

ВПЛИВ ЦИТРАТІВ НАНОЧАСТИНОК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОТЕЇНОВОГО ОБМІНУ В ТКАНИНАХ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ТА ЇХ ПРОДУКТИВНІСТЬ

С. М. Медвідь, А. В. Гунчак, О. М. Стефанишин, А. Г. Пащенко
a_gunchak@ukr.net

Інститут біології тварин НААН,
вул. В.Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

Для максимальної реалізації генетичного потенціалу птиці нових порід і кросів сучасні технології промислового птахівництва передбачають повноцінне і збалансоване живлення за всіма поживними та біологічно активними речовинами. Важливе значення приділяється мінеральним речовинам, нестача або надлишок яких у раціонах може негативно впливати на ріст і розвиток молодняку, продуктивну і репродуктивну функції птиці, спричиняти захворювання, знижувати якість продукції птахівництва. Однак рівень засвоєння й накопичення мінеральних речовин залежить не тільки від фізіологічного стану птиці та кількості надходження тих чи інших елементів, але й від їхньої хімічної форми. Як добавка до раціонів особливої уваги заслуговують органічні сполуки біоелементів, отримані вибухово-ерозійним методом з використанням нанотехнології. Мікроелементи у наноцитратованій формі проявляють високу біологічну дію, краще засвоюються й активно використовуються у процесах обміну речовин.

У дослідях на курчатах-бройлерах кросу РОСС-308 досліджено ефективність застосування різних кількостей комплексу біогенних елементів (Mn, Zn, Fe, Cu, Co) у формі аквацитратів. Птиця контрольної групи одержувала мінеральний премікс, який містить перераховані вище біоеlementи у формі неорганічних солей сульфатної кислоти. Курчатам п'яти дослідних груп випоювали цитратний комплекс у кількостях, що в перерахунку на елемент становили, відповідно, 100, 75, 50, 25 та 10 % від їх вмісту в стандартному преміксі.

З'ясовано, що випоювання комплексу біогенних елементів (Mn, Zn, Fe, Cu, Co) у формі аквацитратів на заміну їх неорганічних солей в складі мінерального преміксу проявляло дозозалежний вплив на стан протеїнового обміну в тканинах курчат-бройлерів. Показано, що оптимальною була та кількість біоелементів в органічній формі, яка становила: Mn — 25,0; Zn — 15,0; Fe — 2,5; Cu — 0,63; Co — 0,25 г/т корму. При цьому зміни в організмі свідчать про стимулювальний вплив на протеїносинтезувальну функцію печінки та продуктивність курчат-бройлерів (маса тіла та середньодобові прирости).

Ключові слова: КУРЧАТА-БРОЙЛЕРИ, ПОКАЗНИКИ ПРОТЕЇНОВОГО ОБМІНУ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

THE IMPACT OF MICROELEMENT NANOPARTICLE CITRATES ON PROTEIN METABOLISM INTENSITY IN TISSUES OF BROILER CHICKEN AND THEIR PRODUCTIVITY

S. M. Medvid, A. V. Hunchak, O. M. Stefanyshyn, A. G. Pashchenko
a_gunchak@ukr.net

Institute of Animal Biology NAAS,
38 V. Stusa str., Lviv 79034, Ukraine

In order to use the fullest genetic potential of new poultry breeds and crossbreeds of, modern technologies of industrial poultry farming foresee comprehensive and balanced feed with all nutrients and biologically active substances. Significant attention is paid to mineral elements, as their deficiency or excess in diet may have a negative impact on growth and development of young birds, their fertility and reproductive functions, may cause illnesses and decrease quality of poultry. Yet, the level of microelement fixation and accumulation depends not only on the physiological condition of a bird and the amount of elements but also on the chemical formula. Organic compounds of bioelements obtained with the help of explosive erosion method with the use of nanotechnologies deserve recognition as supplement to the diet. Microelements in their nanocitrate form have high biological effects, better fixation levels and are actively used in metabolism processes.

In the experiments on the the ROSS-308 crossbred broiler chickens the effectiveness of the application of different amounts of complex of biogenic elements (Fe, Co, Mn, Cu, Zn) in the form of nanoaquacitrates

was investigated. The poultry of the control group received a mineral premix containing the mentioned above bioelements in the form of inorganic salts of sulfuric acid. For the chickens of the five experimental groups, the nanoaquacitrates complex was delivered in quantities according to the element: 100, 75, 50, 25 and 10 % of their content in the standard premix, respectively.

It has been established that feeding a complex of biogenic elements (Fe, Co, Mn, Cu, Zn) in the form of nanoaquacitrates instead of inorganic salts as part of mineral premix resulted in dosage-dependent impact on protein metabolism in tissues of broiler chicken. It has been shown that the optimal dosage of bioelements in their organic nanoform was: Mn — 25,0; Zn — 15,0; Fe — 2,5; Cu — 0,63; Co — 0,25 g/ton of feed. At the same time, changes in organism attest to stimulating effect on protein synthesis function of the liver and broiler chicken productivity (body weight and average daily weight gain).

Keywords: BROILER CHICKEN, PROTEIN METABOLISM INDICES, PRODUCTIVITY

ВЛИЯНИЕ ЦИТРАТОВ НАНОЧАСТОЧЕК МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОТЕИНОВОГО ОБМЕНА В ТКАНЯХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ

С М. Медвидь, А. В. Гунчак, О. М. Стефанышин, А. Г. Паценко
a_gunchak@ukr.net

Институт биологии животных НААН,
ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина

Для максимальной реализации генетического потенциала птицы новых пород и кроссов в современных технологических условиях ведения промышленного птицеводства предусматривается полноценное кормление, сбалансированное по всем питательным и биологически активным веществам. Большое значение уделяется минеральным веществам, недостаток или избыток которых в рационах может негативно влиять на рост и развитие молодняка, продуктивность и репродуктивную функцию птицы, вызывать заболевания, снижать качество птицеводческой продукции. Однако уровень усвоения и накопления минеральных веществ зависит не только от физиологического состояния птицы и количества поступления тех или иных элементов, но и от их химической формы. В качестве добавки в рационы птиц особого внимания заслуживают органические соединения биоэлементов, полученные взрывно-эрозионным способом с использованием нанотехнологии. Микроэлементы в цитратированной форме обладают высокой биологической активностью, лучше усваиваются и используются в процессах обмена веществ.

В опытах на цыплятах-бройлерах кросса РОСС-308 исследована эффективность применения различных количеств комплекса биогенных элементов (Mn, Zn, Fe, Cu, Co) в форме аквацитратов. Птица контрольной группы получала минеральный премикс, содержащий перечисленные выше биоэлементы в форме неорганических солей сульфатной кислоты. Цыплята пяти опытных групп получали цитратный комплекс в количествах в пересчете на элемент, соответственно, 100, 75, 50, 25 и 10 % от их содержания в стандартном премиксе.

Показано, что выпаивание комплекса биогенных элементов (Mn, Zn, Fe, Cu, Co) в форме аквацитратов на замену их неорганических солей в составе минерального премикса проявляло дозозависимый эффект касательно состояния протеинового обмена в тканях цыплят-бройлеров. Показано, что оптимальным было количество биоэлементов в органической форме, составляющее: Mn — 25,0; Zn — 15,0; Fe — 2,5; Cu — 0,63; Co — 0,25 г/т корма. При этом изменения в организме свидетельствуют о стимулирующем влиянии на белоксинтезирующую функцию печени и продуктивность цыплят-бройлеров (масса тела и среднесуточные приросты).

Ключевые слова: ЦЫПЛЯТА-БРОЙЛЕРЫ, ПОКАЗАТЕЛИ ПРОТЕИНОВОГО ОБМЕНА, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Запорукою перспективного розвитку птахівничої галузі є не тільки створення нових високопродуктивних кросів і ліній сільськогосподарської птиці, але й забезпечення умов для повної реалізації їхнього генетичного потенціалу.

Водночас здоров'я та продуктивність птиці регламентується повноцінною годівлею, збалансованою за всіма поживними та біологічно активними речовинами [2, 8]. Серед факторів годівлі важливу роль відіграють мінеральні ре-

човини, нестача або надлишок яких у раціонах птиці може негативно впливати на ріст і розвиток молодняку, продуктивну та репродуктивну функції птиці, спричиняти захворювання, знижувати якість птахівничої продукції.

Однак рівень засвоєння й накопичення мінеральних речовин організмом залежить не тільки від фізіологічного стану птиці та кількості надходження тих чи інших елементів, але й від їх хімічної форми. Тому особливе зацікавлення викликають органічні форми біогенних елементів, отримані вибухово-ерозійним методом з використанням нанотехнології [5]. Наукові публікації свідчать про стимулювальний вплив наносполук (неноаквахелатів) мікроелементів на перебіг метаболічних реакцій в організмі птиці [1, 6, 10]. Проте немає даних про вплив на засвоєння поживних речовин корму, їх конверсію у птахівничу продукцію. Тому актуальними є дослідження на різних видових і продуктивних групах птиці з метою встановлення впливу наноцитратів біоелементів на метаболічні процеси.

Метою роботи було з'ясувати вплив різних кількостей комплексної мінеральної добавки біоелементів (Mn, Zn, Fe, Cu, Co) у наноцитратованій формі до раціонів курчат-бройлерів на інтенсивність протеїнового обміну птиці та її продуктивність.

Матеріали і методи

Дослід провели на шести групах курчат-бройлерів кросу РОСС-308, починаючи з 10-добового віку, по 15 голів у кожній, із дотриманням рекомендованих технологічних параметрів. Вся птиця одержувала повнораціонний комбікорм (ПРК), збалансований за поживними і біологічно активними речовинами, відповідно до її віку та фізіологічного стану. До складу комбікорму входили: кукурудза, пшениця, шрот соняшниковий та соєвий, олія, крейда, сіль, монокальційфосфат та премікс. У 100 г комбікорму для курчат 0–14-добового віку містилось: обмінної енергії — 290 ккал, сирого протеїну — 22,09 %, сирого жиру — 4,34 % та сирій клітковини — 3,38 %; для курчат 14–28-добового віку: обмінної енергії — 300 ккал, сирого протеїну — 21,38 %, сирого жиру — 5,64 %, сирій

клітковини — 4,44 %; для курчат від 28-добового віку: обмінної енергії — 290 ккал, сирого протеїну — 22,09 %, сирого жиру — 4,34 % і сирій клітковини — 3,38 %.

При цьому в складі преміксу курчат контрольної групи мінеральні компоненти були у формі неорганічних солей сірчаної кислоти (табл. 1). Натомість птиці дослідних груп задавали комплекс мінеральних елементів (Mn, Zn, Fe, Cu, Co) у формі аквацитрату за схемою, представленою у табл. 1. Тобто бройлерам першої дослідної групи випоювали мікроелементи у кількості, еквівалентній їх вмісту в стандартному преміксі (СП). Відповідно, птиця другої-п'ятої дослідних груп з водою отримувала біоеlementи у формі аквацитратів, отриманих методом Косінова М. В. і Калуненка В. Г. [5] у кількостях, що становили 75, 50, 25 і 10 % від їхнього рівня в СП.

Таблиця 1

Кількість добавок мікроелементів на тону корму курчат-бройлерів
Number of micronutrient supplements per ton of feed for broiler chickens

Групи / Groups	Mn, г / g	Zn, г / g	Fe, г / g	Cu, г / g	Co, г / g
Контрольна Control	100,0	60,0	10,0	2,5	1,0
1 дослідна 1 st experimental	100,0	60,0	10,0	2,5	1,0
2 дослідна 2 nd experimental	75,0	45,0	7,5	1,88	0,75
3 дослідна 3 rd experimental	50,0	30,0	5,0	1,25	0,5
4 дослідна 4 th experimental	25,0	15,0	2,5	0,63	0,25
5 дослідна 5 th experimental	10,0	6,0	1,0	0,25	0,1

Було проведено забій курчат-бройлерів 42-добового віку і відібрано біологічний матеріал для досліджень — тканини печінки, підшлункової залози, слизової та хімусу дванадцятипалої кишки. У біологічному матеріалі визначали: вміст протеїнів за методом Лоурі, амінного азоту нінгідриновим методом, активність амінотрансфераз, лужної та кислої фосфатаз [9].

Статистичну обробку одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми *Statistica* для *Windows XP* з використанням

t-критерію Стьюдента (Г. Ф. Лакін, 1990). У досліді визначали ступінь вірогідності різниці (*P*) між відповідними досліджуваними показниками птиці контрольних груп та відповідними досліджуваними показниками птиці дослідних груп. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**) та $P < 0,001$ (***).

Результати й обговорення

За ефективного ведення птахівництва необхідно враховувати потребу птиці у поживних і біологічно активних речовинах, залежно від її виду, віку та фізіологічного стану [8]. Результати проведених досліджень свідчать про те, що форма і кількість введення мінеральних речовин у раціон курчат-бройлерів впливали на інтенсивність протеїнового обміну в їхньому організмі.

Встановлено, що вміст розчинних протеїнів у тканинах печінки та підшлункової залози збільшувався (табл. 2) у птиці всіх дослідних груп ($P < 0,01$ – $0,001$) порівняно з контролем. Зміни в печінці, отримані за дії комплексу цитратованих біоеlementів, обумовлені інтенсифікацією протеїносинтезувальних процесів, а в тканинах підшлункової залози — підвищенням синтезу гідролітичних ензимів, які також є протеїнами. При цьому вміст розчинних протеїнів у слизовій оболонці та хімусі дванадцятипалої кишки суттєво не змінювався.

Синтез тканинних протеїнів організму прямо залежний від кількості та якості протеїну, що надходить з кормом, адже протеїни корму є основним джерелом амінокислот, які використовуються для утворення протеїнів тканин і яєць. Їхній вміст у раціонах має вирішальне значення для забезпечення організму птиці пластичним матеріалом, необхідним для нормального метаболізму. Важливим показником, який свідчить про інтенсивність розщеплення і засвоєння протеїнів корму, є сумарний вміст вільних амінокислот у тканинах. Проведеними нами дослідженнями не виявлено вірогідних відмінностей між вмістом амінного азоту у тканинах птиці контрольної і дослідних груп.

Інтенсивність обміну протеїнів у різних тканинах можна оцінювати за результатами дослідження активності трансаміназ — ензимів, які каталізують реакцію трансамінування (переамінування). Ця реакція полягає в тому, що амінокислота і кетокислота обмінюються один з одним своїми функціональними групами при альфа-вуглецевому атомі. У результаті амінокислота перетворюється у відповідну альфа-кетокислоту, а кетокислота стає амінокислотою. Вважають, що активність амінотрансфераз є одним з індикаторів стану організму [2].

Встановлено (табл. 3), що активність аланінамінотрансферази (АлАт) у тканинах печінки курчат вірогідно зростала на 36,0 %, 26,6 % та 21,3 % ($P < 0,01$ – $0,001$) у птиці, яка з водою отримувала біоеlementи у формі аквацитрату в кількості, що становить 100 %; 75 % та 10 % від їх рівня в СП. У тканинах слизової оболонки зміни були аналогічними, проте в тканинах підшлункової залози активність АлАт вірогідно зростала лише у птиці 3-ї дослідної групи, а 5-ї — навпаки, знижувалась ($P < 0,5$).

Щодо зміни активності АлАт у хімусі дванадцятипалої кишки, то вірогідних міжгрупових різниць нами не встановлено, як не встановлено і змін активності аспартатамінотрансферази (АсАт) (табл. 4).

Показано, що заміна стандартного преміксу, який містить біоеlementи у неорганічній формі, на мінеральну добавку із цитратованою формою біоеlementів у тканинах печінки та

Таблиця 2
Вміст розчинного протеїну в тканинах курчат-бройлерів за додавання до раціону цитратів мікроelementів, мг/100 г ($M \pm m$, $n=5$)

The content of soluble protein in tissues of broiler chickens by adding to the diet citrates of trace elements, mg/100 g ($M \pm m$, $n=5$)

Групи / Groups	Печінка Liver	Підшлункова Pancreas
Контрольна Control	27,65±0,84	33,04±0,39
1 дослідна 1 st experimental	36,17±0,44***	40,17±0,51***
2 дослідна 2 nd experimental	36,87±0,59***	44,52±0,33***
3 дослідна 3 rd experimental	51,3±0,40***	49,39±0,33***
4 дослідна 4 th experimental	53,21±0,69***	44,35±0,61***
5 дослідна 5 th experimental	44,69±0,70***	37,49±0,82**

Таблиця 3

**Активність аланінамінотрансферази в тканинах курчат-бройлерів
за додавання до раціону цитратів мікроелементів, мкмоль/год×г (M±m, n=5)**
**The activity of alanin-aminotransferase in the tissues of broiler chickens
by adding to the diet citrates of trace elements, μmol/h×g (M±m, n=5)**

Групи / Groups	Підшлункова Pancreas	Слизова дванадцятипалої кишки Mucous of the duodenum	Хімус дванадцятипалої кишки Chyme of the duodenum	Печінка Liver
Контрольна Control	0,330±0,018	0,427±0,013	0,373±0,013	0,375±0,011
1 дослідна 1 st experimental	0,280±0,009*	0,478±0,010*	0,391±0,017	0,510±0,013***
2 дослідна 2 nd experimental	0,290±0,013	0,489±0,015**	0,396±0,012	0,475±0,011***
3 дослідна 3 rd experimental	0,315±0,013	0,449±0,016	0,388±0,011	0,384±0,014
4 дослідна 4 th experimental	0,330±0,009	0,436±0,011	0,318±0,008	0,370±0,009
5 дослідна 5 th experimental	0,360±0,010*	0,484±0,008**	0,384±0,01	0,455±0,017**

Таблиця 4

**Активність аспартатамінотрансферази в тканинах курчат-бройлерів
за додавання до раціону цитратів мікроелементів, мкмоль/год×г (M±m, n=5)**
**The activity of aspartate-aminotransferase in the tissues of broiler chickens
by adding to the diet citrates of trace elements, μmol/h×g (M±m, n=5)**

Групи / Groups	Підшлункова Pancreas	Слизова дванадцятипалої кишки Mucous of the duodenum	Хімус дванадцятипалої кишки Chyme of the duodenum	Печінка Liver
Контрольна Control	1,458±0,016	0,714±0,012	0,542±0,016	1,47±0,012
1 дослідна 1 st experimental	1,575±0,012***	0,880±0,016	0,573±0,012	1,21±0,016***
2 дослідна 2 nd experimental	1,469±0,015	0,763±0,012	0,562±0,011	1,57±0,014**
3 дослідна 3 rd experimental	1,471±0,012	0,732±0,012	0,560±0,012	1,43±0,016*
4 дослідна 4 th experimental	1,262±0,022	0,751±0,021	0,548±0,008	1,51±0,02**
5 дослідна 5 th experimental	1,194±0,012***	0,769±0,017	0,576±0,009	1,60±0,012**

підшлункової залози має подібний вплив як на активність АЛат, так і на активність АсАт.

Очевидно, застосовані дози органічних форм мікроелементів, які становлять 100 %; 75 % та 10 % від їх рівня в СП, призводять до інтенсифікації реакцій переамінування з участю аланіну. Однак особливістю обміну амінокислот в організмі птиці є превалювання реакцій, які відбуваються за каталізу АсАт.

Незважаючи на певні зміни активності амінотрансфераз, їх співвідношення (коефіцієнт де Рітиса) було у фізіологічних межах для кожної з досліджуваних нами тканин.

Лужна фосфатаза (ЛФ) — ензим з групи гідролаз, який впливає на процес відкладення

Кальцію в кістковій тканині, а також на транспорт і обмін ліпідів. У наших дослідженнях вірогідне підвищення активності лужної фосфатази у 2,5 разу в тканинах печінки (рис. 1) встановлено лише у курей 5-ї дослідної групи ($P<0,001$), хоча тенденцію до збільшення відзначено й у бройлерів 1-ї дослідної групи.

Зважаючи на те, що ЛФ вважають маркерним ензимом при захворюваннях печінки, можна зробити висновок, що кількість мікроелементів (100 і 10 % від рівня в СП) у формі наноцитратів, яку отримували курчата 1- та 5-ї дослідних груп, не відповідає потребам організму. Це підтверджується результатами попередніх досліджень у крові [4], адже актив-

ність ЛФ у сироватці крові становить загальну активність її ізозимів, які містяться в печінці, кістках, нирках, слизовій оболонці кишечника та плаценті. Показано, що за таких же умов активність ЛФ у крові бройлерів саме цих двох груп була вищою на 4,5 % ($P<0,05$) порівняно з аналогами контрольної групи.

Водночас у тканинах підшлункової залози птиці 1-ї, 2-ї та 5-ї груп активність ЛФ зростала ($P<0,05$ – $0,001$), відповідно, на 74,5 %; 40,4 % та 67,8 %, тоді як у хімусі дванадцятипалої кишки не зазнавала змін і була в межах 297,09–321,84 Од/л. У тканинах слизової облонки дванадцятипалої кишки активність ензиму вірогідно ($P<0,01$) збільшувалася в курчат 1-ї дослідної групи і становила $321,84 \pm 14,89$ Од/л проти $250,67 \pm 14,05$ Од/л у птиці контрольної групи.

Про метаболічні порушення в організмі може свідчити й підвищення активності кислої фосфатази, оскільки високий рівень ензиму виявляють при патологіях печінки, захворюваннях кісток та гематологічних захворюваннях, тоді як зниження активності кислої фосфатази не має клінічного значення. У наших дослідженнях встановлено, що активність кислої фосфатази в сироватці крові була у фізіологічних межах (7,12–9,54 Од/л) в курчат всіх груп (контрольної і п'яти дослідних) і вірогідно не змінювалась.

Впродовж досліді було проведено зважування птиці 15-, 42- та 56-добового віку. Встановлено (рис. 2), що на кінець досліді (56-добові бройлери), який відповідав періоду реалізації птиці на птахогосподарстві, найбільшою була середня жива маса курчат 4-ї дослідної групи, тобто птиці, яка з водою отримувала біоеlementи у формі цитрату в кількості, що відповідає 25 % від їх вмісту в мінеральному преміксі. Зокрема, маса тіла становила 3076 г проти контролю 2775 г, тобто маса тіла курчат цієї групи була більшою на 10,85 %.

Вищою від показників маси тіла 56-добових бройлерів контрольної групи була маса птиці 3-ї дослідної групи, яка отримувала біоеlementи у формі цитрату в кількості, що відповідає 50 % від їх вмісту в мінеральному преміксі — різниця становила 5,95 %. Водночас у цей віковий період маса тіла курчат 1-ї, 2-ї і

5-ї дослідних груп була нижчою від контролю, відповідно, на 272; 218; та 182 г, що становить, приблизно 6,6–9,8 %.

При цьому варто зауважити, що, порівняно з контролем, маса тіла курчат 42-добового віку була: у 1-ї дослідній групі — меншою на 38 г, у 2-ї дослідній — на 20 г, тоді як у 3-ї дослідній групі — більшою на 72 г, 4-ї дослідній — на 121 г та 5-ї дослідній — на 39 г. Водночас середньодобові прирости маси тіла птиці дослідних груп за період з 15- до 42-добового віку (тобто за 27 діб досліді) незначно відрізнялись від контролю і були в межах $\pm 1,69$ – $3,22$ г (рис. 3).

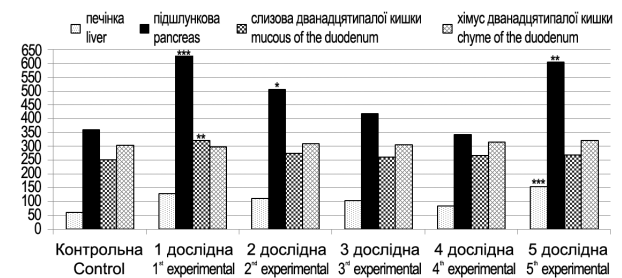


Рис. 1. Активність лужної фосфатази в тканинах курчат-бройлерів за додавання до раціону цитратів мікроелементів (Од/л)

Fig. 1. The activity of alkaline phosphatase of broiler chickens by adding to the diet citrates of trace elements, U/L

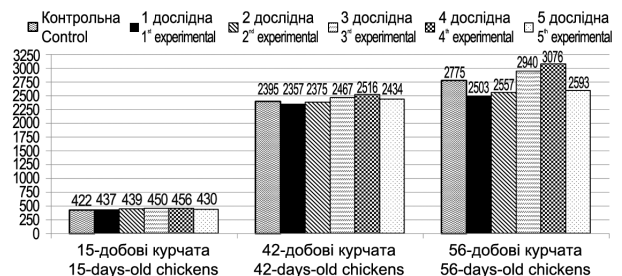


Рис. 2. Маса тіла курчат-бройлерів за додавання до раціону цитратів мікроелементів, г

Fig. 2. Body weight broiler chickens by adding to the diet citrates of trace elements, g

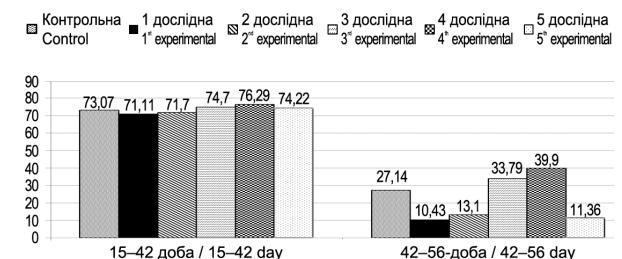


Рис. 3. Добові прирости маси тіла курчат-бройлерів за додавання до раціону цитратів мікроелементів, г

Fig. 3. Daily body weight gain of broiler chickens by adding to the diet citrates of trace elements, g

Динаміка приростів маси тіла за останні два тижні (7-й і 8-й тиждень) вирощування бройлерів була подібною до характеру змін за період вирощування з 15-до 42-добового віку. Однак показники приростів маси курчат дослідних груп вірогідно відрізнялись від показників аналогів контролю. Зокрема, добові прирости курчат 1-ї, 2-ї та 5-ї дослідних груп були нижчими від показників аналогів контрольної групи, відповідно, в 2,6; 2,1 та 3,4 рази ($P < 0,05-0,01$), а 3-ї і 4-ї груп — вищими в 1,25 та 1,5 рази ($P < 0,05-0,01$).

Таким чином, виявлений дозозалежний вплив комплексу наночитратів біоелементів на показники продуктивності курчат-бройлерів вказує на їхню високу біологічну дію, адже мікроелементи є обов'язковою структурно-функціональною складовою кожної клітини живого організму. Вони входять до складу біокаталізаторів, які виконують ензимні, вітамінні та гормональні функції [3] і, таким чином, опосередковано впливають на ріст і розвиток організму птиці.

Висновки

Дослідження інтенсивності протеїнового обміну в організмі курчат-бройлерів свідчать про високу біологічну активність цитратів наночастинок мікроелементів у кількостях, що становить 100 %, 75 %, 50 %, 25 % та 10 % від їх вмісту в стандартному преміксі. Заміна неорганічної форми Fe, Co, Mn, Cu та Zn у складі мінерального преміксу на їхню органічну форму спричиняє підвищення вмісту розчинних протеїнів у тканинах печінки в 1,3–1,9 рази, підшлункової залози — в 1,2–1,5 рази ($P < 0,01-0,001$).

Ефективність біологічної дії цитратованих біоелементів на обмін амінокислот має дозозалежний характер: у кількості 100 %, 75 % та 10 % від їх рівня в преміксі спостерігається інтенсифікація реакцій переамінування з участю аланіну, а в кількості 50 % і 25 % від рівня у преміксі — збалансованість швидкості синтезу ензимів у клітинах за рахунок інтенсифікації реакцій переамінування, які каталізує АсАт.

Про позитивний продуктивний ефект додавання до раціону цитратованих біоелементів у кількості, що становить 50 % і 25 % від їх рівня в преміксі, свідчить маса тіла бройлерів. Курчата 42- та 56-добового віку переважали показники птиці контрольної групи, відповідно, на 3,1 % і 5,1 % та 5,9 % і 10,8 %.

Перспективи подальших досліджень полягають в дослідженні ефективності застосування комплексу мікроелементів у формі цитратів їх наночастинок у живленні інших видів сільськогосподарської птиці.

1. Borysevych V. B., Borysevych B. V., Kaplunenko V. H., Kosinov M. V. *Nanotechnology in veterinary medicine*. Ed. by prof. B. B. Borysevych, prof. V. G. Kaplunenko. Lira, 2009, 232 p. (in Ukrainian)

2. Fisinin V. I., Egorov I. A. Modern approaches to poultry feeding. *Poultry farming*, 2011, no. 3, pp. 7–10. (in Russian)

3. He Z., Yang X., Stoffella R. Trace elements in agroecosystem and impact on the environmental. *J. Trace Elements in Medicine and Biology*, 2005, vol. 19, pp. 33–38. DOI: 10.1016/j.jtemb.2005.02.010.

4. Julian R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry — a review. *The Veterinary Journal*, 2005, vol. 169, no. 3, pp. 350–369. DOI: 10.1016/j.tvjl.2004.04.015.

5. Kosinov M. V., Kaplunenko V. H. Method of hydrated and karbotovanyh nanoparticles “of electric nanotechnology getting hydrated and karbotovanyh nanoparticles”. Patent of Ukraine. 35582, 2008. (in Ukrainian)

6. Kovalenko L. V., Folmanys H. E. Dietary iron nanopowders. *Science*, 2006, 124 p. (in Russian)

7. Medvid S. M. Cell and protein blood profiles of chicken broilers for introducing to the ratio citrates of microelements. *Scientific-technical bulletin SCVP of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives*, 2017, vol. 18, no. 2, pp. 28–33. (in Ukrainian)

8. Scott N. R. Nanotechnology and animal health. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2005, vol. 24, no. 1, pp. 425–432. DOI: 10.20506/rst.24.1.1579.

9. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. *Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary*. A reference book, ed. by V. V. Vlizlo. Lviv, Spolom, 2012, 764 p. (in Ukrainian)

10. Vlizlo V. V., Iskra R. Y., Fedoruk R. S. Nanobiotechnology. Present state and future prospectes. *The Animal Biology*, 2015, vol. 17, no. 4, pp. 18–29. (in Ukrainian)