
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. XX, 41

SECTIO EE

2002

Katedra Biochemii i Toksykologii Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt
Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt
Akademii Rolniczej w Lublinie

BOGUSŁAW MAKARSKI, ANTONI POLONIS, ANNA CZECH,
IWONA SEMBRATOWICZ

*Wpływ miedzi pochodzącej ze związków nieorganicznych
i chelatów na wskaźniki krwi i wyniki produkcyjne indyków*

Effect of Copper Deriving from Inorganic Form and Chelats
on the Components of Blood and Performance of Turkeys

Możliwość wykorzystania składników mineralnych pasz z połączeń chelatowych znajduje obecnie wielu zwolenników, ponieważ stosowane elementy mineralne w takiej formie mogą poprawiać przyrosty, wydajność rzeźną i polepszać wykorzystanie pasz (1, 5). Nie brakuje jednak autorów takich, jak Pott i wsp. (10), którzy nie stwierdzili większej skuteczności tych związków w porównaniu z formami nieorganicznymi. Szczególnego znaczenia nabiera ten problem w przypadku miedzi. Zapotrzebowanie dzienne drobiu na ten pierwiastek jest niewielkie i wynosi około 4–6 mg (4), ale fizjologicznie jest on niezbędny. Miedź bowiem pełni w organizmie szereg ważnych funkcji. Jest ona składnikiem lub aktywatorem wielu enzymów, np.: oksydazy cytochromowej, dysmutazy ponadtlenukowej (SOD), oksydazy askorbinowej i oksydazy lizylowej. Wynikają z tego istotne funkcje Cu w procesach biosyntezy kolagenu, elastyny, metabolizmie żelaza czy tkanki kostnej (3, 7). Pomimo niskiego zapotrzebowania na Cu dość często u drobiu, a szczególnie u indyków, dochodzi do niedoboru spowodowanego powstawaniem niesprzyjających kompleksów z fitynianami lub na skutek antagonizmu z innymi składnikami pasz, takimi jak: kwas salicylowy, kwas askorbinowy, Zn, Mn (2). W następstwie niedoboru miedzi może występować u zwierząt niedokrwistość, zwyrodnienie neuronów pnia mózgu i rdzenia kręgowego, zaburzenie rozwoju kośćca, prowadzące do deformacji i złamań. Niedobór miedzi powoduje także spadek aktywności metaloenzymu miedziowe-

go, jakim jest oksydaza lizylova, która odpowiedzialna jest za polimeryzację fibryli tropokolagenu. Proces ten ma wpływ na elastyczność i wytrzymałość fizyczną kolagenu, z którego zbudowane są także naczynia krwionośne. W przypadku zaburzeń tego procesu u indyków po dziewiątym tygodniu życia dochodzi do pęknięcia tętnic w okolicy serca lub nerek (7).

Miedź dodawana do paszy w ilościach znacznie przekraczających zapotrzebowanie zwierząt działa stymulująco na wzrost oraz poprawia wykorzystanie paszy (6). Oddziaływanie takie następuje prawdopodobnie poprzez modyfikację flory jelitowej (8, 11) oraz przez poprawę wskaźników hematologicznych krwi (4).

Celem podjętych badań było określenie przydatności preparatów miedziowych w formie nieorganicznej (CuSO_4) i organicznej (chelat Cu z lizyną i Cu z metioniną) jako dodatku do wody pitnej dla indyków. Przydatność tych preparatów była badana przez oznaczenie wskaźników hematologicznych i biochemicznych krwi oraz wyniki produkcyjne indyków podczas 9-tygodniowego odchowu.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na czterech grupach indyków po 10 sztuk (5 indyczek i 5 indorów), typu BIG-6, podczas 9-tygodniowego odchowu. Ptaki utrzymywano w tych samych warunkach zoohigienicznych, optymalnych dla tuczu indyków rzeźnych. Indyki podczas przebiegu całego doświadczenia miały swobodny dostęp do paszy i wody. Jako pasze zastosowano typowe mieszanki pełnoporcjowe dostępne na rynku paszowym.

Indyki od drugiego tygodnia życia otrzymywały dodatki preparatów miedziowych do wody pitnej w ilości $30 \text{ mgCu/dm}^3 \text{ H}_2\text{O}$, oprócz grupy kontrolnej (grupa I). Grupa II otrzymywała dodatek CuSO_4 , grupa III chelat Cu z lizyną, a grupa IV chelat Cu z metioniną. Chelaty użyte w doświadczeniu były sporządzane w laboratorium Katedry Biochemii i Toksykologii. Stanowiły one połączenia kompleksowe aminokwasów z Cu w stosunku 2 : 1.

W 9 tygodniu tuczu z żyły ramiennej indorów pobrano krew, w której oznaczono wartości wskaźników hematologicznych. W pełnej krwi bezpośrednio po pobraniu oznaczono stężenie glukozy przy pomocy glukometru. W osoczu krwi oznaczono zawartość elementów mineralnych, takich jak Fe i Cu (metodą ASA) oraz aktywność enzymów: aminotransferazy alaninowej (ALT), aminotransferazy asparaginianowej (AST) i fosfatazy zasadowej (AP) – metodami kolorymetrycznymi, przy użyciu monotestów firmy Cormey.

W czasie przebiegu doświadczenia dokładnie rejestrowano zużycie paszy i uzyskane masy ciała indyków. Wszystkie zastosowane mieszanki pełnoporcjowe podczas tuczu były poddane suchej mineralizacji w temp. 540°C . Uzyskany popiół został rozpuszczony w 6 M HCl i odparowany do sucha. Po rozpuszczeniu w wodzie destylowanej oznaczono elementy mineralne metodą ASA.

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem programu STATISTICA wersja 5, testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA, przyjmując poziom istotności 0,05 i 0,01.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przedstawione w tabeli 1 średnie zawartości elementów mineralnych w paszach stosowanych dla indyków są zgodne z zaleceniami polskich norm. Istniejące proporcje ilościowe między składnikami mineralnymi w mieszankach pełnoporcjowych dla indyków pozwalają minimalizować zjawiska antagonizmu, w którego wyniku może dochodzić do niedoborów pierwiastków (2). Zastosowanie w badaniach dodatku miedzi w ilości 30 mg stanowiło niebezpieczeństwo dysproporcji szczególnie z Zn i Mn, dlatego zdecydowano się, aby dodawać preparaty miedziowe do wody pitnej, a nie do mieszanek paszowych. Zastosowany dodatek Cu w ilości 30 mg l⁻¹H₂O jest w doświadczeniu czynnikiem dominującym w stosunku do jej zawartości podstawowej, w poszczególnych mieszankach pełnoporcjowych wynoszącej około 10 mg kg⁻¹.

Tab. 1. Zawartość elementów mineralnych w mieszankach pełnoporcjowych dla indyków
The content of mineral elements in mix feeds for turkeys

Mieszanki	K g kg ⁻¹	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹
I (0–3 tydzień życia)	5,83	16,75	1,69	52,13	84,28	9,54	68,21
II (4–5 tydzień życia)	7,41	14,47	1,90	43,56	70,65	11,27	60,54
III (6–8 tydzień życia)	5,26	10,31	1,13	72,80	61,88	8,64	76,49
IV (9 tydzień życia)	8,30	11,25	0,95	36,15	89,33	12,19	57,62

Uzyskane masy ciała indyków (tab. 2) w poszczególnych grupach doświadczalnych po 9 tygodniach odchowu były bardzo zbliżone, a występujące niewielkie różnice nie były potwierdzone statystycznie. Warto jednak odnotować, że najwyższą średnią masę ciała (5140 g) uzyskały indyki w grupie kontrolnej, a najmniejszą, wynoszącą 4684 g, w grupie z dodatkiem chelatu Cu z metioniną. Zastosowane w tych badaniach dodatki Cu w różnych formach nie wpłynęły stymulująco na uzyskane przyrosty m.c. indyków do 9 tygodnia życia. W badaniach innych autorów na indykach (9) i kurczakach (10) również nie potwierdzono większej przydatności Cu na stymulację wzrostu. Odnotować jednak należy, że dodatek chelatu Cu z lizyną wyraźnie poprawił wykorzystanie paszy (tab. 2). Wydaje się, że główną przyczyną tej poprawy było wprowadzenie do układu pokarmowego indyków dodatkowych ilości lizyny, która podwyższyła wartość biologiczną białka paszy.

Tab. 2. Średnie masy ciała (g) i zużycie paszy (kg kg⁻¹) 9-tygodniowych indyków
Mean body weights (g) and feed conversion ratio (kg kg⁻¹) of 9th week turkeys

Wyszczególnienie		Grupy żywieniowe			
		I kontrolna	II CuSO ₄	III Cu-Liz	IV Cu-Met
Masa ciała (g)	F	4690 ± 395	4696 ± 319	4676 ± 347	4556 ± 276
	M	5740 ± 138	5195 ± 86	5750 ± 353	4780 ± 641
	$\bar{x}$	5140 ± 632	4838 ± 465	4983 ± 612	4684 ± 495
Zużycie paszy (kg kg ⁻¹)		2,04	2,27	1,90	2,14

F – indyczki, M – indory.

W tabeli 3 przedstawiono wartości parametrów biochemicznych krwi indyków. Spośród trzech źródeł miedzi największe zróżnicowanie badanych wskaźników powodował dodatek chelatu Cu z lizyną. Zaobserwowano, że oba chelaty Cu-lizyna (grupa III) i Cu-metionina (grupa IV) przyczyniły się do obniżenia poziomu glukozy we krwi w stosunku do grupy kontrolnej (grupa I), natomiast dodatek CuSO₄ (grupa II) tego obniżenia nie wywoływał. Podobnie oba chelaty zwiększyły aktywność ALT, AST i poziom Fe w osoczu. Najwyższy poziom Cu w osoczu (2,32 μg dl⁻¹) zanotowano w grupie indyków otrzymujących paszę z dodatkiem CuSO₄, a najmniejszy w grupie kontrolnej (1,41 μg dl⁻¹).

Tab. 3. Wartości wskaźników biochemicznych i wybranych elementów mineralnych osocza krwi 9-tygodniowych indyków

Values of biochemical indices of serum and some mineral elements of 9th week turkeys

Wyszczególnienie	Grupy żywieniowe			
	I kontrolna	II CuSO ₄	III Cu-Liz.	IV Cu-Met.
Glukoza (mg dl ⁻¹)	197,9 ^{ab} ± 21,9	210,1 ^a ± 13,4	189,4 ^b ± 22,3	184,9 ^b ± 22,6
AP (U l ⁻¹)	1430 ^a ± 352	1522 ^a ± 191	1989 ^b ± 186	1202 ^a ± 251
ALT (U l ⁻¹)	14,33 ^a ± 3,21	16,80 ^{ab} ± 2,84	19,63 ^b ± 3,03	19,75 ^b ± 4,21
AST (U l ⁻¹)	59,50 ^{ab} ± 10,21	56,35 ^a ± 10,94	68,75 ^{ab} ± 11,32	70,42 ^b ± 9,33
Fe (μg dl ⁻¹)	109 ± 20	108 ± 58	135 ± 42	126 ± 23
Cu (μg dl ⁻¹)	1,41 ± 0,10	2,32 ± 0,51	1,83 ± 0,50	1,49 ± 0,54

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie, P ≤ 0,05.

Oznaczone wartości wskaźników hematologicznych krwi przedstawiono w tabeli 4. Najwyższe wartości hematokrytu (36,19%) uzyskano w grupie III (Cu-Liz.), natomiast najniższe (34,57%) w grupie II (CuSO₄). Tak jak w przypadku hematokrytu chelat Cu-Lizyna wpłynął na wzrost stężenia hemoglobiny do 8,42 g dl⁻¹ z 6,38 g dl⁻¹ w grupie kontrolnej (P ≤ 0,05). Podobne zależ-

ności odnotowano w grupie IV (Cu-Met.), ($P \leq 0,05$). Ilości erytrocytów RBC i leukocytów WBC we krwi badanych grup indyków były na zbliżonym poziomie, a występujące zróżnicowanie nie było istotne statystycznie. Można jednak zauważyć wzrost RBC pod wpływem dodatku CuSO_4 oraz spadek WBC w grupie otrzymującej chelat Cu z lizyną. W obrazie leukocytarnym nie odnotowano większego zróżnicowania w poszczególnych grupach żywieniowych.

Tab. 4. Wskaźniki hematologiczne krwi 9-tygodniowych indyków
Haematological indices of blood of 9th week turkeys

Wyszczególnienie	Grupy żywieniowe			
	I kontrolna	II CuSO_4	III Cu-Liz.	IV Cu-Met.
Ht (%)	$36,14 \pm 2,03$	$34,57 \pm 2,35$	$36,19 \pm 3,21$	$35,07 \pm 3,28$
Hb (g dl ⁻¹)	$6,38^a \pm 1,31$	$7,23^{ab} \pm 1,99$	$8,42^b \pm 1,25$	$8,85^b \pm 1,42$
Erytrocyty (10^{12} l^{-1})	$2,39 \pm 0,22$	$2,58 \pm 0,18$	$2,31 \pm 0,24$	$2,08 \pm 0,39$
Leukocyty (10^9 l^{-1})	$14,33 \pm 2,29$	$13,62 \pm 1,99$	$11,57 \pm 2,47$	$14,26 \pm 2,27$
Leukogram (%)				
Neutrocyty	$43 \pm 7,20$	$40 \pm 7,26$	$36 \pm 4,44$	$45 \pm 2,02$
Limfocyty	$53 \pm 7,32$	$57 \pm 7,70$	$60 \pm 4,54$	$52 \pm 3,05$
Eozynocyty	$1 \pm 0,46$	$1 \pm 0,32$	$1 \pm 0,48$	$1 \pm 0,54$
Bazocyty	$0 \pm 0,75$	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Monocyty	$3 \pm 0,71$	$2 \pm 0,80$	$3 \pm 0,41$	$2 \pm 0,47$

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie, $P \leq 0,05$.

Przedstawione wyniki nie potwierdziły działania stymulującego Cu na przyrosty masy ciała indyków niezależnie od formy chemicznej, w jakiej były podawane, zaobserwowano natomiast poprawę wskaźników hematologicznych krwi, szczególnie pod wpływem chelatu Cu z lizyną, co potwierdzili w badaniach J a m r o z oraz P r e ś i wsp. (4, 11). Zarejestrowane również pod wpływem chelatów Cu obniżenie glikemii wydaje się świadczyć o zwiększonym zużyciu glukozy przez poszczególne tkanki. Prawdopodobnie zbyt mała liczebność poszczególnych grup doświadczalnych nie pozwoliła w pełni zaobserwować właściwości stymulujących Cu. Problem ten wymaga dalszych badań na większej populacji ptaków.

WNIOSKI

1. Dodatek miedzi do wody pitnej dla indyków nie wpłynął na zwiększenie przyrostów masy ciała. Poprawie uległo wykorzystanie paszy pod wpływem chelatu Cu-lizyna.

2. Zastosowane chelaty miedzi spowodowały poprawę wskaźników hematologicznych krwi oraz obniżyły koncentrację glukozy.

3. Preparaty Cu przyczyniły się do wzrostu stężenia miedzi i żelaza w osoczu krwi.

PIŚMIENNICTWO

1. Bonomi A., Quarantelli A., Superchi P., Sabbino A., Bolsi B.: The Use of Amino Acid Chelates in Growing Turkeys. In Ashmed H. D. (ed). The Roles of Amino Acid Chelates in Animal Nutrition. Park Ridge, New Jersey, USA, Noyes Publications, 330–348, 1993.
2. Brzozowska A.: Interactions between iron, zinc and copper and their consequences for nutritional practice. Pol. J. Food Nutr. Sci., 7/48, 4, 603–616, 1998.
3. Grela E. R., Studziński T., Winiarska A.: Lateryzm u ludzi i zwierząt. Med. Wet., 56, 558–562, 2000.
4. Jamroz D.: Biologiczna rola składników mineralnych w żywieniu drobiu. Drob., 1/3, 23, 7–11, 1990.
5. Koreleski J.: Aktualne zagadnienia badawcze z zakresu mineralnego żywienia drobiu. II Konferencja Naukowa nt.: Związki mineralne w żywieniu zwierząt, 43–60, Kraków 1997.
6. Lillie R. J., Frobish L. T.: Effect of Copper and Iron Supplements on Performance and Hematology of Confined Sows and their Progeny Through Four Reproductive Cycles. J. Anim. Sci., 46, 3, 678–685, 1978.
7. Madej J. A., Gawęła A., Kuryszek J., Mazurkiewicz M.: Badania nad patomechanizmem lateryzmu jako przyczyny tzw. samorzutnego pęknięcia tętnic u indyków. Med. Wet., 50, 11, 558–561, 1994.
8. Osek M., Kłoczek B.: Miedź i cynk jako stymulatory w tuczu trzody chlewnej. Mat. XXVI Sesji Nauk. Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN „Dodatki paszowe w żywieniu zwierząt” Olsztyn, 170–172, 1996.
9. Polonis A., Makarski B., Praczyk M., Trawińska B.: Badanie retencji miedzi z różnych związków w wybranych tkankach indyków. Zesz. Nauk., PTZ, 45, 59–63, 1999.
10. Pott E., Henry P. R., Ammerman C. B., Merritt A. M., Madison J. B., Micks R. D.: Relative Bioavailability of Copper in a Copper-Lysine Complex for Chicks and Lambs. Anim. Feed Sci. Technol., 45, 193–203, 1994.
11. Preś J., Kinal S., Jamroz D.: Mikroelementy w żywieniu zwierząt. VIII Symp. Drobniarskie, Polanica Zdrój, 26–28, 1997.

SUMMARY

The studies were conducted on 4 groups of BIG-6 turkeys (5 hens and 5 cocks). The experimental factor was supplementation of copper ($30 \text{ mg l}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) in drinking water from the inorganic form (CuSO_4) and organic form (chelate Cu-lysine and Cu-methionine). The turkeys were fed *ad libitum* with industrial mixture. The birds from the experimental groups were kept in the same conditions. After 9 weeks of the turkeys' life, the haematological and biochemical factors were examined in blood taken from the wing vein.

In the obtained samples, Ht, hemoglobin, RBC, WBC indices and the percentage of white blood cell content (leukogram), alkaline phosphatase (AP), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), glucose and Cu, Fe level were determined.

Also, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn were determined in the feeds by the ASA method. The results showed that supplementation of Cu independent of the application did not affect the body weight of turkeys, however, it resulted in a decreased feed conversion ratio (kg kg^{-1}). The application of chelated Cu with lysine and methionine changed haematological and biochemical indices for the better, also decreasing glucose concentration. Cu supplementation induced significant increase of the concentration of copper in the blood serum of turkeys.

ANTONI POLONIS, WIESŁAW PODGÓRSKI, DOBOSŁAW MAKARSKI

Wpływ dodatku larytyny i tauryny do paszy na poziom Cu, Fe, Zn w wątrobie i osoczu krwi kurcząt broilerów

Effects of Added L-lysine and Tau on the Levels of Cu, Fe, Zn in Liver and Blood Plasma of Broiler Chickens

Elementy mineralne są niezbędne do życia, wzrostu i prawidłowego rozwoju zwierząt. Zawartość składników mineralnych w miesiącach paszowych zależy od rodzaju, wykwasienia, wieku psów (1, 2, 3, 4, 5). Przeglądając listę związków mineralnych dodawanych jako suplementy do paszy, w postaci nieorganicznej, takiej jak: węglany, fosforany, siarczany, chlorki, warto zwrócić uwagę na widły cyjanidowe, między innymi na ich rozpuszczalność. Chelaty aminokwasów hamującej resorpcję (6). Pochłanianie, zwłaszcza w postaci dostarczania miedzi, jest to znacznie trudniej dostępne. Takie związki mogą być odpowiedzialne za koncentrację energii w miesiącach, a więc za zwiększenie efektywności przyswajania składników, poprawiając wydajność wzrostu zwierząt (7). Według J. Arborelius i J. E. Nilsson (8) zwiększenie zawartości miedzi w miesiącach zwiększa zawartość białek, zmniejsza zawartość tłuszczu i zwiększa zawartość wody. W tym celu, zwiększenie zawartości miedzi w miesiącach może być skutecznym sposobem na zwiększenie efektywności przyswajania składników mineralnych w paszy, szczególnie w przypadku zwierząt, które nie mają dostępu do wody.

Z tych względów wybrano do oceny i porównania wpływ dodatku larytyny i tauryny na zawartość miedzi, żelaza i cynku w wątrobie i osoczu krwi kurcząt broilerów. Larytyna należy do rozpuszczalnych glicynowych – zwanego również larytyną – w wodzie druga grupa kwasów aminowych. Larytyna jest rozpuszczalna w wodzie. Cholina stanowi część rozpuszczalną, zwaną rozpuszczalną i jest to jedyny dodatek jądrowy elektrostatyczny. Pochłanianie w zależności od pH może być różne, w zależności od grupy funkcyjnej, rozpuszczalności i innych