, підвищує рівень резистентності курчат і покращує засвоєння поживних речовин із кормів.

Ключові слова: показники крові; продуктивність птиці; курчата-бройлери; бутират кальцію

Вступ

Світове та вітчизняне птахівництво є найбільш провідною галуззю агропромислового комплексу, що забезпечує населення високоякісними продуктами тваринного походження і займає вагомую частку в загальному обсязі виробництва м’яса. 89% сформованої структури виробництва м’яса птиці становить м’ясо бройлерів, 6% – технологічне вибракування яєчних курей і 5% – індички, гуси, качки (Nikolaev et al., 2013; Soiuz ptakhivnykiv Ukrainy, 2018).

Технологія вирощування бройлерів потребує найшвидшого отримання максимальної продуктивності птиці за короткий час і підвищення якості продукції. Фактично, висока рентабельність галузі вимагає підтримки необхідного рівня метаболізму птиці, що має важливе значення для розвитку організму та кісткової системи молодняку, а також продуктивності дорослого поголів’я. На тлі цього, суттєво зростає значення кормів, що повинні задовольняти потреби птиці в білках, мінеральних речовинах, вітамінах і інших біологічно активних сполуках, забезпечуючи реалізацію її генетичного потенціалу (Ruban and Mykytiuk, 2015; Sevostyanova, 2016; Yefimov et al., 2017).

Генетична спрямованість кросу Кобб-500 дає змогу швидко отримати необхідну кількість живої забійної маси за досить короткий термін. Звісно, за таких умов фізіологічні процеси інтенсивного росту птиці потрібно не лише забезпечити необхідною кількістю доступних поживних речовин, але й віднайти засоби, здатні підвищити прирости за оптимально збалансованого раціону (Babayants et al., 2007; Tsap, 2012).

Сьогодні в годівлі птиці використовується значна кількість кормових добавок, придатних в якості джерела кальцію. Вони мають широкий спектр біологічної дії, яку більшість авторів пов’язує з високими адсорбційними, іонообмінними та каталітичними властивостями (Nesterov et al., 2012; Yegorov and Malaki, 2013).

Поряд із цим, останнім часом показано ефективність застосування у птахівництві органічних кислот, що стабілізують мікробіологічний баланс травного каналу птиці, мають імуностимулюючу дію та сприяють виробленню травних ензимів. Найпоширенішими із них є препарати, що містять солі масляної кислоти, зокрема, бутират натрію та кальцію (Medvedskiy et al., 2012; Sikandar et al., 2017; Song et al., 2017).

У літературі є значна кількість робіт щодо впливу солей масляної кислоти на показники якості м’яса птиці та яйценосність, міцність шкаралупи птиці яєчних кросів, збереженість і виводимість молодняку, прирости маси тіла (Podobed, 2013; Okolelova et al., 2014; Sikandar et al., 2017). Проте, відсутні дані щодо їх комплексного впливу на перебіг обмінних процесів і стан системи гемопоезу організму курчат-бройлерів.

Тому **мета** роботи – встановити вплив кормової добавки бутирату кальцію на біохімічні показники та морфологічний склад крові, а також продуктивність курчат-бройлерів кросу Кобб-500.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили на курчатах-бройлерах кросу Кобб-500 в АФ “Приют” Магдалинівського району Дніпропетровської області. Показники біохімічного та морфологічного складу крові визначали в лабораторії клінічної біохімії Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Для проведення досліду за принципом аналогічних груп сформовано дві групи тварин: контрольну та дослідну, по 60 курчат у кожній. Птиці дослідної групи, починаючи з 10-ої по 45-у добу життя, до загального раціону вводили бутират кальцію у вигляді комерційної кормової добавки “Globamax 1000” виробництва “Global Nutrition” (Франція) в розрахунку 100 г на 100 кг комбікорму.

До складу комерційного препарату “Globamax 1000” входить: інкапсульований бутират кальцію – 33%, лактат кальцію – 30%, бентоніт – 37%.

Раціони годівлі курчат обох груп збалансовані згідно потреб, описаних для кросу Cobb-500 (Broiler Performance & Nutrition Supplement, 2015).

Птиця відібрана для проведення досліджень з однієї партії інкубації, утримувалась в однакових умовах. Відбір проб крові проводили з підкрильцевої вени на 45-ий день життя, з кожної групи по 5 тварин.

Біохімічні показники крові визначали автоматичним біохімічним аналізатором “Miura” (Італія) з використанням наборів реагентів High Technology (США), PZ Cormay S.A. (Польща) та Spinreact S.A. (Іспанія).

Гематологічні показники у стабілізованій ЕДТА крові визначали: гемоглобін –

ціангемоглобіновим методом, кількість еритроцитів і лейкоцитів – шляхом підрахунку у камері Горяєва, гематокрит – методом мікроцентрифугування, еритроцитарні індекси – розрахунково. Для виведення лейкограми готували мазки крові за Паппенгеймом: фіксували розчином еозину метиленового синього за Май-Грюнвальдом і в подальшому фарбували за Романовським-Гімза.

Отримані експериментальні дані статистично опрацьовували з розрахунком критерію вірогідності за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel з використанням вбудованих статистичних функцій.

Результати та їх обговорення

Наведені біохімічні показники сироватки крові бройлерів контрольної та дослідної груп на момент забою в 45-ти добовому віці (табл. 1).

Таблиця 1.

Біохімічні показники крові курчат бройлерів при згодовуванні кормової добавки “Globamax 1000”, $M \pm m$, $n=5$

Показники	Група тварин		Фізіологічне значення
	Контрольна	Дослідна	
Загальний білок, г/л	29,2 ± 1,53	34,4 ± 1,56*	29 - 40
Альбуміни, г/л	12,4 ± 0,75	14,2 ± 0,58	13 - 19
Глобуліни, г/л	16,8 ± 0,86	20,2 ± 1,16*	12 - 26
Білковий коефіцієнт, од.	0,74 ± 0,02	0,70 ± 0,03	0,5 - 0,9
Сечова кислота, мкмоль/л	226,0 ± 33,85	344,2 ± 37,62*	300 - 800
Креатинін, мкмоль/л	57,6 ± 5,93	62,4 ± 7,75	36 - 120
АСТ, Од/л	248,4 ± 13,32	257,6 ± 26,9	200 - 450
АЛТ, Од/л	9,4 ± 1,25	8,2 ± 1,28	7 - 20
Лужна фосфатаза, Од/л	1712,2 ± 277,11	2054,0 ± 206,48	2000 - 3000
Глюкоза, ммоль/л	13,5 ± 0,50	12,6 ± 0,21	12 - 17
Загальний кальцій, ммоль/л	2,44 ± 0,19	3,16 ± 0,24*	2,5 - 3,5
Неорганічний фосфор, ммоль/л	3,2 ± 0,20	3,5 ± 0,08	2 - 3
Загальні ліпопротеїди, мг/100 мл	759,0 ± 55,69	775,2 ± 44,28	00 - 2000

Примітка: * – $P < 0,05$ у відношенні до контролю

Проведені дослідження свідчать, що всі біохімічні показники перебували в межах фізіологічних значень (Vlizlo et al., 2012; Café et al., 2012; Nasonov et al., 2014).

Згодовування кормової добавки призвело до підвищення рівня загального білка сироватки крові бройлерів дослідної групи порівняно з контролем на 17,8% ($P < 0,05$). Напевно, це пов'язано зі стимулюючим впливом на ріст кишкових ворсинок, а також продукцію травних ензимів (Podobed, 2013). Такі зміни ведуть до збільшення поглинаючої поверхні кишечника та зростання перетравності і засвоюваності протеїну кормів, відповідно, та до посилення білкового обміну в дослідних курчат. Здатність впливати на перебіг травних процесів, а саме через них і на

перетравність та засвоюваність поживних речовин із корму, описано для добавок масляної кислоти (Medvedskiy et al., 2012; Okolelova et al., 2014) і узгоджується з одержаними даними.

Аналіз вмісту окремих білкових фракцій у сироватці крові показує, що рівень альбумінів дещо вищий за показники контрольної групи (на 14,5%). Імовірно, це пов'язане як з покращенням амінокислотного обміну на етапі абсорбції, так і з вищим рівнем синтетичної активності печінки. Рівень альбумінів є прогностичним показником, що має тісний зв'язок із приростами м'язової тканини, що узгоджується з літературними даними (Pustova, 2005) та співпадає з підвищенням приростів маси в наших дослідженнях.

При дослідженні рівню глобулінів встановлено його зростання в сироватці крові курчат дослідної групи (на 20,2% при $P < 0,05$). Напевне, це пов'язано з участю білків сироватки в синтезі структурних білків лімфоїдних органів і в підтримці стабільності конформаційної структури імуноглобулінових рецепторів (Nikolaev et al., 2013). Поряд із цим, позитивна дія масляної кислоти на мікробну популяцію травного каналу веде до посиленого росту пробіотичних мікроорганізмів та, як наслідок, підвищення імунологічної реактивності та природної резистентності тварин (Sikandar et al., 2017), що підтверджують одержані результати.

У птахів сечова кислота є кінцевим продуктом обміну пуринів і білків, зокрема, вона синтезується з аміаку, оскільки ферменти орнітинового циклу у них відсутні (Hryban et al., 2001). За нашими даними, рівень сечової кислоти вірогідно вищий в сироватці крові бройлерів дослідної групи порівняно з контрольними на 52,3% ($P < 0,05$). На нашу думку, встановлені зміни є наслідком посилення не лише анаболічних процесів білкового обміну, але й катаболічних, адже висока швидкість росту та розвитку птиці потребує і швидшого оновлення білкових молекул, особливо, функціонального значення.

Таблиця 2.

Гематологічні показники крові курчат-бройлерів при згодовуванні кормової добавки "Globamax 1000", $M \pm m$, $n=5$

Показники	Група тварин		Фізіологічне значення
	Контрольна	Дослідна	
Гемоглобін, г/л	102,4 ± 6,76	105,2 ± 2,87	81-110
Гематокрит, %	29,6 ± 1,17	31,8 ± 1,24	23,9-32,3
Еритроцити, Т/л	2,46 ± 0,09	2,66 ± 0,10	1,8-2,4
Лейкоцити, Г/л	14,88 ± 1,39	16,68 ± 0,90	10-40
Середній об'єм еритроциту, мкм ³	79,81 ± 1,08	75,68 ± 1,59	126-128
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/л	344,65 ± 12,02	346,07 ± 7,09	344-347
Лейкоцитарна формула, %			
Базофіли	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	1-3
Еозинофіли	1,6 ± 0,93	2,8 ± 1,07	6-10
Паличкоядерні гетерофіли	3,0 ± 0,63	1,8 ± 0,37	24-48
Сегментоядерні гетерофіли	39,4 ± 2,52	39,4 ± 1,29	
Лімфоцити	53,0 ± 3,66	52,2 ± 2,22	52-60
Моноцити	2,8 ± 0,58	3,6 ± 0,4	4-10

Виражені зміни встановлено і стосовно рівню окремих мінеральних елементів за дії добавки. Так, в сироватці крові курчат, які отримували "Globamax 1000", вища концентрація загального кальцію (на 29,5%, $P < 0,05$) і неорганічного фосфору (на 9,4%). Підвищення вмісту Кальцію у крові курчат-бройлерів дослідної групи не можна пояснити його додатковим надходженням в складі добавки, адже за її введення приріст вмісту Кальцію в раціоні не перевищує 1% від фактичного рівню елементу в комбікормі. Напевне, основною причиною є підвищення всмоктування Кальцію в тонкому кишечнику на тлі зниження рН в передніх відділах травного каналу за дії масляної кислоти (Okolelova et al., 2014, Melnychenko, 2015). Крім того, за високих темпів приросту маси кісток процеси резорбції кісткової тканини, поряд із процесами її мінералізації, також зростають (Yefimov et al., 2017). На нашу думку, про це також свідчить і тенденція до зростання активності лужної фосфатази.

Інші досліджені біохімічні показники дослідних курчат знаходились у межах фізіологічних значень і суттєво не відрізнялись від контрольної групи.

Морфологічні показники крові курчат теж були у межах фізіологічних значень і вірогідної різниці не мали (табл. 2). Проте, відзначили тенденцію до підвищення кількості еритроцитів і гемоглобіну порівняно з контролем, хоча це не супроводжувалося змінами еритроцитарних індексів. Дані зміни можуть вказувати на слабо виражений вплив кормової добавки "Globamax 1000" на стан системи еритроцитопоезу в організмі курчат.

Слід також відзначити, що застосування добавки не мало вірогідного впливу на кількість лейкоцитів периферичної крові, аналогічно, як і на частку гетерофілів та лімфоцитів у лейкоцитарній формулі. Очевидно, що добавка не має токсичної дії на лейкопоетичні процеси в червоному кістковому мозку та

імунокомпетентних органах і структурах мононуклеарної системи фагоцитів.

На певну увагу заслуговує дещо нижчий від фізіологічних значень рівень еозинофілів і моноцитів у лейкограмі курчат обох груп. Ми схильні вважати, що це є наслідком дії технологічних стрес-чинників на птицю в період її вирощування, а тенденцію до їх більшого рівня у дослідної птиці – розглядати як наслідок її кращої адаптаційної здатності.

У результаті проведених досліджень встановлено, що використання кормової добавки позитивно впливає на ріст бройлерів і на прирости живої маси (рисунок).

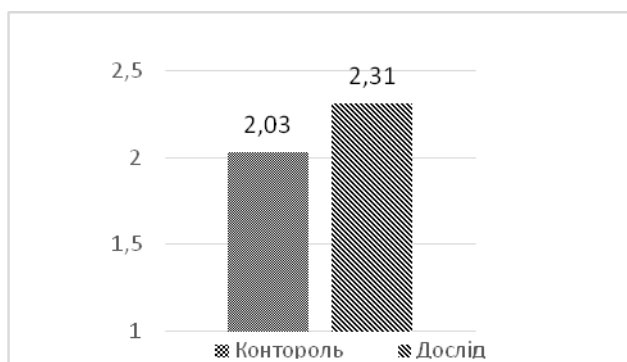


Рисунок. Середня маса тіла бройлерів за згодовування кормової добавки “Globamax 1000” при забої на 45-у добу життя, кг

На 45-ту добу життя маса курчат дослідної групи була на 13,8 % більше порівняно з контролем, що свідчить про посилення анаболічних процесів в організмі курчат дослідної групи та краще засвоєння поживних речовин із кормів.

Висновки

1. За дії кормової добавки “Globamax 1000” спостерігається посилення анаболічних процесів і підвищення рівня резистентності курчат-бройлерів, що проявляється збільшенням вмісту загального білка – на 17,8%, альбумінів – на 14,5%, глобулінів – на 20,2%, сечової кислоти – на 52,3% та маси тіла на момент забою – на 13,8%.

2. Кормова добавка має позитивний вплив на кальцій-фосфорний обмін, що виявляється підвищенням у межах фізіологічних значень рівню загального кальцію – на 29,5% та активності лужної фосфатази – на 19,9%.

Перспективи подальших досліджень полягають у подальшому з’ясуванні механізмів розвитку встановлених змін за дії добавок масляної кислоти. Доцільним є встановлення змін різних систем і органів в організмі курчат-бройлерів за впливу бутирату кальцію.

References

- Babayants, V., Shtele, A., & Popova, L. (2007). Sukhiy roslinnyy zhir Bergafat v godivli broyleriv. *Ptakhivnitstvo*, 9, 41–44 (In Ukrainian).
- Broiler Performance & Nutrition Supplement. (2015). Retrieved from <https://www.scribd.com/document/324176596/Cob-b500-Broiler-Performance-and-Nutrition-Supplement>
- Café, M.B., Rinaldi, F.P., Morais, H.R., Mundim, A.V., de Mattos Nascimento, M.R.B. & Marchinu, C.F.P. (2012). Biochemical blood parameters of broiler at different ages under thermoneutral environment. *World’s Poultry Science Journal*, 1, 143-146.
- Hryban, V.H., Chumak, V.O. & Nemyrovskiy, V.I. (2001). *Klinichna biokhimiia tvaryn*. Dnipropetrovsk (In Ukrainian).
- Medvedskiy, V.A., Kapitonova, Ye.A. & Kudryavtseva, Ya.P. (2012). Primenenie inkapsulirovannoy dobavki «ButiPerl» v broylernom ptitsevodstve. *Uchenye zapiski UO Vitebskaya GAV*, 48(2), 104-108 (In Russian).
- Melnychenko, Yu.O. (2015). Vplyv probiotychnykh preparativ na biokhimichni pokaznyky krovi kurchat-broyleriv. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva*, 1, 180-183 (In Ukrainian).
- Nasonov, I.V., Buyko, N.V., Lizun, R.P., Volikhina, V.Ye., Zakharnik, N.V. & Yakubovskiy, S.M. (2014). *Metodicheskie rekomendatsii po gematologicheskim i biokhimicheskim issledovaniyam u kur sovremennykh krossov*. Minsk (In Russian).
- Nesterov, V. D., Dobudko, A.N. & Boyko, I.A. (2012). Ispolzovanie novoy mineralnoy dobavki FAKS-2 v kormlenii kur-nesushek. *Zootekhnika*, 8, 20-21 (In Russian).
- Nikolaev, S.I., Lipova, Ye.A., Sherstyugina, M.A. & Shkrygunova, K.I. (2013). Effektivnost ispolzovaniya v ratsionakh tsyplyat-broylerov biologicheski aktivnykh veshchestv. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 4, 115-120 (In Russian).
- Okolelova, T.M., Mansurov, R.Sh., Shevyakov, A.N., Getkhal, L., Gorbakova, A.Ye. (2014). Effektivnost preparata Ovokrak (butirat kaltsiya) pri vyrashchivani broylerov. *Ptitsevodstvo*, 6, 31-34 (In Russian).
- Podobed, L.I. (2013). Vybory podkislitelya – osnova strategii effektivnogo, bezopasnogo i stabilnogo kormleniya. *Suchasne ptakhivnitstvo*, 7, 25-27 (In Russian).

- Pustova, N.V. (2005). *Selektsiino-henetychni ta biolohichni osoblyvosti kurei riznoi selektsii*. Kyiv: Liuksar (In Ukrainian).
- Ruban, N.O., & Mykytiuk, V.V. (2015). Zhymokyslotnyi i vitaminnyi sklad pechinky molodniaku husei za vykorystannia soniashnykovoho ta soievoho letsytynu. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 2(27), 139-143 (In Ukrainian).
- Sevostyanova, O.I. (2016). Razrabotka i kliniko-terapevticheskoe obosnovanie primeneniya vitaminno-mineralnogo kompleksa v ptitsevodstve. *Extended abstract of candidate's thesis*. Stavropol, Russia, 24 (In Russian).
- Sikandar, A., Zaneb, H., Younus, M., Masood, S., Aslam, A., Khattak, F., Ashraf, S., uhammad Shahbaz, M. Y. & Rehman, H. (2017). Effect of sodium butyrate on performance, immune status, microarchitecture of small intestinal mucosa and lymphoid organs in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(5), 690–699.
- Soiuz ptakhivnykiv Ukrainy. (2018).
- Song, B., Li, H., Wu, Y., Zhen, W., Wang, Z., Xia, Z., & Guo, Y. (2017). Effect of microencapsulated sodium butyrate dietary supplementation on growth performance and intestinal barrier function of broiler chickens infected with necrotic enteritis. *Animal Feed Science and Technology*, 232, 6–15.
- Tsap, S.V. (2012). Kormovi dobavky iz sukhykh roslynnykh zhyriv ta yikh vplyv na biokhimichni pokaznyky krovi kurchat. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 12, 137-140 (In Ukrainian).
- Vlizio, V.V. (Ed.). (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynnystvii ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk*. Lviv: SPOLOM (In Ukrainian).
- Yefimov, V., Kibal'chenko, V., Zavrina, S. & Spivak, M. (2017). Mineral content of bones of chickens cross Cobb-500 and Ross-308 of different age. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 5(1), 118-124.
- Yegorov, B.V., & Malaki, I.S. (2013). Analiz effektivnosti ispolzovaniya razlichnykh kaltsiysoderzhashchikh mineralnykh kormovykh dobavok v kormlenii selskokhozyaystvennoy ptitsy. *Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii*, 44(1), 38-40 (In Russian).
-