

## ТЕРАПІЯ ТА КЛІНІЧНА ДІАГНОСТИКА

УДК 619:616.391:57.17.049:636.5.053

САКАРА В.С.

МЕЛЬНИК А.Ю.

МАРЧЕНКОВ Ф.С.

v.sakara@outlook.com

*Білоцерківський національний аграрний університет*

### СТАН БІЛКОВОГО ТА МІНЕРАЛЬНОГО ОБМІНУ У КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ХЕЛАТІВ ЦИНКУ ТА МАНГАНУ

Викладено результати застосування комплексу хелатів Цинку і Мангану на білковий, макро- та мікромінеральний обмін в курчат-бройлерів кросу Cobb 500. Випоювання хелатів Zn та Mn в дозі 0,2 мл/л води курчатам-бройлерам 23-добового віку (1-а дослідна група) впродовж 14 діб сприяло збільшенню вмісту загального білка до  $35,3 \pm 0,80$  г/л, що на 8 % вище порівняно з контролем ( $32,5 \pm 0,70$  г/л;  $p < 0,01$ ). Концентрація загального Кальцію в сироватці крові птиці 37-добового віку (закінчення досліду) була більша в першій дослідній групі на 7,3 % ( $2,05 \pm 0,06$  ммоль/л) порівняно з контролем ( $1,9 \pm 0,03$  ммоль/л). У другій групі, де застосовувались хелати в дозі 0,4 мл/л води, вміст Кальцію складав  $2,0 \pm 0,02$  ммоль/л, що на 5 % більше за контрольну групу. Двотижнєве застосування хелатів Zn та Mn також сприяло збільшенню рівня неорганічного Фосфору в сироватці крові першої групи до  $2,6 \pm 0,12$  ммоль/л (+ 11,5 %) порівняно з контрольною. Після застосування хелатів Zn та Mn у дозах 0,2 мл/л води вміст Цинку був вищий на 4,3 % ( $23,5 \pm 0,2$  мкмоль/л) порівняно з контролем –  $22,5 \pm 0,34$  мкмоль/л ( $p < 0,01$ ). У другій групі, де доза хелатів складала 0,4 мл/л води, концентрація Цинку становила  $23,6 \pm 0,16$  мкмоль/л, що більше на 4,6 % за контроль ( $p < 0,01$ ). По закінченні дослідження вміст Мангану в сироватці крові курчат-бройлерів першої групи складав  $1,9 \pm 0,07$  мкмоль/л ( $p < 0,05$ ), що на 10,4 % вище в порівнянні з контролем –  $1,7 \pm 0,06$  мкмоль/л (3-й відбір). Рівень цього елемента в другій групі становив  $2,0 \pm 0,08$  мкмоль/л ( $p < 0,01$ ), що вище на 16,7 % відносно контролю. Концентрація Купруму по закінченні експерименту в першій та другій дослідних групах була на 12,6 та на 9,3 % вища порівняно з контролем –  $7,0 \pm 0,37$  мкмоль/л. В свою чергу вміст Феруму в сироватці крові першої групи був більший 9,3 % ( $19,3 \pm 0,69$  мкмоль/л), а в другій – на 6,7 % ( $18,8 \pm 0,47$  мкмоль/л) порівняно з птицею контрольної групи.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, хелати, Цинк, Манган, Купрум, Ферум, метаболізм.

doi: 10.33245/2310-4902-2019-149-1-85-94

**Постановка проблеми.** Однією з найпродуктивніших галузей тваринництва не лише в Україні, а й світі є птахівництво [1]. Продукція птиці як м'ясного, так і яєчного напрямів дозволяє забезпечити харчові потреби населення [2, 3]. Для підтримання високої інтенсивності росту та розвитку курчат-бройлерів важливе значення має повноцінне мінеральне живлення [4]. Надзвичайно важливу роль у метаболізмі тварин та птиці становлять мікроелементи, які істотно впливають на їх здоров'я та продуктивність [5, 6]. Розвиток кісткової і сполучної тканин тісно пов'язаний з такими мікроелементами як Цинк, Манган [7] і Купрум [8]. Однак через низьку забезпеченість необхідними мікроелементами в періоди інтенсивного росту спричиняються відповідні мікроелементози, які в основному перебігають субклінічно, рідше проявляються з типовими клінічними ознаками, тим самим ускладнюючи їх ранню діагностику [9]. Біодоступність і засвоюваність організмом мікроелементів в основному залежить від їхньої хімічної форми, складу корму, віку та фізіологічного стану птиці [10, 11].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У більшості мікроелементи додають у премікс у вигляді неорганічних солей – сульфатів та хлоридів [12]. Вони є легкокорозинними і зручними для змішування. Проте, через хімічний антагонізм металів, біодоступність мікроелементів знижується [13]. Відомо, що сільськогосподарські тварини еволюційно пристосувалися до споживання мінеральних речовин у складі органічних речовин із кормів. Ці сполуки називаються хелатами – це біологічно активна форма мікроелементів, комплексне поєднання одного або кількох мікроелементів з амінокислотами, вітамінами та іншими органічними компонентами [5, 14]. Перевагою хелатів є більша фізична стабільність, що знижує відділення мікроелементів від вітамінів в окисненні кормів

та підвищує їх засвоюваність [15]. В основному всі корми, що використовуються в годівлі, містять певні кількості хелатів, незалежно від конкретно доданих продуктів. Такі речовини як білки, амінокислоти, пептиди, крохмаль і целюлоза, лимонна і щавлева кислоти та інші органічні сполуки мають хелатируючі властивості і впливають на метаболізм мікроелементів. Ключова роль цих сполук полягає у формуванні розчинних комплексів і запобіганні нерозчинності металу в слабкому лужному травному тракті [16]. Використання високоякісних гліцин-хелатів (гліцинати E.C.O. Trace) дозволяє забезпечити організм птиці необхідними мікроелементами і поліпшити мінеральний статус у порівнянні з сульфатами в сучасному птахівництві [17]. Хелати гліцину дозволяють знизити на 50 % мінеральні добавки в раціоні, тим самим значно знижуючи виділення мікроелементів з послідом [18]. Оптимальне доповнення МГК-Zn (MINTREX) 40 мг/кг корму до раціону впливає на відкладення Zn і Ca у великогомілкової кістці та печінці з мінімальним забрудненням навколишнього середовища [19]. Як показують дослідження Kwiecień M. et al. [20, 21], додавання Zn-Gly в дозі 50 мг/кг корму збільшує концентрацію Cu і Ca у сироватці крові курчат-бройлерів. Додаткове включення в раціон курчат-бройлерів кормової добавки Біоплекс Mn в кількості 125 г/т (або 18,75 г Мангану на 1 т корму, в перерахунку на елемент) збільшує середньодобовий приріст, збереження птиці та знижує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла [22]. Sunder G. S. [23] описує, що комбінація органічних сполук Zn і Mn при дозуванні 80:60 мг/кг корму проявляла синергізм та посилювала мінералізацію кісткової тканини, абсорбцію мінералів тканинами та імунну відповідь у курчат-бройлерів у віці 35 днів. Zhao et al. (2010 р.) [24] описав, що під час згодовування 50:50 суміші неорганічних (сульфатів) і хелатних форм Zn, Cu і Mn спостерігалось збільшення продуктивності та покращення стану кінцівок у птиці.

**Мета дослідження** – дослідити стан білкового та мінерального обміну у курчат-бройлерів за використання хелатів Цинку та Мангану (компанії «Кронос-Агро») за різних доз.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження було проведено у 2019 році на базі науково-дослідного інституту внутрішніх хвороб тварин кафедри терапії та клінічної діагностики ім. В.І. Левченка та в умовах птахоферми навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету.

Матеріалом для дослідження слугували 3 групи аналоги курчат-бройлерів кросу Cobb-500 23-добового віку – контрольна та дві дослідні по 70 голів у кожній. Кров для дослідження відбирали по 20 проб із кожної групи (n=20). Перед початком експерименту було проведено клінічне дослідження птиці.

Дослід проводили відповідно до закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. та правил Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р.

Хелатні кормові добавки Цинку (з вмістом Цинку 5 %) та Мангану (Манган 5 %) на основі лізину (ТУ У 24.1-30931207-011-2007) експериментальної партії компанії «Кронос-Агро» змішували та задавали з водою 2 групам курчат-бройлерів з 23-добового віку впродовж 14 днів (табл. 1). Годували курчат згідно з технологічною картою комбікормом власного виробництва, предстарт (0–10), старт (11–21), гроувер (22–35), із 36 доби і до забою – фінішер.

Таблиця 1 – Схема дослід з комбінованим використанням хелатів Цинку та Мангану

Група птиці	Вік, діб
	23–37 доба вирощування
Контрольна, n=70	Основний раціон
Дослідна 1, n=70	Основний раціон + з водою хелати Mn 0,2 мл/л та Zn 0,2 мл/л
Дослідна 2, n=70	Основний раціон + з водою хелати Mn 0,4 мл/л та Zn 0,4 мл/л

Кров для дослідження відбирали методом прижиттєвої пункції підкрилової вени [25, 26]. Відбір крові проводили на 23 добу перед початком застосування хелатів, потім повторно через 7 діб випоювання та на 37 добу по закінченні експерименту. Визначення вмісту загального білка, альбумінів, загального Кальцію, неорганічного Фосфору та Магнію виконували реактивами НВП «Філісіт-діагностика» з використанням біохімічного аналізатора Stat Fax 1904+. Дослідження вмісту Феруму, Цинку, Купруму та Мангану в сироватці крові проводили методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі Shimadzu AA-6650 [27]. Результати досліджень були статистично обраховані за допомогою програми Excel 2019.

**Результати дослідження.** Перед початком відбору крові провели клінічне дослідження птиці. Було відмічено, що в 20 % курчат-бройлерів 23-добового віку трьох груп оперення було тьмяне та ламке, гребінець блідо-рожевого кольору, а в 10 % голів – блідого. Курчата контрольної та дослідних груп були малорухливі, зі слабо наповненим волом м'якої консистенції, а в 10 голів (4,7 %) ділянка клоаки забруднена послідом світло-коричневого кольору, що вказує на диспепсію. В п'яти голів (7 %) спостерігалися деформація та вивертання суглоба стопи. Цей симптом є патогномонічним для перозу птиці. Після 14-добового періоду застосування хелатів, курчата в обох дослідних групах стали активніші, добре почали поїдати корм та пити воду, оперення в них стало блискуче, не ламке, яке щільно прилягало до поверхні тіла. Витоків з носових отворів не спостерігалося. Послід сформований, темно-сірого кольору. Кількість курчат з ознаками перозу за період проведення роботи у групах досліду залишилась сталою, тоді як в групах контролю їх кількість зросла на 2 голови (+2,8 %) та клінічні ознаки за 14 діб не змінилися.

На початку дослідження (1 відбір) у всіх групах діагностували виражену гіпопротеїнемію (норма 43–60 г/л). Вміст загального білка в сироватці крові курчат-бройлерів 23-добового віку контрольної групи був низьким та складав  $27,7 \pm 0,70$  г/л (Lim: 22,2–34,1 г/л), в свою чергу у першій та другій дослідних групах –  $28,1 \pm 0,50$  і  $29,2 \pm 0,70$  г/л. Після 7-добового випоювання хелатів Zn та Mn (2-й відбір крові) вміст загального білка у першій та другій дослідних групах мав тенденцію до збільшення, порівняно з результатами на початку дослідження, та становив  $30,2 \pm 0,40$  (+6,9 %) і  $29,7 \pm 0,35$  г/л (+1,7 % відповідно). Однак, в контрольній групі даний показник практично не змінився –  $28,8 \pm 0,80$  г/л. На 37 добу вирощування (закінчення досліду) вміст загального білка контрольної групи складав  $32,5 \pm 0,70$  г/л, а в першій дослідній групі, де використовували хелати Zn та Mn в дозі 0,2 мл/л води, зріс на 8 % порівняно з контролем, та становив  $35,3 \pm 0,80$  г/л ( $p < 0,01$ ). У другій групі (Zn та Mn в дозі 0,4 мл/л води) цей показник складав  $31,6 \pm 0,51$  г/л (табл. 2).

Таблиця 2 – Показники білкового обміну у сироватці крові курчат-бройлерів,  $M \pm m$

Група		23-добові 1-й відбір	30-добові 2-й відбір	37-добові 3-й відбір
Загальний білок, г/л				
Контрольна, n=20	Lim	22,2–34,1	22,9–36,7	25,9–38,8
	$M \pm m$	$27,7 \pm 0,70$	$28,8 \pm 0,80$	$32,5 \pm 0,70$
1-а дослідна, n=20	Lim	24,1–31,7	27,6–33,6	31,8–40,7
	$M \pm m$	$28,1 \pm 0,50$	$30,2 \pm 0,40$	$35,3 \pm 0,80^*$
2-а дослідна, n=20	Lim	24,3–34,2	27–32	28–36,3
	$M \pm m$	$29,2 \pm 0,70$	$29,7 \pm 0,35$	$31,6 \pm 0,51$
Альбуміни, г/л				
Контрольна, n=20	Lim	15,8–23,7	14,2–23,1	18,0–25,9
	$M \pm m$	$19,5 \pm 0,66$	$18,0 \pm 0,60$	$22,8 \pm 0,55$
1-а дослідна, n=20	Lim	16,3–20,2	17,88–23,03	20,5–29,1
	$M \pm m$	$18,5 \pm 0,28$	$19,9 \pm 0,37^*$	$25,1 \pm 0,60^*$
2-а дослідна, n=20	Lim	13,8–21,8	18,5–20,9	20,3–23,6
	$M \pm m$	$18,4 \pm 0,49$	$19,6 \pm 0,16^*$	$21,7 \pm 0,23$

**Примітка:** порівняно з контролем: \* –  $p < 0,01$ .

Вміст альбумінів у птиці обох груп на початку дослідження був у межах норми (13–28 г/л). Його концентрація у курчат контрольної групи складала  $19,5 \pm 0,66$  г/л, в свою чергу в першій та другій дослідних –  $18,5 \pm 0,28$  і  $18,4 \pm 0,49$  г/л (табл. 1). Після 14-добового випоювання хелатів Zn та Mn рівень альбумінів у першій дослідній групі був вищий відносно контролю ( $22,8 \pm 0,55$  г/л), та складав  $25,1 \pm 0,60$  г/л ( $p < 0,01$ ). У другій групі показник альбумінів суттєво не відрізнявся від контролю –  $21,7 \pm 0,23$  г/л.

Було проведено дослідження з визначення вмісту загального Кальцію, неорганічного Фосфору та Магнію у сироватці крові курчат-бройлерів (табл. 3).

Перед початком застосування хелатів Zn та Mn вміст загального Кальцію в сироватці крові курчат контрольної групи у середньому становив  $1,91 \pm 0,040$  ммоль/л, у першій дослідній –  $1,82 \pm 0,040$ , а в другій –  $1,96 \pm 0,03$  ммоль/л (табл. 3). Тобто у всіх групах на початку досліду спостерігали гіпокальціємію (норма 2,25–3,0 ммоль/л). Після другого відбору крові (через 7 діб) у курчат контрольної групи рівень загального Кальцію складав  $2,06 \pm 0,040$  ммоль/л. Подібні результати були отримані

у першій та другій дослідних групах (2-й відбір), концентрація Кальцію становила  $2,08 \pm 0,040$  та  $2,09 \pm 0,020$  ммоль/л відповідно. Отже, його вміст мав тенденцію до збільшення у всіх групах порівняно з початком експерименту. По закінченні досліді (третій відбір) вміст загального Кальцію в сироватці крові мав тенденцію до зниження у всіх групах: в контрольній до  $1,9 \pm 0,03$  ммоль/л, але в першій групі, де курчата отримували з водою хелати Zn та Mn, його рівень складав  $2,05 \pm 0,06$ , а у другій –  $2,0 \pm 0,02$  ммоль/л відповідно.

Таблиця 3 – Показники мінерального обміну у курчат-бройлерів,  $M \pm m$ 

Група		23-добові 1-ий відбір	30-добові 2-ий відбір	37-добові 3-ий відбір
Загальний Кальцій, ммоль/л				
Контрольна, n=20	Lim	1,63–2,14	1,75–2,3	1,8–2,5
	$M \pm m$	$1,91 \pm 0,040$	$2,06 \pm 0,040$	$1,9 \pm 0,03$
1-а дослідна, n=20	Lim	1,6–2,2	1,77–2,36	1,6–2,49
	$M \pm m$	$1,82 \pm 0,040$	$2,08 \pm 0,040$	$2,05 \pm 0,060$
2-а дослідна, n=20	Lim	1,81–2,21	1,9–2,18	1,82–2,14
	$M \pm m$	$1,96 \pm 0,030$	$2,09 \pm 0,020$	$2,0 \pm 0,02$
Неорг. Фосфор, ммоль/л				
Контрольна, n=20	Lim	1,22–2,41	1,65–3,25	1,9–3,86
	$M \pm m$	$1,8 \pm 0,08$	$2,0 \pm 0,08$	$2,3 \pm 0,13$
1-а дослідна, n=20	Lim	1,4–2,38	1,98–2,34	1,69–3,37
	$M \pm m$	$2,0 \pm 0,07$	$2,16 \pm 0,030$	$2,58 \pm 0,120$
2-а дослідна, n=20	Lim	1,31–1,86	1,91–2,5	1,7–2,47
	$M \pm m$	$1,6 \pm 0,04$	$2,17 \pm 0,040$	$2,15 \pm 0,050$
Магній, ммоль/л				
Контрольна, n=20	Lim	0,65–0,93	0,6–0,97	0,79–1,1
	$M \pm m$	$0,82 \pm 0,020$	$0,79 \pm 0,020$	$0,95 \pm 0,020$
1-а дослідна, n=20	Lim	0,48–0,98	0,45–0,87	0,72–1,11
	$M \pm m$	$0,74 \pm 0,040$	$0,72 \pm 0,030$	$0,94 \pm 0,030$
2-а дослідна, n=20	Lim	0,67–1,16	0,51–0,91	0,75–1,12
	$M \pm m$	$0,82 \pm 0,030$	$0,75 \pm 0,030$	$0,89 \pm 0,020$

Примітка:  $p > 0,05$ .

Рівень неорганічного Фосфору на початку досліді в контрольній групі коливався в межах  $1,22$ – $2,41$  ммоль/л та в середньому становив  $1,8 \pm 0,08$  ммоль/л (табл. 3). Його концентрація в першій і другій дослідних групах складала  $2,0 \pm 0,07$  та  $1,6 \pm 0,04$  ммоль/л. За повторного відбору крові (через 7 діб) цей показник в контрольній групі становив  $2,0 \pm 0,08$  ммоль/л, а в першій та другій групах дещо зріс порівняно з контролем –  $2,16 \pm 0,030$  та  $2,17 \pm 0,040$  ммоль/л відповідно. По закінченні експерименту (37 доба вирощування) вміст неорганічного Фосфору в курчат першої дослідної групи складав  $2,58 \pm 0,120$  ммоль/л, що більше на 11,5 % ніж в групі контролю ( $2,3 \pm 0,13$  ммоль/л). У другій дослідній групі концентрація неорганічного Фосфору була нижча за контрольну групу та становила  $2,15 \pm 0,050$  ммоль/л.

Вміст Магнію у сироватці крові курчат контрольної групи на початку досліді складав  $0,82 \pm 0,020$  ммоль/л (табл. 3), у першій та другій дослідних –  $0,74 \pm 0,040$  і  $0,82 \pm 0,030$  ммоль/л відповідно (норма  $0,82$ – $1,11$  ммоль/л). По закінченні досліді його рівень у контрольній групі складав  $0,95 \pm 0,020$  ммоль/л, а в першій та другій становив  $0,94 \pm 0,030$  і  $0,89 \pm 0,020$  ммоль/л. Тенденції до зростання та вірогідної різниці по закінченні експерименту між дослідними та контрольними групами не спостерігалось.

Основна увага була приділена результатам дослідження впливу поєднання хелатів Zn та Mn на стан обміну мікроелементів у птиці. На початку дослідження рівень Цинку в сироватці крові курчат-бройлерів контрольної групи коливався від  $18,82$  до  $22,77$  мкмоль/л та в середньому становив  $21,2 \pm 0,29$  мкмоль/л (рис. 1), що є нижче норми ( $23,1$ – $30,8$  мкмоль/л). В свою чергу вміст цього елемента складав  $20,9 \pm 0,19$  та  $21,5 \pm 0,14$  мкмоль/л в першій та другій дослідних групах, що вказує на дефіцит Цинку в організмі курчат-бройлерів 23-добового віку. За результатами 7-добового застосування хелатів концентрація Цинку в сироватці крові в першій та другій дослідних групах зросла до  $22,9 \pm 0,22$  ( $p < 0,05$ ) та  $23,0 \pm 0,21$  мкмоль/л ( $p < 0,01$ ), порівняно з контролем, в якому середнє значення становило  $22,3 \pm 0,18$  мкмоль/л. По закінченні досліді рівень Цинку першої групи зріс на 4,3 %

( $p < 0,01$ ) та становив  $23,5 \pm 0,20$  мкмоль/л (Lim 21,5–25,06), що вище порівняно з контролем. Середнє значення Цинку в другій групі після 14-добового застосування хелатів було вище за контрольну групу на 4,6 % та становило  $23,6 \pm 0,16$  мкмоль/л ( $p < 0,01$ ).

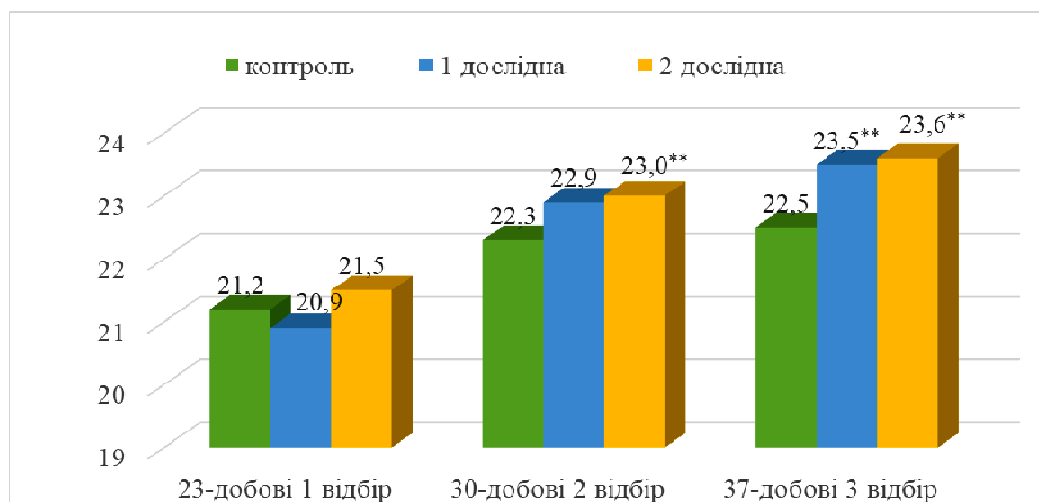


Рис. 1. Вміст Цинку у сироватці крові курчат-бройлерів за використання хелатів, мкмоль/л.

Примітка : порівняно з контролем: \*\* –  $p < 0,01$ ;

Важливим мікроелементом в профілактиці перозу птиці є Манган. На початку проведення експерименту (перший відбір крові) його вміст у сироватці крові курчат-бройлерів 23-добового віку всіх груп був надто низьким (норма 1,82–5,46 мкмоль/л). У контрольній групі рівень Мангану становив  $1,1 \pm 0,05$  мкмоль/л (Lim 0,83–1,52 мкмоль/л), у першій дослідній групі цей показник складав  $1,0 \pm 0,05$ , а в другій –  $1,0 \pm 0,04$  мкмоль/л (рис. 2). Після випоювання хелатів Zn та Mn протягом 7 діб концентрація Мангану в сироватці крові першої дослідної групи збільшилася до  $1,6 \pm 0,07$ , а в другій – до  $1,7 \pm 0,07$  мкмоль/л. У птиці контрольної групи вона становила  $1,5 \pm 0,05$  мкмоль/л порівняно з початком дослідження (рис. 2). По закінченні експерименту (3-й відбір) вміст Мангану в сироватці крові курчат контрольної групи залишився нижче норми –  $1,7 \pm 0,06$  мкмоль/л (Lim 1,37–2,48 мкмоль/л), тоді як в першій дослідній групі він був вищий на 10,4 % порівняно з контролем та становив  $1,9 \pm 0,07$  мкмоль/л ( $p < 0,05$ ). Результати досліджень в другій групі були дещо кращими, концентрація Мангану складала  $2,0 \pm 0,08$  мкмоль/л, що на 16,7 % вище за показник контрольної групи ( $p < 0,01$ ). Тобто, випоювання хелатів протягом 14 діб у рекомендованих дозах спричинило збільшення концентрації Мангану в сироватці крові.

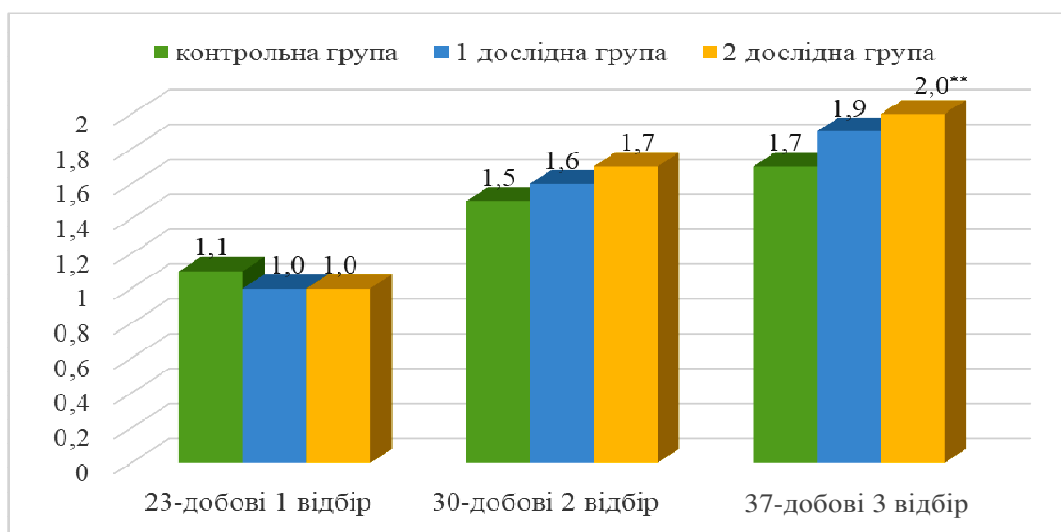


Рис. 2. Вміст Мангану у сироватці крові курчат-бройлерів за використання хелатів, мкмоль/л.

Примітка : порівняно з контролем: \*\* –  $p < 0,01$ ;

Менш показові зміни відбулися з Купрумом. На початку експерименту в курчат контрольної групи вміст Купруму в сироватці крові становив  $5,6 \pm 0,18$  мкмоль/л, в першій та другій дослідних  $6,2 \pm 0,27$  і  $6,1 \pm 0,22$  мкмоль/л. Наприкінці застосування хелатів (третій відбір крові) концентрація Купруму в контрольній групі складала в середньому  $7,0 \pm 0,37$  мкмоль/л. В першій дослідній вона була вищою на 12,7 % і складала  $8,0 \pm 0,42$  мкмоль/л, а в другій на 9,3 % –  $7,7 \pm 0,15$  мкмоль/л (норма 7,8–11 мкмоль/л) в порівнянні з контролем (рис. 3).

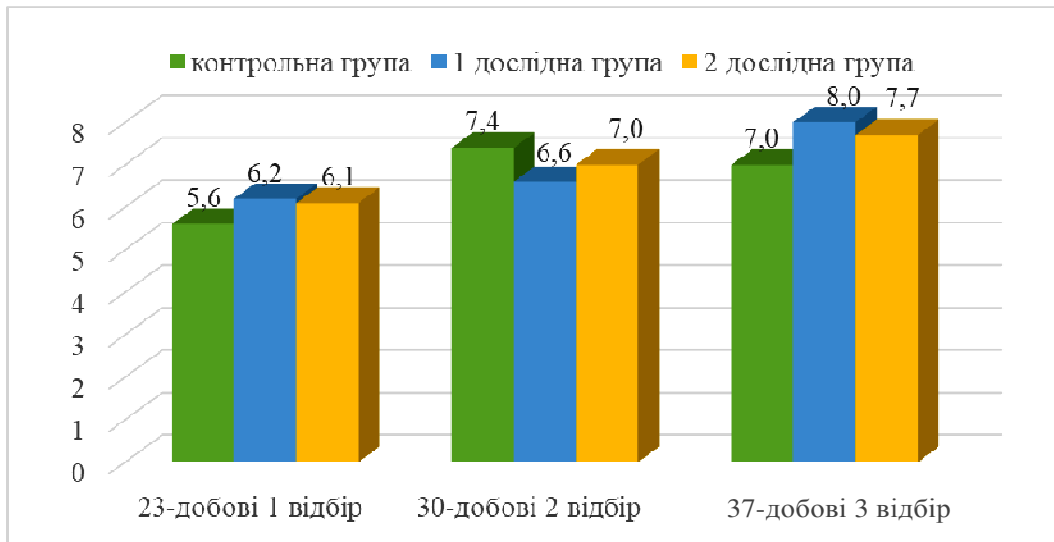


Рис. 3. Вміст Купруму у сироватці крові курчат-бройлерів за використання хелатів, мкмоль/л.

Вміст Феруму на початку дослідження був занадто низьким. За норми 28,64–35,8 мкмоль/л в контрольній групі за першого відбору він складав  $16,0 \pm 0,87$  мкмоль/л (10,96–22,37 мкмоль/л). У курчат першої дослідної групи –  $14,7 \pm 0,42$  та другої –  $18,2 \pm 0,56$  мкмоль/л. Після третього дослідження сироватки крові вміст Феруму в першій дослідній збільшився на 9,3 % та становив  $19,3 \pm 0,69$  мкмоль/л (Lim 15,35–24,57 мкмоль/л), та на 6,7 % в другій –  $18,8 \pm 0,47$  проти  $17,5 \pm 0,52$  мкмоль/л групи контролю (рис. 4).

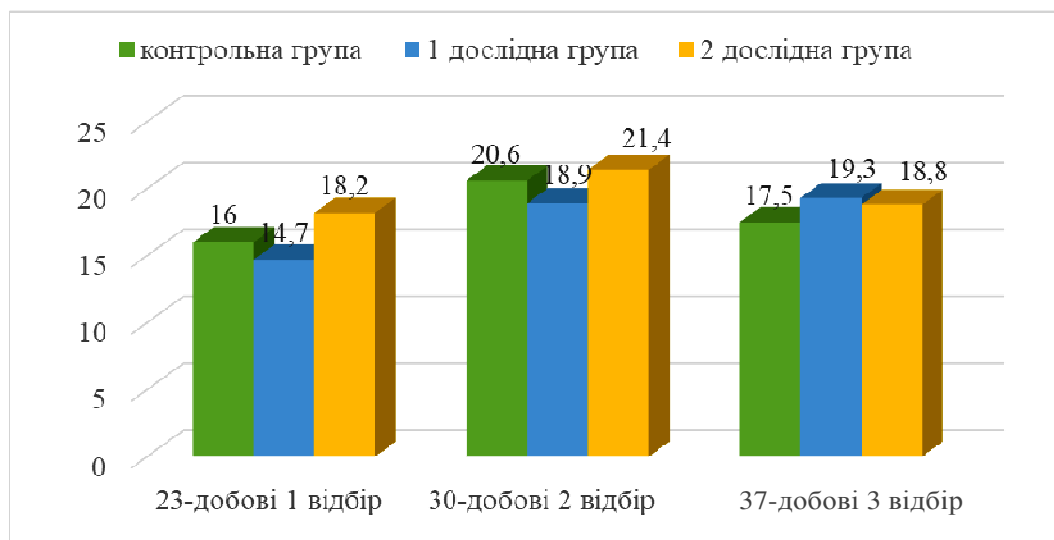


Рис. 4. Вміст Феруму у сироватці крові курчат-бройлерів за використання хелатів, мкмоль/л.

**Обговорення.** В даному дослідженні описується, що використання Zn та Mn у вигляді хелатів у дозах по 0,2 мл/л води позитивно впливає на збільшення вмісту білка в сироватці крові курчат-бройлерів. Аналізуючи дані з різних літературних джерел, можна стверджувати, що збільшення вмісту загального білка та перерозподіл білкових фракцій відбувається в основному за рахунок додавання Цинку, який є кофактором багатьох ферментів, що беруть участь у білково-

му обміні [28]. Незначне підвищення рівня загального Кальцію та неорганічного Фосфору, очевидно, відбулося за рахунок властивостей Цинку, який позитивно впливає на стан слизової оболонки кишечника. Комбінування хелатів Mn та Zn значним чином не вплинуло на обмін Магнію в курчат-бройлерів.

Збільшення концентрації Цинку (+ 4,3 та 4,6 %) і Мангану (+10,4 та 16,7 %) в сироватці крові курчат-бройлерів, яким застосовували хелати у дозах 0,2 та 0,4 мл/л води на 23–37 добу вирощування пояснюється тим, що органічні сполуки мікроелементів мають вищий рівень біодоступності (60–70 %) в порівнянні з солями важких металів, які застосовуються з преміксами в кормах для птиці [11].

Щодо Купруму (рис. 3) та Феруму (рис. 4), значного збільшення відносно початку досліду не спостерігаємо, можливо це пов'язано з антагонізмом Цинку та Мангану відносно даних елементів.

**Висновки.** 1. Застосування хелатів Zn та Mn у дозах 0,4 та 0,2 мл/л води на 23–37 добу вирощування, сприяє зменшенню клінічних проявів дефіциту Zn та Mn.

2. Задавання хелатів Zn та Mn у дозах 0,2 мл/л води збільшує рівень Цинку в сироватці крові на 4,3 % (23,5±0,20 мкг/100 мл) порівняно з початком досліду, а у дозах 0,4 мл/л води – на 4,6 % (23,6±0,16 мкг/100 мл)

3. За використання хелатів Zn та Mn у дозах 0,2 мл/л води відмічали підвищення рівня Мангану на 10,4 % (1,9±0,07 мкг/100 мл). А у дозах 0,4 мл/л води – збільшення на 16,7 % (2,0±0,08 мкг/100 мл).

4. Застосування хелатів Zn та Mn в дозі 0,2 мл/л води курчатам-бройлерам з 23-добового віку впродовж 14 діб сприяло збільшенню вмісту загального білка в сироватці крові на 8 % (35,3±0,80 г/л).

5. Випоювання птиці хелатів Zn та Mn в дозах 0,2 мл/л води протягом 14 діб позначилося збільшенням загального Кальцію в сироватці крові на 7,3 % (2,05±0,060 ммоль/л).

6. Випоювання хелатів Zn та Mn у дозах 0,4 мл/л води з 23 доби вирощування протягом 14 діб можна застосовувати як додатковий засіб профілактики дефіциту Цинку та Мангану в період інтенсивного росту курчат-бройлерів.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу комбінації хелатів Цинку та Мангану на їх обмін у курчат-бройлерів більш раннього віку. Дякуємо компанії «Кронос-Агро» за надану можливість використовувати хелати Zn Mn для проведення досліджень.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mottet A., Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. 2017. Vol. 73. Issue 8. 02. P. 245–256. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>.
2. Мельник В.В. Підсумки роботи у 2016 році: поголів'я птиці та виробництво яєць і м'яса в Україні. *Сучасне птахівництво*. 2017. №. 01-02 (170-171). С. 3–6. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=Sps\\_2017\\_1-2\\_4](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Sps_2017_1-2_4)
3. Мельник А.Ю. Аналіз і перспективи галузі птахівництва України, поширення та класифікація метаболічних хвороб сільськогосподарської птиці. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2015. №. 2. С. 67–73. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=nvnm\\_2015\\_2\\_14](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nvnm_2015_2_14)
4. Medvid S.M. Вплив аквацитрату мікроелементів на показники неспецифічної резистентності та клітинний імунітет у курчат-бройлерів. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2018. Том. 20. №. 84. С. 33–38. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=nvlnuvmbcgn\\_2018\\_20\\_84\\_8](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nvlnuvmbcgn_2018_20_84_8)
5. Ефективність згодовування різних доз хелатної форми заліза супоросним і лактуючим свиноматкам / Б.М. Газів та ін. *Вісник аграрної науки*. 2013. №. 2. С. 26–30. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=vaaan\\_2013\\_2\\_8](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=vaaan_2013_2_8)
6. Petrovič V., Kushev J., Nollet L., Kováč G. Effect of dietary supplementation of trace elements on blood chemistry and selected immunological indices depending on the age of broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*. 2011. Vol. 80. No. 1. P. 57–64. Doi: <https://doi.org/10.2754/avb201180010057>.
7. Tufarelli V., Laudadio V. Manganese and its role in poultry nutrition: an overview. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2017. Vol. 5. No. 6. P. 749–754. Doi: [https://doi.org/10.18006/2017.5\(6\).749.754](https://doi.org/10.18006/2017.5(6).749.754).
8. Бурдоне А. Хелаты микроэлементов: успешный откорм и переработка. *Животноводство России*. 2015. №. 6. С. 38–40. URL: <http://www.z zr.ru/sites/default/files/z zr-2015-07-013.pdf>
9. Колгун С.М., Катинський Ю.М. Профілактика і діагностика мікроелементозів Цинку, Йоду у курчат бройлерів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.С. Гжицького*. 2011. Том. 13. №. 4 (50). С. 92–99. URL: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi->

bin/irbis\_nbuvcgiirbis\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\_meta&C21COM=S&2\_S21P03=FILA=&2\_S21STR=nlvnu\_2011\_13\_4(2)\_20

10. Органические микроэлементы обеспечивают лучшую структуру и целостность скелета. Эффективное птицеводство. 2011. №. 6 (78). С. 36–39.

11. Effects of organic and inorganic forms of manganese, zinc, copper, and chromium on bioavailability of these minerals and calcium in late-phase laying hens / E. Yenice et al. *Biological Trace Element Research*. 2015. Vol. 167. No. 2. P. 300–307. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0313-8>

12. Olukosi O.A., Kuijk van S., Han Y. Copper and zinc sources and levels of zinc inclusion influence growth performance, tissue trace mineral content, and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97. No. 11. P. 3891–3898. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pey247>.

13. Марченко Ф.С., Сторожук Т.В. Хелатні мікроелементи – важливий компонент комбікормів та преміксів. Зернові продукти і комбікорми. 2010. №. 1. С. 37–38. URL: [http://www.irbis-nbuvcgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=Zpik\\_2010\\_1\\_13](http://www.irbis-nbuvcgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Zpik_2010_1_13)

14. Vieira S.L. Chelated minerals for poultry. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2008. Vol. 10. No. 4. P. 73–79. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2008000200001>.

15. Chelate complexes of malic or citric acids with iron, manganese and zinc as a biologically active supplement for broiler chicken diet / N. A. Kochetkova et al. *Research result Pharmacology and Clinical Pharmacology*. 2016. Vol. 2. No. 4. P. 87–90. Doi: <https://doi.org/10.18413/2500-235X-2016-2-4-87-90>.

16. Chelating forms of microelements in poultry nutrition / V. S. Stanačev et al. *World's Poultry Science Journal*. 2014. Vol. 70. No. 01. P. 105–112. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933914000099>

17. Ландвер Б. Оптимизация потребности в микроэлементах с помощью глицинатов. Животноводство России. 2018. №. 2. С. 14–16. URL: <http://www.zzr.ru/sites/default/files/zzr-2018-02-003.pdf>

18. Dietary administration of glycine complexed trace minerals can improve performance and slaughter yield in broilers and reduces mineral excretion / M. De Marco et al. *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 232. No. August. P. 182–189. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.016>.

19. Effects of organic zinc on tibia quality, mineral deposit, and metallothionein expression level of aged hens / Y. N. Min et al. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. No. 1. P. 366–372. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pey386>.

20. Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., Milczarek A., Klebaniuk R. Biological response of broiler chickens to decreasing dietary inclusion levels of zinc glycine chelate. *Biological Trace Element Research*. 2017. Vol. 175. No. 1. P. 204–213. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0743-y>.

21. Effects of zinc glycine chelate on growth, hematological, and immunological characteristics in broilers / J. Feng et al. *Biological Trace Element Research*. 2010. Vol. 133. No. 2. P. 203–211. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8431-9>.

22. Шацких Е.В. Использование биокомплекса марганца в кормлении цыплят-бройлеров. Аграрный вестник Урала. 2013. Том. 3. №. 109. С. 33–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20264485>

23. Effect of supplemental organic zn and mn on broiler performance, bone measures, tissue mineral uptake and immune response at 35 days of age / G. S. Sunder et al. *Current Research in Poultry Science*. 2013. Vol. 3. No. 1. P. 1–11. Doi: <https://doi.org/10.3923/crpsaj.2013.1.11>.

24. Effects of chelated trace minerals on growth performance, breast meat yield, and footpad health in commercial meat broilers / J. Zhao et al. *Journal of Applied Poultry Research*. 2010. Vol. 19. No. 4. P. 365–372. Doi: <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00020>.

25. Інноваційні розробки університетів і наукових установ МОН України / Колектив авторів за заг. ред. М. Стрихи та М. Льченка. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. 278 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B%D0%B8/2019/01/28/innovations2018-vse.pdf>

26. Kelly L. M., Alworth L. C. Techniques for collecting blood from the domestic chicken. *Lab Animal*. 2013. Vol. 42. No. 10. P. 359–361. Doi: <https://doi.org/10.1038/lablan.394>.

27. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Уланова Т.С. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах: руководство. Пермь : Онищенко Г.Г., 2011. 520 с.

28. Вплив наночастинок Cu, Zn, Mg, Co на продуктивність бройлерів / В. Б. Борисевич та ін. Эффективное птицеводство. 2009. №. 1 (49). С. 28–31.

## REFERENCES

1. Mottet, A., Tempio, G. (2017). Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. Vol. 73, no. 02, pp. 245–256. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>.

2. Mel'nik, V.V. (2017) Pidsumky roboty u 2016 roci: pogoliv'ja ptyci ta vyrobnyctvo jajec' i m'jasa v Ukraini [Performance in 2016: Poultry and Egg and Meat Production in Ukraine]. *Suchasne ptahivnyctvo [Modern poultry farming]*. no. 01-02 (170-171), pp. 3–6. Available at: [http://www.irbis-nbuvcgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=Sps\\_2017\\_1-2\\_4](http://www.irbis-nbuvcgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Sps_2017_1-2_4)

3. Mel'nyk, A.Ju. (2015). Analiz i perspektyvy galuzi ptahivnyctva Ukrainy, poshyrennja ta klasyfikacija metabolichnyh hvorob sil'skogospodars'koi' ptyci [Analysis and prospects of the poultry industry of Ukraine, distribution and classification of metabolic diseases of farm poultry]. *Naukovyj visnyk veterynarnoi' medycyny [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]*. no. 2, pp. 67–73. Available at: [http://www.irbis-nbuvcgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=nvnm\\_2015\\_2\\_14](http://www.irbis-nbuvcgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nvnm_2015_2_14)

4. Medvid, S.M. (2018) Vplyv akvacytratu mikroelementiv na pokaznyky nespecyfichnoi' rezystentnosti ta klitynnyj imunitet u kurchat-brojleriv [Effect of trace elements aquacitrate on non-specific resistance and cellular immunity in broiler



chickens]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Vol. 20(84), pp. 33–38. Available at: <https://doi.org/10.15421/nvlvet8406>

5. Gazijev, B.M., Saprkina, V.O., Ionov, I.A. (2013). Efektivnost' zgdovuvannja ruznyh doz helatnoi' formy zaliza suporosnym i laktujuchym svynomatkam [Feeding efficiency of different doses of chelated iron to pregnant and lactating sows]. *Visnyk agrarnoi' nauky* [Bulletin of agrarian science]. no. 2, pp. 26–30.

6. Petrovič, V., Kushev, J., Nollet, L., Kováč, G. (2011). Effect of dietary supplementation of trace elements on blood chemistry and selected immunological indices depending on the age of broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*. Vol. 80, no. 1, pp. 57–64. Available at: <https://doi.org/10.2754/avb201180010057>.

7. Tufarelli, V., Laudadio, V. (2017). Manganese and its role in poultry nutrition: an overview. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. Vol. 5, no. 6, pp. 749–754. Available at: [https://doi.org/10.18006/2017.5\(6\).749.754](https://doi.org/10.18006/2017.5(6).749.754).

8. Burdone, A. (2015). Helaty mikrojelementov: uspeshnyj otkorm i pererabotka [Trace element chelates: successful fattening and processing]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Livestock of Russia]. no. 6, pp. 38–40. Available at: <http://www.zzzr.ru/sites/default/files/zzr-2015-07-013.pdf>

9. Koltun, Je.M., Katyns'kyj, Ju.M. (2011). Profilaktyka i diagnostyka mikroelementoziv Cynku, Jodu u kurchat brojleriv [Prevention and diagnosis of trace elements Zinc, Iodine in broiler chickens]. *Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S.Z. G'zhyc'kogo* [Scientific Messenger of Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. Vol. 13, no. 4 (50), pp. 92–99. Available at: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=nvlnu\\_2011\\_13\\_4\(2\)\\_20](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nvlnu_2011_13_4(2)_20)

10. Organicheskie mikrojelementy obespechivajut luchshuju strukturu i celosnost' skeleta [Organic trace elements provide better structure and integrity of the skeleton]. *Efektivne ptahivnicтво* [Effective poultry farming]. 2011, no. 6 (78), pp. 36–39.

11. Yenice, E., Mızrak, C., Gültekin, M. (2015). Effects of organic and inorganic forms of manganese, zinc, copper, and chromium on bioavailability of these minerals and calcium in late-phase laying hens. *Biological Trace Element Research*. Vol. 167, no. 2, pp. 300–307. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0313-8>

12. Olukosi, O.A., Kuijk van, S., Han, Y. (2018). Copper and zinc sources and levels of zinc inclusion influence growth performance, tissue trace mineral content, and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*. Vol. 97, no. 11, pp. 3891–3898. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pey247>.

13. Marchenkov, F.S., Storozhuk, T.V. (2010). Helatni mikrojelementy – vazhlyvyj komponent kombikormiv ta kombikormy [Chelated trace elements are an important component of compound feeds and premixes]. *Zernovi produkty i kombikormy* [Cereal products and compound feeds]. no. 1, pp. 37–38.

14. Vieira, S.L. (2008). Chelated minerals for poultry. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Vol. 10, no. 4, pp. 73–79. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2008000200001>.

15. Kochetkova, N.A., Yakovleva, E. G., Shaposhnikov, A.A. (2016). Chelate complexes of malic or citric acids with iron, manganese and zinc as a biologically active supplement for broiler chicken diet. *Research result Pharmacology and Clinical Pharmacology*. Vol. 2, no. 4, pp. 87–90. Available at: <https://doi.org/10.18413/2500-235X-2016-2-4-87-90>.

16. Stanačev, V.S., Milošević, N., Stanačev, V.Ž. (2014). Chelating forms of microelements in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*. Vol. 70, no. 01, pp. 105–112. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0043933914000099>

17. Landver, B. (2018). Optimizacija potrebnosti v mikrojelementah s pomoshh'ju glicinativ [Optimization of micronutrient demand with glycines]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal husbandry of Russia]. no. 2, pp. 14–16. Available at: <http://www.zzzr.ru/sites/default/files/zzr-2018-02-003.pdf>

18. Marco, M.De., Zoon, M.V., Margetal, C. (2017). Dietary administration of glycine complexed trace minerals can improve performance and slaughter yield in broilers and reduces mineral excretion. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 232, no. August, pp. 182–189. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2017.08.016>.

19. Min, Y.N., Liu, F.X., Qi, X. (2019). Effects of organic zinc on tibia quality, mineral deposit, and metallothionein expression level of aged hens. *Poultry Science*. Vol. 98, no. 1, pp. 366–372. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pey386>.

20. Kwiecień, M., Winiarska-Mieczan, A., Milczarek, A., Klebaniuk, R. (2017). Biological response of broiler chickens to decreasing dietary inclusion levels of zinc glycine chelate. *Biological Trace Element Research*. Vol. 175, no. 1, pp. 204–213. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0743-y>.

21. Feng, J., Ma, Q.V., Niu, H.H. (2010). Effects of zinc glycine chelate on growth, hematological, and immunological characteristics in broilers. *Biological Trace Element Research*. Vol. 133, no. 2, pp. 203–211. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8431-9>.

22. Shackih, E. V. (2013). Ispol'zovanie biopleksa marganca v kormlenii cypljat-brojlerov [The use of manganese bioplex in feeding broiler chickens]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Bulletin of the Urals]. Vol. 3, no. 109, pp. 33–35. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20264485>.

23. Sunder, G.S., Kumar, C.V., Panda, A.K. (2013). Effect of supplemental organic zn and mn on broiler performance, bone measures, tissue mineral uptake and immune response at 35 days of age. *Current Research in Poultry Science*. Vol. 3, no. 1, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3923/crpsaj.2013.1.11>.

24. Zhao, J., Shirley, R.B., Vazquez-Anon, M. (2010). Effects of chelated trace minerals on growth performance, breast meat yield, and footpad health in commercial meat broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 19, no. 4, pp. 365–372. Available at: <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00020>.

25. Strihy, M., Il'chenka, M. (2017). Innovacijni rozrobky universytetiv i naukovykh ustanov MON Ukraïny [Innovative development of universities and scientific institutions of the Ministry of Education and Science of Ukraine]. *Kyiv, Institute of Gifted Child of NAPS of Ukraine*, 278 p. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2019/01/28/innovations2018-vse.pdf>

26. Kelly, L.M., Alworth, L.C. (2013). Techniques for collecting blood from the domestic chicken. *Lab Animal*. Vol. 42, no. 10, pp. 359–361. Available at: <https://doi.org/10.1038/lab.394>.

27. Onishhenko, G.G., Zajceva, N.V., Ulanova, T.S. (2011). Kontrol' soderzhanija himicheskikh soedinenij i jelementov v biologicheskikh sredah: rukovodstvo [Control of the content of chemical compounds and elements in biological media: a guide]. Perm: Onishchenko G.G. 520 p.

28. Borisevich, V. B., Borysevych, B.V., Kaplunenko, V.G. (2009). Vpliv nanochastinok Cu, Zn, Mg, Co na produktivnist' brojleriv [Effect of Cu, Zn, Mg, Co Nanoparticles on Broiler Performance]. Efektivne ptahivnictvo [Effective poultry farming]. no. 1 (49), pp. 28–31.

#### **Состояние белкового и минерального обмена в цыплят-бройлеров при использовании хелатов Цинка и Марганца**

**Сакара В.С., Мельник А.Ю., Марченков Ф.С.**

Изложены результаты применения комплекса хелатов Цинка и Марганца на белковый, макро- и микроминеральный обмены у цыплят-бройлеров кросса Cobb 500. Выпаивание хелатов Zn и Mn в дозе 0,2 мл/л воды цыплятам-бройлерам 23-суточного возраста (первая исследовательская группа) в течение 14 суток способствовало увеличению содержания общего белка до  $35,3 \pm 0,80$  г/л, что на 8 % выше по сравнению с контролем ( $32,5 \pm 0,70$  г/л;  $p < 0,01$ ). Концентрация общего Кальция в сыворотке крови цыплят-бройлеров 37-суточного возраста (окончание опыта) была больше в первой опытной группе на 7,3 % ( $2,05 \pm 0,06$  ммоль/л) по сравнению с контролем ( $1,9 \pm 0,03$  ммоль/л). Во второй группе, где применяли хелаты в дозе 0,4 мл/л воды, содержание Кальция составляло  $2,0 \pm 0,02$  ммоль/л, что на 5 % больше контрольной группы. Двухнедельное применение хелатов Zn и Mn также способствовало увеличению уровня неорганического Фосфора в сыворотке крови первой группы до  $2,6 \pm 0,12$  ммоль/л (+ 11,5%) по сравнению с контрольной. После применения хелатов Zn и Mn в дозах 0,2 мл/л воды содержание Цинка было выше на 4,3 % ( $23,5 \pm 0,2$  мкмоль/л) по сравнению с контролем –  $22,5 \pm 0,34$  мкмоль/л ( $p < 0,01$ ). Во второй группе, где доза хелатов составляла 0,4 мл/л воды, концентрация Цинка составляла  $23,6 \pm 0,16$  мкмоль/л, что больше на 4,6 % за контроль ( $p < 0,01$ ). По окончании исследования содержание Марганца в сыворотке крови цыплят-бройлеров первой группы составляло  $1,9 \pm 0,07$  мкмоль/л ( $p < 0,05$ ), что на 10,4 % выше по сравнению с контролем –  $1,7 \pm 0,06$  мкмоль/л (3-й отбор). Уровень этого элемента во второй группе составил  $2,0 \pm 0,08$  мкмоль/л ( $p < 0,01$ ), что выше на 16,7 % относительно контроля. Концентрация Меди по окончании эксперимента в первой и второй опытных группах была на 12,6 и 9,3 % выше по сравнению с контролем –  $7,0 \pm 0,37$  мкмоль/л. В свою очередь содержание Железа в сыворотке крови первой группы было больше на 9,3 % ( $19,3 \pm 0,69$  мкмоль/л), а во второй – на 6,7 % ( $18,8 \pm 0,47$  мкмоль/л) по сравнению с птицей контрольной группы.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, хелаты, Цинк, Марганец, Медь, Железо, метаболизм.

#### **State of protein and mineral exchange in broiler-chickens for the use of Zinc and Manganese chelates**

**Sakara V., Melnyk A., Marchenkov F.**

The results of the application of a complex of Zinc and Manganese chelates to protein, macro- and micro-mineral exchanges in the body of broiler chickens of the Cobb 500 cross-breed are presented. The administration of Zn and Mn chelates in a dose of 0,2 ml/l for chicken broilers of 23 days of age (1st experimental group) during 14 days influenced the increase in the total protein content to  $35,3 \pm 0,8$  g/l, which is 8 % higher compared with the control –  $32,5 \pm 0,7$  g/l ( $p < 0,01$ ). The concentration of total Calcium in serum of broiler chickens 37-day-old (end of trial) was higher in the first experimental group by 7,3 % ( $2,05 \pm 0,06$  mmol/l) compared to control –  $1,9 \pm 0,03$  mmol/l. In the second group, where chelates were administered in a dose of 0,4 ml/l of water, the Calcium content was  $2,0 \pm 0,02$  mmol/l, which is 5 % more than the control group. The two-week application of Zn and Mn chelates also led to an increase in the level of inorganic Phosphorus in the serum of the first group to  $2,6 \pm 0,12$  mmol/l (+ 11,5 %) compared with the control group. After administration of chelates Zn and Mn at doses of 0,2 ml/l water, the Zinc content was higher by 4,3% ( $23,5 \pm 0,2$   $\mu$ mol/l) compared to control –  $22,5 \pm 0,34$   $\mu$ mol/l ( $p < 0,01$ ). In the second group, where the dose of chelates was 0,4 ml/l, the concentration of Zinc was  $23,6 \pm 0,16$   $\mu$ mol/l, which is more than 4,6 % for control ( $p < 0,01$ ). At the end of the study, the content of Manganese in serum of broiler chickens in the first group was  $1,9 \pm 0,07$   $\mu$ mol/l ( $p < 0,05$ ), which is 10,4% higher compared with the control –  $1,7 \pm 0,06$   $\mu$ mol/l (3rd sampling). The level of this element in the second group was  $2,0 \pm 0,08$   $\mu$ mol/l ( $p < 0,01$ ), which is higher by 16,7 % relative to the control. At the end of the experiment, the coupon concentration in the first and second experimental groups was 12,6 and 9,3 % higher, compared with control,  $7,0 \pm 0,37$   $\mu$ mol/l. In turn, the serum Ferrum content of the first group was greater by 9,3 % ( $19,3 \pm 0,69$   $\mu$ mol/l), and the second by 6,7 % ( $18,8 \pm 0,47$   $\mu$ mol/l) compared to the bird of the control group.

**Key words:** chicken broilers, chelates, Zinc, Manganese, Cuprom, Ferrum, metabolism.

*Надійшла 08.04.2019 р.*