

Instytut Żywienia Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie

MAŁGORZATA KWIECIEN

*Efektywność stosowania zróżnicowanych dawek wapnia, fosforu
i sodu na przebieg procesów kostnienia u kurcząt rzeźnych.**

I. Badania na kurczętach Isa Vedetta

Effectiveness of Different Levels of Calcium, Phosphorus and Sodium on Ossification
Process in Broiler Chickens. I. Investigations on Isa Vedetta Chickens

Kość, jako metabolicznie aktywna tkanka, w organizmie zwierząt odpowiedzialna jest głównie za utrzymanie homeostazy Ca i P. Ma to szczególne znaczenie dla ptaków, których kości szpikowe są ważnym rezerwuarem Ca. W procesie mineralizacji kości niemałą rolę odgrywa też Na, jako składnik istotny w procesach fizykochemicznych tkanek i płynów ustrojowych.

Przemiany mineralne w organizmach zwierząt wiążą się w znacznej mierze z procesami kostnienia: wzrostem masy kości, wymiarów liniowych, wytrzymałości oraz zawartości składników mineralnych gromadzonych w procesie kostnienia. U kurcząt najbardziej reprezentatywne są kości mostka oraz kości piszczelowe.

W mechanizmie tworzenia kości istotną rolę odgrywają składniki mineralne, pochodzące z podstawowych komponentów paszowych oraz w znacznej mierze z dodatków soli mineralnych. Problem optymalizacji dawki składników mineralnych i ich wzajemnych proporcji jest ciągle aktualny, jakkolwiek poświęcono mu już szereg badań (2,3,4,7,8,10,11). Pozostają jednak zagadnienia wymagające weryfikacji w obecnych warunkach produkcyjnych.

Przeprowadzone badania miały na celu wykazanie wpływu zmiennych kombinacji dawek soli Ca, P i Na na przebieg procesów kostnienia u kurcząt brojlerów. Koncepcja pracy nawiązuje do sytuacji występujących w praktyce, kiedy z przyczyn technologicznych lub innych mieszanki dla kurcząt zawierają zróżnicowane ilości tych składników.

*Skrót pracy doktorskiej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie wykonano na 300 kurczątach brojlerach Isa Vedetta. Odchow prowadzono systemem klatkowym, przy obsadzie 20 kurcząt/m². Jednodniowe pisklęta obu płci przydzielono losowo do 5 grup doświadczalnych i odchowywano je w okresie 7 tygodni. Każda grupa składała się z 3 podgrup.

Do 21 dnia życia ptaki żywiono mieszankami starter, od 22 do 49 dnia – mieszankami grower. Pasze podstawowe były identyczne dla wszystkich grup, a czynnikiem różnicującym grupy były poziomy składników mineralnych. Dawki poszczególnych pasz mineralnych, wyliczone zgodnie z normami, wyniosły dla kredy pastewnej – 1,5%, fosforanu amonu – 1,3% i soli kuchennej – 0,4%. Układ metodyczny doświadczenia przedstawiono w tab. 1. Dodatki mineralne dodawano do mieszanki wstępnie wyprodukowanej dla całego doświadczenia. Oznaczone zawartości Ca, P i Na w mieszankach odpowiadały przyjętym założeniom zróżnicowania w proporcjach tych pierwiastków (tab. 2).

Po zakończeniu odchowu z każdej grupy doświadczalnej wybierano do badań dysekcyjnych po 8 kurcząt (4 koguty i 4 kurki) o masie ciała zbliżonej do średniej masy danej płci w obrębie grupy. Od ptaków poddanych ubojowi wypreparowano kość grzebieniową mostka i kość piszczelową prawej

Tab. 1. Układ metodyczny doświadczenia
Experimental design

Grupy	Czynnik doświadczalny*		
	Ca	P	Na
I	0	1	0
II	0	1	2
III	1	1	1
IV	2	1	0
V	2	1	2

*Cyfry 0, 1, 2 oznaczają krotność dawki składników mineralnych w stosunku do zalecanego w normach.

Tab. 2. Zawartość wapnia, fosforu i sodu w mieszankach DKA-S i DKA-G
Calcium, phosphorus and sodium contents in DKA-S and DKA-G mixtures

Makroelement	Mieszanka podstawowa g/kg	Mieszanki doświadczalne, g/kg				
		I	II	III	IV	V
	DKA – S					
Ca	7,43	7,33	7,27	12,60	17,94	17,87
P	5,27	8,25	8,21	8,15	8,10	8,05
Na	0,42	0,41	3,55	1,97	0,40	3,53
	DKA – G					
Ca	8,54	8,43	8,36	13,68	19,00	18,92
P	5,49	8,47	8,42	8,36	8,31	8,26
Na	0,59	0,59	3,71	2,13	0,55	3,69

kończyny. Po wstępnej obróbce kości: gotowaniu, usunięciu resztek tkanki mięsnej i chrzęstnej oraz wysuszeniu, kości ważono z dokładnością do 0,001g. Dokonano również pomiaru długości kości piszczelowej przy pomocy suwmiarki z dokładnością do 1mm oraz określono wytrzymałość fizyczną kości na dostosowanym dynametrze z dokładnością do 0,5kg. Zawartość popiołu surowego w kościach mostka i piszczelowych oznaczono przez spopielenie w tyglach kwarcowych, w piecu silitowym w temp. 650°C do stałej masy. Analizie na zawartość popiołu poddano odrębnie główki i trzony kości piszczelowych. W popiele oznaczono zawartość Ca i Na metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej w aparacie Unicam 939AA Spectrometr oraz fosforu nieorganicznego metodą kolorymetryczną wg Fiske – Subbarowa (5).

W celu uwzględnienia różnic statystycznych wyniki badań poddano analizie wariancji dla podwójnej nieortogonalnej klasyfikacji krzyżowej. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi sprawdzono na podstawie przedziałów ufności Tukeya.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

CECHY FIZYCZNE KOŚCI

Najmniejszą masę mostka stwierdzono u kurcząt otrzymujących podwójne dawki Ca, największą natomiast u kurcząt żywionych bez dodatku Ca, lecz przy podwójnej ilości Na (tab. 3). Różnice między tymi krańcowymi sytuacjami były blisko dwukrotne i statystycznie istotne. Zauważyć należy przy tym, że nawet w grupie kurcząt nie otrzymujących dodatku Ca i Na masa kości mostka w niewielkim stopniu odbiegała od osiąganą przez ptaki żywione zgodnie z normami. Każdora-zowe podwojenie dawki Ca osłabiło natomiast wzrost masy kości mostka.

Podobne właściwości kości mostka w reagowaniu na żywienie zróżnicowanym poziomem składników mineralnych zostały wykazane przez W n u k (12).

Skarmianie mieszanek o różnym poziomie składników mineralnych miało określony wpływ na masę kości piszczelowych. Największą masę kości stwierdzono w grupach nie otrzymujących Ca, lecz podwójną dawkę Na, zaś odwrotnie

Tab. 3. Cechy fizyczne kości
Physical features of bones

Wyszczególnienie	Grupy				
	I	II	III	IV	V
Kość mostka:					
- masa, g	2,088 ^b	2,434 ^b	2,204 ^b	1,536 ^a	1,267 ^a
Kość piszczelowa:					
- masa, g	3,477 ^b	3,745 ^b	3,391 ^b	2,279 ^a	2,042 ^a
- długość, mm	53,1 ^b	54,6 ^b	51,8 ^b	44,5 ^a	41,5 ^a
- wytrzymałość fizyczna, kg	6,75 ^{bc}	7,94 ^c	4,94 ^b	2,25 ^a	2,00 ^a

a,b,c,...- średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

najmniejszą u kurcząt żywionych mieszanką z podwójną ilością Ca i Na. Różnice były znaczne i wyniosły około 83%.

Uzyskane dane odbiegają od wyników Koreleskiego i wsp. (7), według których zwiększenie ilości Ca w mieszankach powodowało wzrost masy kości kurcząt, a poziom P nie miał tu znaczącego wpływu. W badaniach Coffey'a i wsp. (3) oraz Ravindra i wsp. (10) wykazano jednak dodatnie zależności wzrostu masy kości od poziomu fosforu.

Dodatki mineralne miały również określony wpływ na wymiary kości piszczelowych. Różnice w ich długości okazały się jednak mniej wyraźne niż w masie. Najdłuższe kości stwierdzono u kurcząt nie otrzymujących dodatku Ca, lecz podwójną dawkę Na. Najkrótszymi kośćmi piszczelowymi odznaczały się kurczęta otrzymujące podwójną ilość Ca i Na. Potwierdzałoby to znaczenie sodu w procesach kostnienia oraz zahamowanie jego efektywności przy zwiększonych dawkach Ca, sygnalizowane już przez Jamroz (6).

Wytrzymałość fizyczna kości piszczelowych może być wskaźnikiem procesu kostnienia, warunkującego zdolność statyczną ptaka i możliwość uniesienia całej masy ciała. Największą wytrzymałość wykazały kości kurcząt nie otrzymujących dodatku Ca, ale podwójną dawkę Na, najmniejszą natomiast otrzymujące podwójne ilości soli wapniowej, niezależnie od dawki Na.

Uzyskane wyniki nie pokrywają się z opinią Koreleskiego i wsp. (7) uznającą, że wzrost poziomu Ca, zarówno u kurek, jak i kogutków, wpływa na zwiększenie wytrzymałości kości, przy czym znaczenie poziomu P jest mniejsze. Rozbieżności wyników niniejszej pracy i badań Koreleskiego i in. (7) mogą jednak wynikać z cech genetycznych kurcząt. Wpływ tych cech na wytrzymałość kości zauważyli także Rao i wsp. (9) oraz Chen i Jan (1).

CECHY CHEMICZNE KOŚCI

Najwyższą zawartość popiołu w mostkach określono u ptaków nie otrzymujących dodatku Ca i Na, zaś najmniejszą przy podwójnej ilości Ca niezależnie od dawki Na (tab.4). Oznaczone zawartości popiołu w mostkach kurcząt są porównywalne z wynikami badań Wnuk (12).

W kościach piszczelowych zawartość składników mineralnych, badana odrębnie w główkach i trzonach, była nieco większa w trzonie niż w główkach kości. Niższą koncentrację składników popielnych stwierdzono przy podawaniu podwójnych dawek elementów mineralnych, szczególnie zaś przy podwójnych ilościach Ca. Brak dodatku Ca i Na nie zmniejszył ogólnej zawartości popiołu.

Zaznaczyła się swoista zależność zawartości Ca w kości mostka od zróżnicowanego poziomu składników mineralnych. W przeprowadzonym doświadczeniu

Tab. 4. Zawartość popiołu, wapnia, fosforu i sodu w kości mostka i piszczelowej
Ash, calcium, phosphorus and sodium content in breast and tibia bone

Wyszczególnienie	Grupy				
	I	II	III	IV	V
Składniki popielne, %					
Mostek	40,23 ^d	35,58 ^{bd}	34,48 ^b	28,07 ^a	30,31 ^{abc}
Kość piszczelowa:					
- główka	38,39 ^c	35,11 ^b	35,72 ^{bc}	30,86 ^a	34,31 ^b
- trzon	40,51 ^{bc}	40,66 ^b	38,76 ^{ab}	37,98 ^{ac}	37,53 ^a
Zawartość Ca, g/kg					
Mostek	83,28 ^a	123,78 ^d	99,64 ^{bc}	110,40 ^c	88,52 ^{ab}
Kość piszczelowa:					
- główka	82,92 ^a	128,32 ^{de}	112,84 ^c	122,88 ^d	101,44 ^b
- trzon	93,48 ^a	138,88 ^c	123,40 ^b	156,36 ^d	115,36 ^b
Zawartość P, g/kg					
Mostek	57,50 ^b	65,75 ^d	48,92 ^a	53,65 ^b	62,95 ^{cd}
Kość piszczelowa:					
- główka	52,4 ^a	61,4 ^b	66,2 ^c	48,4 ^a	61,3 ^b
- trzon	54,8 ^a	71,8 ^c	74,8 ^d	64,3 ^b	67,8 ^{bc}
Zawartość Na, g/kg					
Mostek	2,14 ^c	1,50 ^b	1,54 ^b	1,31 ^a	1,29 ^a
Kość piszczelowa:					
- główka	2,49 ^c	2,16 ^b	2,29 ^b	2,48 ^c	1,86 ^a
- trzon	2,33 ^d	2,17 ^c	2,01 ^b	1,67 ^a	1,65 ^a

a,b,c,... – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

zawartość Ca była największa u ptaków nie otrzymujących dodatku Ca, a podwójną dawkę Na, natomiast najmniejsza u kurcząt żywionych mieszankami bez dodatku tych pierwiastków. Podwójna ilość Ca pozwalała na zwiększenie koncentracji tego pierwiastka w kości mostka, jednak w mniejszej ilości niż przy dodatku Na.

W kości piszczelowej koncentracja poziomu Ca okazała się najmniejsza przy żywieniu mieszanką bez Ca i Na. Natomiast przy dodatku Na, mimo niepodawania Ca, zawartość tego pierwiastka okazała się wysoka. Podwójne ilości Ca umożliwiły dużą koncentrację tego pierwiastka w trzonach kości. Chen i Jan (1) wykazali wzrost zawartości Ca wraz ze wzrostem P, co nie znalazło potwierdzenia w przedstawionych tu badaniach. Opinie dotyczące tego problemu są jednak rozbieżne (2, 11).

Poziom P w mostku kurcząt był dość zróżnicowany między grupami i każdorazowo największy przy podwójnej ilości Na, niezależnie od łączonej wielkości dawki Ca. Odwrotnie, przy braku dodatku Na wartości były najmniejsze.

W przeprowadzonym doświadczeniu największą koncentrację P stwierdzono u kurcząt żywionych mieszanką bez dodatku Ca, lecz pobierających podwójne dawki Na. W każdym przypadku przy podwójnych ilościach Na zawartość P zarówno w główkach, jak i trzonach była największa.

Stosowane warianty dodatków mineralnych nie wywołały ukierunkowanych zmian zawartości Na w kościach mostka. Niemniej można zauważyć, że największą koncentrację Na rejestrowano u kurcząt nie otrzymujących dodatku Ca i Na. Podwójne dawki Ca przyczyniły się do obniżenia zawartości Na w kości, natomiast różne poziomy Na nie dały ukierunkowanych zmian ilości tego pierwiastka w mostku.

Zróznicowana zawartość Na w kościach kurcząt była nieco większa w główkach niż trzonach. Największą koncentrację sodu odnotowano w kościach kurcząt żywionych mieszanką bez dodatku Ca i Na, natomiast u kurcząt otrzymujących podwójne dawki tych składników wartości były najmniejsze. Zwiększenie dawek Ca bez dodatku Na przyczyniło się do zmniejszenia zawartości Na w trzonach. Ogólnie wyższą koncentrację Na w trzonach kości stwierdzono u kurcząt nie otrzymujących Ca. Wyniki te wskazywałyby na przeciwstawność Ca i Na w mineralizacji kości.

WNIOSKI

1. Kość mostka wykazała większą zmienność badanych właściwości niż kości piszczelowe i może być lepszym wskaźnikiem reagowania kurcząt na zróżnicowane poziomy składników mineralnych w dawkach pokarmowych.

2. Procesy kostnienia, mimo niestosowania w żywieniu dodatku wapnia, były poprawne.

3. Zwiększone dawki wapnia nie przyczyniły się do większej koncentracji tego pierwiastka w tkance kostnej. Wskazywać by to mogło także na dostateczną zawartość wapnia w naturalnych surowcach mieszanek paszowych.

4. Sód okazał się pierwiastkiem oddziałującym znacząco na procesy tworzenia się kości. Przejawiał się przy tym antagonizm wapnia i sodu.

5. Fosfor wykazał tendencję do większego zróżnicowania zawartości w kościach aniżeli wapń, w zależności od zróżnicowanego poziomu składników mineralnych w żywieniu.

PIŚMIENNICTWO

1. Chen W., Jan D.: Studies on the Difference of Phosphorus Utilization Between Taiwan Country Chickens and White Broilers. *J. Chin. Soc. Anim. Sci.*, 24 (2), 113-124, 1995.
2. Clunies M., Leeson S.: Effect of Dietary Calcium Level on Plasma Proteins and Calcium Flux Occurring During a 24 h Ovulatory Cycle. *Can. J. Anim. Sci.*, 75 (3), 439-444, 1995.

3. Coffey R.D., Mooney K.W., Cromwell G.L., Aaron D.K.: Biological Availability of Phosphorus in Defluorinated Phosphates with Different Phosphorus Solubilities in Neutral Ammonium Citrate for Chicks and Pigs. *J. Anim. Sci.*, 72 (10), 2653-2660, 1994.
4. Edwards H. M. Jr., Joseph R., Veltmann Jr.: The Role of Calcium and Phosphorus in the Etiology of Tibial Dyschondroplasia in Young Chicks. *J. Nutr.*, 113 (8), 1568-1575, 1983.
5. Fiske C.H., Subbarow Y.: The Colorimetric Determination of Phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66, 375, 1925.
6. Jamroz D.: Zapotrzebowanie drobiu na składniki mineralne. Konferencja naukowa: Związki mineralne w żywieniu zwierząt, 299-309, Poznań, 8-9 IX 1994.
7. Koreleski J., Ombach A., Antoniewicz A.: Cechy fizykochemiczne kości oraz bilans fosforu u kurcząt brojlerów żywionych paszą o różnym poziomie wapnia i fosforu. Konferencja naukowa: Związki mineralne w żywieniu zwierząt., 317-322, Poznań, 8-9 IX 1994.
8. Qian H., Veit H.P., Kornegay E.T., Ravindran V., Denbow D.M.: Effects of Supplemental Phytase and Phosphorus on Histological and Other Tibial Bone Characteristics and Performance of Broilers Fed Semi-Purified Diets. *Poult. Sci.*, 75(5), 618-626, 1996.
9. Rao S.K., Roland D.A., SR., Orban J.L., Rabon H.W., JR., Bryant M.M.: Age at Sexual Maturity Influences the Response of Single Comb White Leghorn Pullets to Marginal and Low Levels of Dietary Phosphorus. *J. Nutr.*, 125 (5), 1342-1350, 1995.
10. Ravindran V., Kornegay E.T., Denbow D.M., Yi Z., Hulet R.M.: Response of Turkey Poults to Tiered Levels of Natuphos^R Phytase Added to Soybean Meal-Based Semi-Purified Diets Containing Three Levels of Nonphytate Phosphorus. *Poult. Sci.*, 74 (11), 1843-1854, 1995.
11. Tortuero F., Fernandez E., Martin L.: Effect of Different Amounts of Phosphorus in Feeds on Growth, Skeletal Development and Mineral Metabolism in Chickens. *Av. Alim. Mej. Anim.*, 34(6), 3-7, 1994.
12. Wnuk J.: Wpływ żywienia białkowego, energetycznego i mineralnego na cechy fizyczne i chemiczne kości kurcząt rzeźnych. Praca doktorska (maszynopis, Instytut Żywienia i Higieny Zwierząt, Akademia Rolnicza), Lublin 1981.

SUMMARY

The aim of the experiment was to investigate the influence of various combinations of Ca, P and Na salts in the diet on the ossification process in broiler chickens. The idea of these investigations refers to the practical situations, when because of the technological or other reasons the broiler mixtures contain different amounts of these minerals.

The experiment was carried out on 300 Isa Vedetta broiler chickens, divided into 5 experiment groups. The basic diets were the same for all groups and the experimental factor was the level of Ca, P and Na in the diet.

The results revealed greater variability of breast bone features than tibial bones. The birds fed the diet without calcium preparations additive had the proper ossification of bones. The excess of this mineral in the diet did not change its concentration in the bone tissue. Sodium had a considerable impact on the ossification process. The calcium and sodium antagonism was revealed. Generally there was noted a greater variability in phosphorus content in the bones in comparison with calcium.