


## ТЕРАПІЯ ТА КЛІНІЧНА ДІАГНОСТИКА

УДК 619:616.391:637.631:636.5-053.31

### Дослідження вмісту Цинку та Мангану в сироватці крові, пір'ї та кігтях у 14-, 21- і 28-добових курчат-бройлерів хворих на пероз

Сакара В.С. , Мельник А.Ю. , Сахнюк В.В. , Богатко Л.М. , Білик Б.П. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Сакара В.С. E-mail: vitalii.sakara@btsau.edu.ua



Сакара В.С., Мельник А.Ю., Сахнюк В.В., Богатко Л.М., Білик Б.П. Дослідження вмісту Цинку та Мангану в сироватці крові, пір'ї та кігтях у 14-, 21- і 28-добових курчат-бройлерів хворих на пероз. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2021. № 2. С. 108–116.

Sakara V., Melnyk A., Sakhniuk V., Bogatko L., Bilyk B. Study of Zinc and Manganese content in blood serum, feathers and claws in 14-, 21- and 28-days old broiler chickens with perosis. *Nauk. visn. vet. med.*, 2021. № 2. PP. 108–116.

Рукопис отримано: 12.10.2021 р.

Прийнято: 03.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2021-168-2-108-116

Вибракування через некондиційність, зменшення маси тіла, смертність та як наслідок економічні збитки в зв'язку з перозом, за різними оцінками становлять 1–5 % від групи птиці. Через порушення функцій кінцівок птиці може страждати від ряду захворювань. Недостатність необхідних поживних речовин має важливе значення у розвитку перозу в домашньої птиці. В багатьох фермерських господарствах через економію коштів, здешевлюють комбікорми для бройлерів, що в подальшому може призвести до виникнення порушення метаболізму в організмі птиці. Тому діагностика цих порушень потребує нових підходів. Сучасна наука все більш схиляється до неінвазивної діагностики метаболічних патологій. У гуманній медицині для дослідження сталого дефіциту мікроелементів використовують нігті та волосся. У ветеринарній медицині за дослідження дефіциту мікроелементів як метод неінвазивної діагностики використовують шерсть тварин.

За результатами досліджень встановлено концентрації мікроелементів (Zn, Mn) у пір'ї 14-, 21- та 28-добових клінічно здорових та хворих на пероз курчат-бройлерів. На 14 добу захворювання концентрація Цинку та Мангану в курчат-бройлерів хворих на пероз становила  $65,6 \pm 2,73$  та  $17,4 \pm 0,79$  мкг/г, що було вірогідно більше від клінічно здорової птиці  $46,5 \pm 1,57$  ( $p < 0,001$ ) та  $10,9 \pm 0,80$  ( $p < 0,001$ ) мкг/г.

Аналізуючи показники мікроелементів у кігтях хворих на пероз курчат-бройлерів 28-добового віку встановлено вміст Мангану  $10,2 \pm 0,51$  мкг/г, що вірогідно менше від клінічно здорової птиці  $15,7 \pm 0,97$  мкг/г ( $p < 0,01$ ). Концентрація Цинку в кігтях здорової птиці становить  $127,6 \pm 3,65$  мкг/г, що мало тенденцію до збільшення порівняно з показником у здорової птиці –  $98,3 \pm 5,40$  мкг/г.

Результати аналізу свідчать про те, що у птиці з ознаками перозу Цинк та Манган накопичуються в більших концентраціях у пір'ї порівняно з клінічно здоровими курчатами. Водночас у кігтях зменшується концентрація цих елементів у курчат з перозом відносно здорової птиці групи.

**Ключові слова:** мікроелементи, неінвазивна діагностика, метаболічні патології, птиця.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пероз (марганцевий рахіт, ковзне сухожилля) – захворювання, що характеризується деформацією та вивертанням суглобів, порушенням процесу формування кісток та зв'язкового апарату. Як наслідок, розвиваються зміни анатомічного положення литкового сухожилля, що виходить із свого виростка, а стопа вивертається під прямим кутом, подібно до ви-

вику кінцівок [1]. Необхідність у дослідженні крові визначається, передусім, фізіологічним значенням цієї тканини та змінами, які настають у ній за різних патологічних станів [2]. В організмі тварин та птиці міститься 64 елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва. Співвідношення концентрацій металів в організмі формувалося протягом усього процесу еволюції органічного світу. Перебуваючи пере-

важно в розсіяному стані, метали акумулюються в певних органах і тканинах, перевищуючи їх вміст у декілька разів [3].

Манган (Mn) – один з основних мікроелементів, який наявний у всіх тканинах, та є основою для нормального метаболізму амінокислот, ліпідів, білків і вуглеводів та має важливе значення в розвитку кісткової тканини [4, 5]. Ще у 1937 році було доведено, що дефіцит Мангану призводить до перозу птиці [6]. За його нестачі знижується синтез жирних кислот, білків і метіоніну, порушується метаболізм нікотинової кислоти та знижується вміст лужної фосфатази і фосфору в крові. Порушуються окисно-відновні процеси й обмін аскорбінової, фолієвої та пантотенової кислот, що в подальшому призводить до зниження активності тканинного дихання [4].

Цинк має важливе значення щодо росту курчат, розвитку кісток, оперення, апетиту та імунної системи [7]. Він має стимулюючий вплив на мінералізацію, формування кісток та збереження їх маси. Також безпосередньо активує аміноацил-тРНК-синтетази в клітинах остеобластів та синтез клітинного білка. Крім того, цей біологічний елемент дезактивує остеокласти резорбції кістки через інгібування утворення остеокластів-подібних клітин із кісткового мозку [8].

У дослідженні аналізували індивідуальні та середні показники результатів вмісту мікроелементів Цинку та Мангану в сироватці крові хворих на пероз та клінічно здорових курчат-бройлерів 14-, 21- та 28-добового віку.

**Мета дослідження** – дослідити вміст Цинку та Мангану в сироватці крові, пір'ї та кігтях у 14-, 21- та 28-добових курчат-бройлерів хворих на пероз.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проведені 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.

Для експерименту було взято партію курчат-бройлерів кросу Cobb 500 у кількості 2000 голів 14-добового віку. З цієї групи птиці відібрали по 20 клінічно здорових та 20 з ознаками перозу курчат-бройлерів 14-, 21- та 28-добового віку для аналізу вмісту мікроелементів в сироватці крові, пір'ї та кігтях.

*Кров для дослідження* відбирали у пробірки Vacutainer (виробник Vecton Dickinson, Англія) з активатором згортання крові та гелем методом зажиттєвої пункції підкрилової вени по 20 зразків із кожної групи. Відбір про-

водили о 8 год ранку на 14-, 21- та 28-у добу вирощування. Після цього пробірки з кров'ю витримували упродовж 30 хв за кімнатної температури (20–25 °С) до початку процесу відділення згустку. Рідку частину (сироватку крові) центрифугували за 3000 об./хв протягом 10 хв до остаточного відділення сироватки від формених елементів крові [9, 10].

*Дослідження вмісту Мангану та Цинку в сироватці крові, пір'ї та кігтях* птиці проводили методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі Shimadzu AA-6650 з електро-термічним атомізатором (виробник Shimadzu, Кіото, Японія). Для розведення сироватки та стандартів використовували 0,1 % р-н азотної кислоти (о.с.ч.) (виробник Lachema, Чехія). Розведення стандартів та сироватки проводили згідно з методичними рекомендаціями до роботи на приладі.

*Статистична обробка.* Отримані результати експерименту представлені як середні значення  $M \pm m$ . Вірогідну різницю оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати вважали вірогідними за  $p \leq 0,05$ . Дослідження були статистично обраховані за допомогою програми Statistica 10.

**Результати дослідження.** За результатами дослідження встановлено, що в сироватці крові клінічно здорових курчат 14-добового віку концентрація Мангану в середньому по групі становила  $2,4 \pm 0,13$  мкмоль/л. У 83,3 % його вміст коливався в межах 1,8–3,0 мкмоль/л, що відповідає оптимальному рівню для курчат-бройлерів у сироватці крові. Концентрація цього мікроелемента в крові птиці з перозом була на рівні  $1,5 \pm 0,14$  мкмоль/л, що менше на 37,5 %, ніж в аналогічних клінічно здорових курчат ( $p < 0,001$ ).

Встановлено, що в сироватці крові курчат 14-добового віку вміст Цинку в середньому становив  $31,6 \pm 1,23$  мкмоль/л. У 14 голів (70 %) курчат хворих на пероз вміст Цинку в сироватці крові був нижчий за показник клінічно здорової птиці на 41,8 % за середньої величини 18,4 мкмоль/л. У 2 голів (10 %) із них, цей елемент взагалі визначали на рівні нижче за 10,0 мкмоль/л – 8,8 та 9,5 мкмоль/л, що є критично низьким для молодяку курчат-бройлерів. У 4 курчат коливався в межах норми ( $24,0$ – $25,1$  мкмоль/л) (табл. 1).

У сироватці крові клінічно здорових курчат-бройлерів 21-добового віку середня концентрація Мангану становить  $2,7 \pm 0,21$  мкмоль/л. Установлено, що в 76 % курчат вміст цього мікроелемента в крові коливався в межах 1,8–3,5 мкмоль/л за середньої квадратичної похибки  $\sigma = 0,85$  мкмоль/л. Вміст Мангану в

сироватці крові курчат з перозом в середньому становив  $1,3 \pm 0,12$  мкмоль/л (Lim 0,7–2,8), що менше на 51,8 % за показник у здорової птиці.

За результатами аналізу індивідуальних показників у групі курчат з перозом діагностували, що у 16 голів (80 %) вміст Мангану менший за нижню межу норми, із них у 5 голів (25 %) нижчий за 0,9 мкмоль/л, а в решти голів групи був у межах норми. Концентрація Цинку в сироватці крові клінічно здорової птиці 21-добового віку в середньому становила  $26,0 \pm 1,34$  мкмоль/л. Досліджуючи вміст Цинку в сироватці крові хворих на пероз курчат-бройлерів діагностували, що у 19 голів (95 %) цей показник був нижчий за 23,1 мкмоль/л, що свідчить про суттєвий його дефіцит у птиці за цієї патології. Середня величина цього показника становила  $19,1 \pm 0,69$  мкмоль/л, що нижче на 34,1 % від клінічно здорової птиці ( $p < 0,001$ ) (табл. 1).

За результатами дослідження вміст Мангану в сироватці крові клінічно здорових курчат-бройлерів 28-добового віку становив  $2,6 \pm 0,17$  мкмоль/л. Встановлено, що концентрація Мангану в крові 28-добових курчат хворих на пероз становила  $1,1 \pm 0,11$  мкмоль/л ( $p < 0,001$ ). У групі з клінічними ознаками цієї патології в 17 голів (85 %) вміст цього елемента був нижчий за 1,8 мкмоль/л. В решти курчат групи цей показник не виходив за межі норми (табл. 1).

За результатами експерименту встановлено, що концентрація Цинку в сироватці крові клінічно здорових курчат становила 27,8 мкмоль/л. Вміст цього мікроелемента в сироватці крові 4-тижневих курчат-бройлерів хворих на пероз становив  $18,9 \pm 0,92$  мкмоль/л, що менше на 32 % порівняно з клінічно здоровою птицею ( $p < 0,01$ ). Встановлено, що в 75 %

(15 голів) хворих на пероз концентрація цього мікроелемента була нижча за норму, із них в 4 голів (20 %) менше 15 мкмоль/л. У решти перозисної птиці цей показник коливався в межах 24,0–25,7 мкмоль/л (табл. 1).

*Дослідження вмісту Цинку та Мангану в пір'ї курчат-бройлерів 14-, 21- та 28-добового віку.* Розвиток діагностики, лікування та профілактики мікроелементозів людини є одним зі значних досягнень в галузі гуманної медицини останніх років. Індивідуальна оцінка елементного статусу з використанням аналізу мікроелементів в крові та волоссі, пропонує індивідуальний підхід із застосуванням монопрепаратів під час лікування людини [11–13].

На фоні успішних результатів у гуманній медицині [14–16], нами була зроблена спроба порівняти інформативність визначення мікроелементів Цинку та Мангану в таких біоматеріалах від птиці як сироватка крові, пір'я та кігті для виявлення можливості використання неінвазивних біоматеріалів з метою оцінки порушень мікроелементного метаболізму за перозу в курчат-бройлерів.

Пір'я у птиці, як і волосся у людей являє собою канал екскреції мікроелементів з організму. Екскреція може бути знижена або посилена в силу направлення регуляції або патологічних змін в організмі [3, 17]. Завдяки своїй здатності до акумуляції хімічних елементів, пір'я також може слугувати біоматеріалом, що відображає процеси, які проходять в організмі за участю мікроелементів [8, 18, 19]. Через недостатню забезпеченість раціону мікроелементами, особливо Цинком, у швидкорослої, високопродуктивної птиці може не лише виникати пероз, а й погано розвиватися оперення [20].

Таблиця 1 – Результати дослідження вмісту Мангану та Цинку в сироватці крові курчат-бройлерів 14-, 21-, 28-добового віку

Біоматеріал		Цинк		Манган	
		клінічно здорові	пероз	клінічно здорові	пероз
14-добові					
Сироватка крові, мкмоль/л, (M±m, n=38)	M±m	31,6±1,23	18,4±1,14	2,4±0,13	1,5±0,14
	Lim	23,4–39,6	8,8–25,1	1,8–3,6	0,7–3,1
	p<	0,001		0,001	
21-добові					
Сироватка крові, мкмоль/л, (M±m, n=37)	M±m	29,0±0,88	19,1±0,69	2,7±0,21	1,3±0,12
	Lim	25,0–37,6	12,5–23,7	1,8–4,1	0,7–2,8
	p<	0,001		0,001	
28-добові					
Сироватка крові, мкмоль/л, (M±m, n=36)	M±m	27,8±0,80	18,9±0,92	2,6±0,17	1,1±0,11
	Lim	24,8–34,5	13,0–25,7	1,9–4,0	0,4–2,2
	p<	0,01		0,01	

Діагностика вмісту Мангану в пір'ї клінічно здорової птиці двотижневого віку показала, що в 15 голів (83,3 %) цей показник менше 16,5 мкг/г, та в середньому по групі становив  $11,8 \pm 1,12$  мкг/г (Lim: 4,1–19,5). У 55,5 % він коливався в межах 7,1–16,5 мкг/г ( $\sigma=4,74$ ). Концентрація цього мікроелемента в пір'ї хворих на пероз курчат-бройлерів у 10 голів (50 %) була вищою за 16,5 мкг/г, а середній показник по групі становив  $17,6 \pm 1,52$  мкг/г, що на 32,9 % більше ніж в аналогічних клінічно здорових курчат ( $p < 0,001$ ) (табл. 2).

Отримані результати дослідження засвідчили, що концентрація Цинку в пір'ї клінічно здорових 14-добових курчат-бройлерів становила  $51,1 \pm 2,05$  мкг/г (Lim: 30,3–63,2). За нашими розрахунками у 77,8 % проб пір'я від птиці вміст цього елемента коливався в межах 42,4–59,8 мкг/г ( $\sigma=8,69$ ). Вміст цього елемента в 12 голів з перозом (60 %) перевищував 59,8 мкг/г, із них у 6 голів з частковим зміщенням сухожилка цей елемент коливався в межах 76–85,3 мкг/г. У середньому концентрація Цинку у вказаному вище біоматеріалі хворої на пероз птиці становила  $63,0 \pm 3,43$  мкг/г, що на 18,9 % більше, ніж у здорових курчат ( $p < 0,001$ ). У 8 голів (22,2 %) цей показник коливався в межах 36,4–57,5 мкг/г (табл. 2).

За результатами дослідження вмісту Мангану в пір'ї клінічно здорових курчат-бройлерів 21-добового віку в 58,8 % він коливався в межах 7,5–16,1 мкг/г ( $\sigma=4,28$ ) та в середньому становив  $11,8 \pm 1,04$  мкг/г (Lim: 6,1–21,4). Концентрація цього елемента в пір'ї від 60 % хворої на пероз птиці була більша за 16,1 мкг/г, та в середньому становила  $17,1 \pm 1,21$  мкг/г ( $p < 0,001$ ) (табл. 2).

Середній вміст Цинку в пір'ї клінічно здорової птиці тритижневого віку становив  $47,3 \pm 1,73$  мкг/г, та був вірогідно нижчий на 25,0 % порівняно з курчатами з перозом –  $63,1 \pm 1,92$  мкг/г ( $p < 0,001$ ). У 64,7 % клінічно здорових курчат-бройлерів вміст цього мікроелемента коливався в межах 40,2–54,4 мкг/г, за середньої квадратичної похибки  $\sigma=7,13$ . Концентрація Цинку в пір'ї 70 % хворих на пероз перевищила межу 54,4 мкг/г, а в 5 голів з третім ступенем ураження була вище 72,7 мкг/г (табл. 2).

Концентрація Мангану в пір'ї 28-добових клінічно здорових курчат в середньому становила  $10,9 \pm 0,80$  мкг/г. Аналізуючи індивідуальні показники встановлено, що в цей період вміст мікроелемента в пір'ї 81,2 % клінічно здорової птиці коливався в межах 7,7–14,1 мкг/г ( $\sigma=3,20$ ). Стосовно птиці з ознаками патології встановлено, що цей показник на 37,3 % вище –  $17,4 \pm 0,79$  мкг/г ( $p < 0,001$  – відносно показника здорових курчат) (табл. 2). У 80 % хворих на пероз був вищим за 14,1 мкг/г.

За результатами дослідження метаболізму Цинку в пір'ї клінічно здорової птиці встановили, що середня його величина по групі становила  $46,5 \pm 1,57$  мкг/г (Lim: 36,5–55,6). Визначено, що в 56,2 % курчат вміст цього мікроелемента в крові коливався в межах 40,2–52,8 мкг/г за середньої квадратичної похибки  $\sigma=6,28$  мкг/г. У курчат-бройлерів хворих на пероз вміст цього елемента в пір'ї був вищий на 29,1 %, ніж у птиці без ознак захворювання та в середньому по групі становив  $65,6 \pm 2,73$  мкг/г ( $p < 0,001$ ). Аналізуючи індивідуальні показники у курчат з перозом діагностували, що в 90 % концентрація Цинку в біоматеріалі вища за 52,8 мкг/г (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати дослідження вмісту Мангану та Цинку в пір'ї курчат-бройлерів 14-, 21-, 28-добового віку

Біоматеріал		Манган		Цинк	
		клінічно здорові	пероз	клінічно здорові	пероз
14-добові					
Пір'я, мкг/г, ( $M \pm m$ , n=38)	$M \pm m$	$11,8 \pm 1,12$	$17,6 \pm 1,52$	$51,1 \pm 2,05$	$63,0 \pm 3,43$
	Lim	4,1–19,5	9,4–32,7	30,3–63,2	36,4–85,3
	p<	0,001		0,001	
21-добові					
Пір'я, мкг/г, ( $M \pm m$ , n=37)	$M \pm m$	$11,8 \pm 1,04$	$17,1 \pm 1,21$	$47,3 \pm 1,73$	$63,1 \pm 1,92$
	Lim	6,1–21,4	8,8–26,0	36,0–58,2	46,4–90,3
	p<	0,001		0,001	
28-добові					
Пір'я, мкг/г, ( $M \pm m$ , n=36)	$M \pm m$	$10,9 \pm 0,80$	$17,4 \pm 0,79$	$46,5 \pm 1,57$	$65,6 \pm 2,73$
	Lim	5,5–17,2	12,2–25,9	36,5–55,6	44,7–93,0
	p<	0,001		0,001	



Визначення вмісту Цинку та Мангану в кігтях курчат-бройлерів 14-, 21- та 28-добового віку. Нігті, як похідне епітеліальної частини тканини, і волосся – похідне від епідермісу, еволюційно сформувалися як один з допоміжних екскреторних органів, хімічний склад яких відображає структурні елементи адапційних процесів [21, 22]. Нігті це маркери для накопичення мікроелементів і використовуються в клінічних дослідженнях для визначення елементного статусу. Швидкість росту нігтів може варіювати залежно від віку, статі, стану здоров'я та швидкості обміну речовин [21]. Кігті у птиці подібні за структурою до нігтів людини та їх елементний статус формується протягом тривалого періоду.

Для дослідження кігті в курчат віком 14 діб не відбирали через малу кількість наважки (менше 0,1 г), у цей віковий період використовували лише сироватку крові та пір'я.

Концентрація Мангану в кігтях 21-добових клінічно здорових курчат-бройлерів становила  $13,5 \pm 0,75$  мкг/г, у 58,8 % цей показник коливався у межах 10,4–16,6 мкг ( $\sigma=3,11$ ). Вміст Мангану в кігтях птиці з перозом мав тенденцію до зниження порівняно з клінічно здоровими і становив  $11,0 \pm 0,45$  мкг/г. Діагностували, що у 7 голів (35 %) з ознаками патології цей елемент нижче 10,4 мкг/г, у 13 голів (75 %) – коливався в межах 10,5–15,2 мкг/г (табл. 3).

За результатами дослідження вміст Цинку в кігтях тридизневих клінічно здорових курчат-бройлерів у середньому становив  $124,1 \pm 2,94$  мкг/г. Установлено, концентрація цього мікроелемента в 13 голів (76,5 %) курчат знаходилася в межах 112–136,2 мкг/г, за середнього квадратичного відхилення  $\sigma=12,13$  мкг/г. У птиці хворої на пероз в середньому по групі цей показник становив  $99,2 \pm 6,34$  мкг/г, також у 65 % (13 голів) він був нижчий за 112,0 мкг/г, у решти знаходився в межах 127–157,4 мкг/г (табл. 3).

Встановлено, що вміст Мангану в кігтях клінічно здорових курчат-бройлерів 28-добового віку в 75 % знаходився в межах 11,8–19,6 мкг/г ( $\sigma=3,89$ ), та середня його величина становила  $15,7 \pm 0,97$  мкг/г. Досліджено, що в курчат аналогічного віку з перозом у 80 % (16 голів), концентрація цього елемента була нижчою за 11,8 мкг/г, та в середньому по групі становила  $10,2 \pm 0,51$  мкг/г, що нижче на 35 % за показник здорової птиці ( $p < 0,01$ ), в інших курчат групи знаходився в межах 12,4–14 мкг/г (табл. 3).

Діагностували, що вміст Цинку в кігтях курчат на 28 добу в 68,7 % коливався в межах 113–142,2 мкг/г ( $\sigma=14,61$ ), та в середньому по групі становив  $120,9 \pm 4,28$  мкг/г. За результатами аналізу встановлено, що у 16 голів (80 %) курчат-бройлерів хворих на пероз концентрація Цинку в кігтях нижча за 113 мкг/г, та в середньому по групі становила  $98,3 \pm 5,40$  мкг/г, в решти 20 % цей показник коливався в межах 119,2–127,2 мкг/г (табл. 3).

**Обговорення.** Згідно з інформацією досліджень В. Пономарева та ін. (2018 р.) у клінічно здорових курей з білим пір'ям вміст Мангану становить  $27,5 \pm 1,40$  мкг/г, Цинку –  $63,0 \pm 4,00$  мкг/г [23]. N.A. Mikoni (2017 р.) у своїх дослідженнях вказує, що в колібрі концентрація Мангану коливається в межах 0,33–23,83 мкг/г та Цинку – 77,0–391,3 мкг/г [14]. В.І. Федоров (2006 р.) у своїх дослідженнях описує, що волосся в людини являє собою канал екскреції мікроелементів із організму. Тобто, виділення мікроелементів у волосся може бути знижене або посилене, через силу направлення регуляції чи патологічних змін в організмі та не завжди відображає надлишок чи дефіцит в ньому певних елементів [12, 24].

Аналізуючи літературні дані не було знайдено інформації про дослідження мікроелементів у кігтях сільськогосподарської та екзотичної птиці, тому для порівняння використовували дані з діагностики мікроеле-

Таблиця 3 – Результати дослідження вмісту Мангану та Цинку в кігтях курчат-бройлерів 21- та 28-добового віку

Біоматеріал		Манган		Цинк	
		клінічно здорові	пероз	клінічно здорові	пероз
21-добові					
Кігті, мкг/г, (M±m, n=37)	M±m	13,5±0,75	11,0±0,45	124,1±2,94	99,2±6,34
	Lim	9,2–19,5	8,0–15,2	101,2–148,5	44,7–158,4
	p<	0,1		0,1	
28-добові					
Кігті, мкг/г, (M±m, n=36)	M±m	15,7±0,97	10,2±0,51	127,6±3,65	98,3±5,40
	Lim	10,4–24,4	6,4–14,0	103,8–157,1	61,4–166,0
	p<	0,01		0,1	

ментів у нігтях. С. Савинов (2018 р.) у своїх дослідженнях щодо вмісту мікроелементів у нігтях людини встановив, що вміст Цинку коливається в межах 175–446 мкг/г [25, 26]. За результатами М. Кудіна (2010 р.) вміст Мангану та Цинку в нігтях дітей становить  $3,3 \pm 0,42$  та  $162,31 \pm 17,23$  мкг/г [27]. В. Демченко у своїх дослідженнях описує, що у здорових людей вміст Цинку та Мангану коливається в межах 33,5–195,5 та 0,30–2,16 мкг/г. Водночас встановив, що такі біоматеріали як нігті та волосся можуть бути додатковими матеріалами для визначення мікроелементного статусу [11, 15]. Дослідник К. Не (2011) у своїх дослідженнях вмісту мікроелементів у нігтях як біомаркерах установив, що нігті є корисним біоматеріалом щодо визначення впливу їжі та зовнішнього середовища на вміст мікроелементів [21].

**Висновки.** Концентрація Мангану та Цинку в сироватці крові курчат-бройлерів хворих на пероз була вірогідно меншою від клінічно здорової птиці. За результатами дослідження пир'я та кігтів встановлено, що за перозу через порушення обміну Цинку та Мангану ці елементи не використовуються належним чином, та накопичуються в пир'ї. За перозу зменшуються концентрації Цинку та Мангану в кігтях, порівняно з клінічно здоровою птицею.

**Відомості про дотримання біоетичних норм.** Усі дослідження проведено з дотриманням біоетичних засад, регламентованих Законом України "Про захист тварин від жорстокого поводження" (№ 3447-IV від 21.02.2006 року) та чинних вимог Європейської комісії щодо обходження з хребетними тваринами та захисту їх від спраги, голоду, недоїдання, дискомфорту, страху, болю, хвороб. Дослідження виконано в межах програми Phd.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Конфлікт інтересів відсутній.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Greenacre C.B. Backyard Poultry Medicine and Surgery. Hoboken, NJ. USA: John Wiley & Sons, Inc. 2015. DOI:10.1111/avj.12545
- Soetan K.O., Olaiya C.O., Oyewole O.E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African J. Food Sci.*, 2010. Vol. 4. no. May. P. 200–222. URL: [www.researchgate.net/publication/267403443\\_The\\_importance\\_of\\_mineral\\_elements\\_for\\_humans\\_domestic\\_animals\\_and\\_plants\\_A\\_review](http://www.researchgate.net/publication/267403443_The_importance_of_mineral_elements_for_humans_domestic_animals_and_plants_A_review)
- Lebedev S.V., Kharlamov A.V., Kurilkina M.Y. Selection of bioindicators to assess the elemental status of animals. *Anim. Husb. Fodd. Prod.*, 2019. Vol. 102. no. 1. P. 71–78. DOI:10.33284/2658-3135-102-1-71.
- Tufarelli V., Laudadio V. Manganese and its role in poultry nutrition: an overview. *J. Exp. Biol. Agric. Sci.* 2017. Vol. 5. no. 6. P. 749–754. DOI:10.18006/2017.5(6).749.754.
- Widiyanto W., Kusumanti E., Mulyono M., Surahmanto S. The influence of season and topography on manganese (Mn) status of grazing java thin-tailed sheep in the agriculture area in mijen of semarang-central java. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* 2013. Vol. 38. no. 2. P. 131–138. DOI:10.14710/jitaa.38.2.131-138.
- Effects of Manganese deficiency on the microstructure of proximal tibia and OPG/RANKL gene expression in chicks/R. Liu et al. *Vet. Res. Commun.* 2015. Vol. 39. no. 1. P. 31–37. DOI:10.1007/s11259-015-9626-5.
- Kamran Azad S., Shariatmadari F., Karimi Torshizi M.A., Ahmadi H. Effect of zinc concentration and source on performance, tissue mineral status, activity of superoxide dismutase enzyme and lipid peroxidation of meat in broiler chickens. *Anim. Prod. Sci.* 2018. Vol. 58. no. 10. 1837 p. DOI:10.1071/AN15758.
- Organic or inorganic Zinc in poultry nutrition: a review/ M.E. Abd El-Hack et al. *Worlds. Poult. Sci. J.* 2017. Vol. 73. no. 4. P. 904–915. DOI: 10.1017/S0043933917000769.
- Sakara V., Melnik A., Moskalenko V. Features of blood selection in kurchat broilers of different age. *Nauk. visnik vet. med.* 2018. Vol. 2. no. 2 (144). P. 60–65. DOI:10.33245/2310-4902-2018-144-2-60-65.
- Owen J.C. Collecting, processing, and storing avian blood: A review. *J. F. Ornithol.* 2011. Vol. 82. no. 4. P. 339–354. DOI:10.1111/j.1557-9263.2011.00338.x.
- Karpas Z. Urine, hair, and nails as indicators for ingestion of uranium in drinking water. *Health Phys.* 2005. Vol. 88. no. 3. P. 229–242. DOI:10.1097/01.HP.0000149883.69107.ab.
- Sheshnitsan T.L., Sheshnitsan S.S., Kapitalchuk M.V. Contents of Manganese, Zinc, Copper and Molybdenum in the Hair of the Farm Animals in the Lower Dniester Valley. *South Russ. Ecol. Dev.* 2019. Vol. 13. no. 4. P. 166–173. DOI:10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.
- Monitoring spatially resolved trace elements in polar bear hair using single spot laser ablation ICP-MS/T. Bechshoft et al. *Ecological Indicators.* 2020. Vol. 119. P. 2–16. DOI:10.1016/j.ecolind.2020.106822
- Mikoni N.A. Trace element contamination in feather and tissue samples from Anna's hummingbirds. *Ecol. Indic.* 2016. Vol. 80. no. December. P. 96–105. DOI:10.1016/j.ecolind.2017.04.053.
- Karatela S., Ward N.I., Zeng I.S., Paterson J. Status and interrelationship of toenail elements in Pacific children. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2017. Vol. 46. no. November. P. 10–16. DOI:10.1016/j.jtemb.2017.11.004.
- Effect of the Inclusion of Organic Copper, Manganese, And Zinc in The Diet of Layers on Mineral Excretion, Egg Production, and Eggshell Quality"/ L.S. Carvalho et al. *Brazilian J. Poult. Sci.*, 2015. no. 10. P. 87–92. DOI:10.1590/1516-635.
- Wang G. Comparison of Inorganic and Organically Bound Trace Minerals on Tissue Mineral Deposition and Fecal Excretion in Broiler Breeders. *Biol. Trace Elem. Res.* 2019. Vol. 189. no. 1. P. 224–232. DOI:10.1007/s12011-018-1460-5.
- Clair S. Heavy Metals, Selenium, and Pacific Dunlin: Patterns of Accumulation, Exposure from Prey and

Toxicity Risks. 2012. P. 1–113. URL:summit.sfu.ca/system/files/ir/items/1/12500/etd7485\_CStClair.pdf.

19. Use of trace elements in feathers of sand martin *Riparia riparia* for identifying moulting areas/T. Szép et al. *J. Avian Biol.* 2013. Vol. 34. no. 3. P. 307–320. DOI:10.1034/j.1600-048X.2003.03026.x.

20. Leeson S., Walsh T. Feathering in commercial poultry II. Factors influencing feather growth and feather loss,” *Worlds. Poult. Sci. J.* 2010. Vol. 60. no. 01. P. 52–63. DOI:10.1079/wps20034.

21. He K. Trace elements in nails as biomarkers in clinical research”. *Eur. J. Clin. Invest.* 2011. Vol. 41. no. 1. P. 98–102. DOI:10.1111/j.1365-2362.2010.02373.x.

22. Ishak I., Rosli F.D., Mohamed J., Mohd Ismail M.F. Comparison of digestion methods for the determination of trace elements and heavy metals in human hair and nails. *Malaysian J. Med. Sci.* 2015. Vol. 22. no. 6. P. 11–20. PMID: PMC5295749

23. Influence of organic forms of Copper, Manganese and Iron on bioaccumulation of these metals and Zinc in laying hens/Z. Dobrzański et al. *J. Elem.* 2008. Vol. 13. no. 3. P. 309–319.

24. Holasová M., Pechová A., Husaková T. The evaluation of Cu, Zn, Mn, and Se concentrations in the hair of South American camelids”. *Acta Vet. Brno.* 2017. Vol. 86. no. 2. P. 141–149. DOI:10.2754/avb201786020141.

25. Trace Mineral Nutrition in Poultry and Swine/J.D. Richards et al. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 2010. Vol. 23. no. 11. P. 1527–1534. DOI:10.5713/ajas.2010.r.07.

26. Ishak I., Rosli F., Mohamed J., Mohd Ismail F. Comparison of digestion methods for the determination of trace elements and heavy metals in human hair and nails, *Malaysian J. Med. Sci.* 2015. Vol. 22. no. 6. P. 11–20. PMID:28223880

27. Burrell A. Responses of broilers to dietary Zinc concentrations and sources in relation to environmental implications. *Br. Poult. Sci.* 2004. Vol. 45. no. 2. P. 225–263. DOI:10.1080/00071660410001715867.

## REFERENCES

1. Greenacre, C.B., (2015). *Backyard Poultry Medicine and Surgery*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. DOI:10.1111/avj.12545

2. Soetan, K.O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African J. Food Sci.* Vol. 4, no. May, pp. 200–222. Available at:www.researchgate.net/publication/267403443\_The\_importance\_of\_mineral\_elements\_for\_humans\_domestic\_animals\_and\_plants\_A\_review

3. Lebedev, S.V., Kharlamov, A.V., Kurilkina, M.Y. (2019). Selection of bioindicators to assess the elemental status of animals. *Anim. Husb. Fodd. Prod.* Vol. 102, no. 1, pp. 71–78. DOI:10.33284/2658-3135-102-1-71.

4. Tufarelli, V., Laudadio, V. (2017). Manganese and its role in poultry nutrition: an overview. *J. Exp. Biol. Agric. Sci.* Vol. 5, no. 6, pp. 749–754. DOI: 10.18006/2017.5(6).749.754.

5. Widiyanto, W., Kusumanti, E., Mulyono, M., Surahmanto, S. (2013). The influence of season and

topography on manganese (Mn) status of grazing java thin-tailed sheep in the agriculture area in mijen of semarang-central java. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* Vol. 38, no. 2, pp. 131–138. DOI:10.14710/jitaa.38.2.131-138.

6. Liu, R., Jin, C., Wang, Z., Wang, Z., Wang, J., Wang, L. (2015). Effects of Manganese deficiency on the microstructure of proximal tibia and OPG/RANKL gene expression in chicks. *Vet. Res. Commun.* Vol. 39, no. 1, pp. 31–37. DOI:10.1007/s11259-015-9626-5.

7. Kamran Azad, S., Shariatmadari, F., Karimi Torshizi, M.A., Ahmadi, H. (2018). Effect of zinc concentration and source on performance, tissue mineral status, activity of superoxide dismutase enzyme and lipid peroxidation of meat in broiler chickens., *Anim. Prod. Sci.* Vol. 58, no. 10, 1837 p. DOI:10.1071/AN15758.

8. Abd El-Hack, M.E., Alagawany, M., Arif, M., Chaudhry, M.T., Emam, M., Patra, A. (2017). Organic or inorganic Zinc in poultry nutrition: a review. *Worlds. Poult. Sci. J.* Vol. 73, no. 4, pp. 904–915. DOI:10.1017/S0043933917000769.

9. Sakara, V., Melnik, A., Moskalenko, V., (2018). Features of blood selection in kurchat broilers of different age. *Nauk. visnik vet. med.* Vol. 2, no. 2 (144), pp. 60–65. DOI:10.33245/2310-4902-2018-144-2-60-65.

10. Owen, J.C., (2011). Collecting, processing, and storing avian blood: A review. *J. F. Ornithol.* Vol. 82, no. 4, pp. 339–354. DOI:10.1111/j.1557-9263.2011.00338.x.

11. Karpas, Z. (2005). Urine, hair, and nails as indicators for ingestion of uranium in drinking water. *Health Phys.* Vol. 88, no. 3, pp. 229–242. DOI:10.1097/01.HP.0000149883.69107.ab.

12. Sheshnitsan, T.L., Sheshnitsan, S.S., Kapitalchuk, M.V. (2019). Contents of Manganese, Zinc, Copper and Molybdenum in the Hair of the Farm Animals in the Lower Dniester Valley. *South Russ. Ecol. Dev.* Vol. 13, no. 4, pp. 166–173. DOI:10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.

13. Bechshoft, T. (2020). Monitoring spatially resolved trace elements in polar bear hair using single spot laser ablation ICP-MS. *Ecological Indicators.* Vol. 119, pp. 2–16. DOI:10.1016/j.ecolind.2020.106822

14. Mikoni, N.A. (2016). Trace element contamination in feather and tissue samples from Anna's hummingbirds. *Ecol. Indic.* Vol. 80, no. December, pp. 96–105. DOI:10.1016/j.ecolind.2017.04.053.

15. Karatela, S., Ward, N.I., Zeng, I.S., Paterson, J. (2017). Status and interrelationship of toenail elements in Pacific children. *J. Trace Elem. Med. Biol.* Vol. 46, no. November, pp. 10–16. DOI:10.1016/j.jtemb.2017.11.004.

16. Carvalho, L.S. Rosa, D.R., Litz, F.H., Fagundes, N.S., Fernandes, E.A. (2015). Effect of the Inclusion of Organic Copper, Manganese, And Zinc in The Diet of Layers on Mineral Excretion, Egg Production, and Eggshell Quality”. *Brazilian J. Poult. Sci.* no. 10, pp. 87–92. DOI:10.1590/1516-635.

17. Wang, G. (2019). Comparison of Inorganic and Organically Bound Trace Minerals on Tissue Mineral Deposition and Fecal Excretion in Broiler Breeders Biol. *Trace Elem. Res.* Vol. 189, no. 1, pp. 224–232. DOI:10.1007/s12011-018-1460-5.

18. Clair, S. (2012). Heavy Metals, Selenium, and Pacific Dunlin: Patterns of Accumulation, Exposure from Prey and Toxicity Risks. pp. 1–113. Available at: [summit.sfu.ca/system/files/iritems1/12500/etd7485\\_CStClair.pdf](http://summit.sfu.ca/system/files/iritems1/12500/etd7485_CStClair.pdf).

19. Szép, T., Møller, A.P., Vallner, J., Kovács, B., Norman, D. (2013). Use of trace elements in feathers of sand martin *Ripariaria riparia* for identifying moulting areas. *J. Avian Biol.* Vol. 34, no. 3, pp. 307–320. DOI:10.1034/j.1600-048X.2003.03026.x.

20. Leeson, S., Walsh T. (2010). Feathering in commercial poultry II. Factors influencing feather growth and feather loss,” *Worlds. Poult. Sci. J.* Vol. 60, no. 01, pp. 52–63. DOI:10.1079/wps20034.

21. He, K. (2011). Trace elements in nails as biomarkers in clinical research,” *Eur. J. Clin. Invest.* Vol. 41, no. 1, pp. 98–102. DOI:10.1111/j.1365-2362.2010.02373.x.

22. Ishak, I., Rosli, F.D., Mohamed, J., Mohd Ismail, M.F. (2015). Comparison of digestion methods for the determination of trace elements and heavy metals in human hair and nails. *Malaysian J. Med. Sci.* Vol. 22, no. 6, pp. 11–20. PMID: PMC5295749

23. Dobrzański, Z., Korczyński, M., Chojnacka, K., Górecki, H., Opański, S. (2008). Influence of organic forms of Copper, Manganese and Iron on bioaccumulation of these metals and Zinc in laying hens. *J. Elem.* Vol. 13, no. 3, pp. 309–319.

24. Holasová, M., Pechová, A., Husaková, T., (2017). The evaluation of Cu, Zn, Mn, and Se concentrations in the hair of South American camelids”. *Acta Vet. Brno.* Vol. 86, no. 2, pp. 141–149. DOI:10.2754/avb201786020141.

25. Richards, J.D., Zhao, J., Harrell, R.J., Atwell, C.A., Dibner, J.J., (2010). Trace Mineral Nutrition in Poultry and Swine. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* Vol. 23, no. 11, pp. 1527–1534. DOI:10.5713/ajas.2010.r.07.

26. Ishak, I., Rosli, F., Mohamed, J., Mohd Ismail, F. (2015). Comparison of digestion methods for the determination of trace elements and heavy metals in human hair and nails, *Malaysian J. Med. Sci.* Vol. 22, no. 6, pp. 11–20. PMID:28223880

27. Burrell, A. (2004). Responses of broilers to dietary Zinc concentrations and sources in relation to environmental implications. *Br. Poult. Sci.* Vol. 45, no. 2, pp. 225–263. DOI:10.1080/00071660410001715867.

#### **Исследование содержания Цинка и Марганца в сыворотке крови, перьях и когтях в 14-, 21- и 28-суточных цыплят-бройлеров больных перозом**

**Сакара В.С., Мельник А.Ю., Сахнюк В.В., Богатко Л.М., Билык Б.П.**

Выбраковка из-за некондиционности, уменьшения массы тела, смертности и как следствие экономический ущерб в связи с перозом, по разным оценкам составляет 1–5 % от группы птицы. Из-за нарушения функций конечностей птица может страдать от ряда заболеваний. Недостаточность необходимых питательных веществ имеет важное значение в развитии пероза у домашней птицы. Много фермерских хозяйств из-за экономии средств удерживают комбикорма для бройлеров, что в дальнейшем может привести к возникновению нарушения метаболиз-

ма в организме птицы. Поэтому диагностика этих нарушений требует новых подходов. Современная наука все более склоняется к неинвазивной диагностике метаболических патологий. В человеческой медицине для исследования устойчивого дефицита микроэлементов используют ногти и волосы. А в ветеринарной медицине при исследовании дефицита микроэлементов в качестве метода неинвазивной диагностики используют шерсть животных.

По результатам наших исследований установлены концентрации микроэлементов (Zn, Mn) в перьях 14-, 21- и 28-суточных клинически здоровых и больных перозом цыплят-бройлеров. На 14 сутки заболевания концентрация Цинка и Марганца у цыплят-бройлеров больных перозом составляла  $65,6 \pm 2,73$  и  $17,4 \pm 0,79$  мкг/г, что было вероятно больше клинически здоровой птицы  $46,5 \pm 1,57$  ( $p < 0,001$ ) и  $10,9 \pm 0,80$  ( $p < 0,001$ ) мкг/г.

Анализируя показатели микроэлементов в когтях больных перозом цыплят-бройлеров 28-суточного возраста установлено содержание Марганца  $10,2 \pm 0,51$  мкг/г, что вероятно меньше клинически здоровой птицы  $15,7 \pm 0,97$  мкг/г ( $p < 0,01$ ). Концентрация Цинка в когтях здоровой птицы составляет  $127,6 \pm 3,65$  мкг/г, что имело тенденцию к увеличению по сравнению с показателем у здоровой птицы –  $98,3 \pm 5,40$  мкг/г.

Результаты анализа свидетельствуют о том, что у птицы с признаками пероза Цинк и Марганец накапливаются в больших концентрациях в перьях по сравнению с клинически здоровыми цыплятами. В свою очередь в когтях уменьшается концентрация этих элементов у цыплят с перозом относительно здоровой птицы группы.

**Ключевые слова:** микроэлементы, неинвазивная диагностика, метаболические патологии, птица.

#### **Study of Zinc and Manganese content in blood serum, feathers and claws in 14-, 21- and 28-days old broiler chickens with perosis**

**Sakara V., Melnyk A., Sakhniuk V., Bogatko L., Bilyk B.**

Culling due to poor condition, weight loss, mortality and, as a result, economic losses due to perosis, according to various estimates, 1-5% of the group of birds. Due to the dysfunction of the limbs, the bird can suffer from a number of diseases. Lack of essential nutrients play an important role in the development of perosis in poultry. Often in farms due to cost savings, reduce the cost of feed for broilers, which in turn can lead to metabolic disorders in poultry. Therefore, the diagnosis of these disorders requires new approaches. Modern science is increasingly inclined to non-invasive diagnosis of metabolic pathologies. In human medicine, nails and hair are used to study persistent micronutrient deficiencies. And in veterinary medicine in the study of micronutrient deficiencies as a method of non-invasive diagnosis using animal hair.

According to the results of our research, the concentrations of microelements (Zn, Mn) in the feathers of 14, 21 and 28-days-old clinically healthy and feathery broiler chickens were determined. On day 14 of the disease, the concentration of Zinc and Manganese in broiler chickens with perosis was  $65.6 \pm 2.73$  and  $17.4 \pm 0.79$   $\mu\text{g} / \text{g}$ , which was probably higher than in clinically healthy birds  $46.5 \pm 1.57$  ( $p < 0.001$ ) and  $10.9 \pm 0.80$  ( $p < 0.001$ )  $\mu\text{g} / \text{g}$ .



Analyzing the indicators of micronutrients in the claws of patients with feathers of broiler chickens of 28 days of age, the content of Manganese was  $10.2 \pm 0.51 \mu\text{g} / \text{g}$ , which is probably less than in clinically healthy birds  $15.7 \pm 0.97 \mu\text{g} / \text{g}$  ( $p < 0.01$ ). The concentration of zinc in the claws of healthy birds is  $127.6 \pm 3.65 \mu\text{g} / \text{g}$ , which tended to increase compared to that in healthy birds -  $98.3 \pm 5.40 \mu\text{g} / \text{g}$ .

The results of the analysis show that in birds with signs of perosis, Zinc and Manganese accumulate in higher concentrations in the feathers compared to clinically healthy chickens. In turn, the concentration of these elements in the claws in chickens with feathers relative to healthy birds of the group decreases.

**Key words:** trace elements, non-invasive diagnostics, metabolic pathologies, avian.



Copyright: Сакара В.С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Сакара В.С.

<https://orcid.org/0000-0002-2932-504X>

Мельник А.Ю.

<https://orcid.org/0000-0001-9129-4814>

Сахнюк В.В.

<https://orcid.org/0000-0002-3070-9876>

Богатко Л.М.

<https://orcid.org/0000-0002-1084-7315>

Білик Б.П.

<https://orcid.org/0000-0001-9256-5807>