

MAŁGORZATA KWIECIEN

*Wpływ żywienia mineralnego na zawartość makro-
i mikroelementów w popiele kości kurcząt Isa Vedette i Starbro*

The Effect of Mineral Nutrition Upon the Content of Macro-
and Micro-Elements in Isa Vedette and Starbro Broilers Bone Ash

W prawidłowym wzroście i mechanizmie tworzenia kości istotną rolę odgrywają składniki mineralne. W pokryciu potrzeb mineralnych kurcząt uwagą skupiona jest głównie na trzech pierwiastkach, tj. Ca, P i Na, które są ściśle deklarowane w składzie mieszanek. Dostępne piśmiennictwo przytacza wiele (2, 3, 6, 8, 9) danych, traktujących o pozytywnym wpływie żywienia zróżnicowanym poziomem składników mineralnych na chemiczne cechy kości. Jednocześnie sygnalizowane są przez niektórych autorów (1) dane, wskazujące na różnice w gospodarce mineralnej w zależności od cech rasowych.

Celem przedstawionej pracy było wykazanie skutków, jakie wywołuje zróżnicowane dawkowanie Ca, P i Na na zawartość składników popielnych kości kurcząt brojlerów.

MATERIAŁ I METODY

Badania obejmowały dwie fazy podstawowe, tj. biologiczno-żywieniową na kurczętach oraz analityczno-laboratoryjną. Przeprowadzono dwa doświadczenia żywieniowe na 300 kurczętach Isa Vedette (dośw. 1) i na 540 kurczętach Starbro (dośw. 2) zgodnie z układami doświadczeń, przedstawionymi w tabelach 1 i 2. Odchów ptaków prowadzono przez 49 dni, tj. od 1 do 21 dnia życia – okres starterowy i od 22 do 49 dnia – okres growerowy. Czynnikiem różnicującym grupy był udział Ca, P i Na w mieszankach. Dodatki mineralne dodawano do mieszanki wstępnie wyprodukowanej dla całego doświadczenia. Oznaczone zawartości Ca, P i Na w mieszankach odpowiadały przyjętym założeniom żywieniowym (tab. 3 i 4).

Tab. 1. Układ metodyczny doświadczenia 1 (kurczęta Isa Vedette)
Experimental design 1 (Isa Vedette chicken)

Grupa	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 dawek składników mineralnych w stosunku do zalecanego w normach. Dawki składnika mineralnego: kreda pastewna – 1,5%; fosforan amonu – 1,3%; sól kuchenna – 0,4%

Tab. 2. Układ metodyczny doświadczenia 2 (kurczęta Starbro)
Experimental design 2 (Starbro chicken)

Grupa	Czynnik doświadczalny*		
	Ca	P	Na
I	0	0,5	1
II	1	0,5	1
III	1	0,5	2
IV	0	2,0	1
V	2	2,0	1
VI	2	2,0	2

* Dawki składnika mineralnego: kreda pastewna – 1,5%; fosforan amonu – 1,3%; sól kuchenna – 0,4%

Tab. 3. Zawartość wapnia, fosforu i sodu w mieszankach DKA-starter i DKA-grower
(doświadczenie 1)

Calcium, phosphorus and sodium content in DKA-starter and DKA-grower (experiment 1)

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

Po zakończeniu odchovu, w 49 dniu, z każdej grupy doświadczalnej wybierano do badań dysekcyjnych po 8 kurcząt (4 kogutki i 4 kurki). Z ptaków poddanych ubojowi wypreparowano kość mostka i kość piszczelową prawej kończyny. Zawartość popiołu surowego w kościach mostka i piszczelowych oznaczono przez ich 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 kości oznaczono zawartość Ca, Na, Mg, Zn i Mn metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej w aparacie Unicam 9939AA Spectrometr oraz fosforu nieorganicznego metodą Fiske-Subbarowa (4).

Tab. 4. Zawartość wapnia, fosforu i sodu w mieszankach DKA-starter i DKA-grower (doświadczenie 2)

Calcium, phosphorus and sodium content in DKA-starter and DKA-grower (experiment 2)

Makroelement	Mieszanka podstawowa (g/kg)	Mieszanki doświadczalne (g/kg)					
		I	II	III	IV	V	VI
	DKA-S						
Ca	4,77	4,72	10,05	10,04	4,63	15,30	15,28
P	4,57	6,02	5,97	5,95	10,54	10,40	10,39
Na	0,09	1,66	1,66	3,23	1,66	1,65	3,22
	DKA-G						
Ca	4,78	4,73	10,06	10,05	4,64	15,31	15,29
P	4,21	5,68	5,62	5,60	10,19	10,07	10,05
Na	0,10	1,67	1,67	3,24	1,67	1,67	3,24

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla podwójnej nieortogonalnej klasyfikacji krzyżowej. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi sprawdzono przy pomocy wielokrotnych przedziałów T-Tukeya.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W doświadczeniu 1 największą zawartość popiołu w mostku wykazano u ptaków nieotrzymujących dodatku Ca i Na, zaś najmniejszą przy podwójnym dodatku Ca, niezależnie od dodatku Na (tab. 5). Wyniki te są podobne do rezultatów badań przeprowadzonych przez Wnuk (12). U kurcząt Isa Vedette zawartość składników popielnych w kościach piszczelowych była niższa przy podawaniu podwójnej dawki elementów mineralnych, zwłaszcza Ca. Niestosowanie dodatków Ca i Na nie zmniejszyło ogólnej zawartości popiołu.

W kości mostka zaobserwowano swoistą zależność zawartości Ca od różnych poziomów składników mineralnych. Największą zawartość Ca stwierdzono u ptaków nieotrzymujących dodatku Ca, a podwójną dawkę Na. Przy braku dodatku Ca i Na zawartość badanego składnika była najmniejsza. Podwójna dawka Ca zwiększała jego koncentrację w kości mostka, ale w mniejszej ilości niż przy dodatku Na. Zawartość Ca w kości piszczelowej była najmniejsza, kiedy nie stosowano dodatku Ca i Na. Podwójne dodatki Ca umożliwiły dużą jego koncentrację w trzonach. Wyniki te odbiegają od rezultatów badań Chena i Jana (1), którzy wykazali wzrost zawartości Ca wraz ze wzrostem P. Opinie dotyczące tego problemu są jednak rozbieżne (2, 11).

Zawartość P w mostku kurcząt była każdorazowo największa przy podwójnym dodatku Ca, niezależnie od łączonej wielkości dawki Ca. Przy braku Na badana koncentracja P była najmniejsza. W kości piskrzelowej badana zawartość P, zarówno w trzonach, jak i w główkach, była największa przy podwójnych dawkach Na.

Tab. 5. Zawartość makro- i mikroelementów w kości mostka i piskrzelowej kurcząt Isa Vedette
Content of macro- and microelement in tibia and breast bone of Isa Vedette chickens

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 piskrzelowa:					
- główki	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 piskrzelowa:					
- główki	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 piskrzelowa:					
- główki	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 piskrzelowa:					
- główki	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
Zawartość Mg (g/kg)					
Mostek	5,84 ^a	12,48 ^c	5,84 ^a	11,44 ^b	17,52 ^d
Kość piskrzelowa:					
- główki	6,68 ^a	12,64 ^b	6,80 ^a	12,88 ^b	22,08 ^c
- trzon	6,48 ^a	14,16 ^c	7,28 ^b	16,16 ^d	22,96 ^c
Zawartość Zn (mg/kg)					
Mostek	153,7 ^b	230,0 ^c	100,0 ^a	297,5 ^d	318,7 ^d
Kość piskrzelowa:					
- główki	177,5 ^b	216,2 ^c	143,7 ^a	310,0 ^d	373,7 ^c
- trzon	187,5 ^a	233,7 ^b	162,5 ^a	362,5 ^c	373,7
Zawartość Mn (mg/kg)					
Mostek	1,1 ^a	3,1 ^b	4,7 ^c	2,2 ^b	5,8 ^c
Kość piskrzelowa:					
- główki	3,8 ^a	4,2 ^a	4,6 ^{ab}	5,7 ^b	3,5 ^a
- trzon	3,3 ^a	4,3 ^a	3,8 ^a	5,9 ^b	3,3 ^a

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

U kurcząt Isa Vedette największą zawartość Na w kości mostka stwierdzono przy niestosowaniu dodatku Ca i Na. Podwójna dawka Ca spowodowała obniżenie zawartości Na w kości. W przypadku kości piszczelowej większe zawartości Na wykazano w główkach niż w trzonach kości, przy czym największą koncentrację tego składnika stwierdzono u kurcząt żywionych mieszkanką bez dodatku Ca i Na, a najmniejszą przy podwójnych dawkach tych składników. Zwiększone dawki Ca przy braku Na zmniejszyły poziom Na w trzonach. Wyższa zawartość Na w trzonach pojawiła się u kurcząt nieotrzymujących Ca. Uzyskane rezultaty mogą wskazywać na przeciwstawność Ca i Na w przemianach mineralnych.

Badanie zawartości Mg w kościach mostka w doświadczeniu 1 wykazało określoną zależność od dawki Na i była ona największa przy podwójnych dawkach tego pierwiastka. Najmniejsze wartości odnotowano dla grupy nieotrzymującej dodatku soli wapniowych i sodowych, a także w grupie, której podawano elementy mineralne w ilości normatywnej. Zawartość Mg w kościach piszczelowych okazała się dość zróżnicowana między doświadczeniami, a zwłaszcza w obrębie doświadczenia 1. Największą zawartość Mg w kości wykazały kurczęta otrzymujące podwójny dodatek Ca i Na, podczas gdy blisko 3-krotnie niższą odnotowano, kiedy nie podawano dodatków mineralnych. Podawanie tylko Na bądź tylko Ca podwyższało zawartość Mg w kości, jednak w stopniu mniejszym niż przy dodatku obu pierwiastków.

Zawartość Zn w kościach mostka kurcząt Isa Vedette była mocno zróżnicowana i największa przy stosowaniu podwójnych dawek Ca. Niepodawanie dodatków Ca i Na obniżyło zawartość Zn w kościach mostka, jednak w stopniu mniejszym niż u kurcząt otrzymujących normatywne ilości składników mineralnych. Największą zawartość Zn w kościach piszczelowych odnotowano przy podawaniu podwójnych dawek Ca i Na. Podawanie samego Ca również wyraźnie zwiększało zasobność Zn w kościach, w każdym razie w stopniu większym niż podawanie Na.

Zawartość Mn w kościach mostka okazała się mniejsza u kurcząt doświadczenia 1 niż w doświadczeniu 2. Najmniejszą zawartość Mn odnotowano u kurcząt, którym nie podawano Ca i Na, a największą przy podwójnych dodatkach tych pierwiastków. Różnice między krańcowymi zawartościami były ponad 4-krotne. Zawartość Mn w kościach piszczelowych okazała się najniższa u kurcząt nieotrzymujących dodatku składników mineralnych bądź odwrotnie, otrzymujących podwójne ilości Ca i Na. Podawanie podwójnych dawek tylko Ca zwiększyło jednak koncentrację Mn w kości, słabszy efekt stymulujący stwierdzono przy podwójnym dodatku Na. Badania Shafeya i wsp. (9) prowadzą do odmiennych spostrzeżeń.

Tab. 6. Zawartość makro- i mikroelementów w kości mostka i pierszelowej kurecząt Starbro
Content macro- and microelement in tibia and breast bone of Starbro chickens

Wyszczególnienie	Grupy					
	I	II	III	IV	V	VI
Składniki popielne (%)						
Mostek	43,33	44,76	44,76	44,72	45,13	44,45
Kość pierszelowa:						
- główki	39,43 ^a	45,29 ^b	45,29 ^b	42,98 ^b	42,98 ^b	39,89 ^{ab}
- trzon	42,89 ^a	45,17 ^b	45,17 ^b	43,81 ^{ab}	44,80 ^{ab}	44,37 ^{ab}
Zawartość Ca (g/kg)						
Mostek	196,44 ^d	219,44 ^c	219,44 ^c	158,80 ^a	168,92 ^{ab}	184,04 ^{dc}
Kość pierszelowa:						
- główki	163,24 ^b	216,92 ^c	216,92 ^c	145,56 ^a	168,24 ^b	166,60 ^b
- trzon	181,44 ^b	227,88 ^c	227,88 ^c	155,44 ^a	180,68 ^b	188,60 ^b
Zawartość P (g/kg)						
Mostek	187,94 ^d	185,84 ^d	185,84 ^d	165,25 ^c	93,79 ^b	77,99 ^a
Kość pierszelowa:						
- główki	160,8 ^b	176,6 ^c	176,6 ^c	158,4 ^b	85,1 ^a	75,0 ^a
- trzon	176,4 ^c	174,8 ^c	174,8 ^c	157,4 ^b	88,6 ^a	82,4 ^a
Zawartość Na (g/kg)						
Mostek	1,43 ^b	1,37 ^b	1,37 ^b	1,39 ^b	1,96 ^d	1,59 ^c
Kość pierszelowa:						
- główki	1,67 ^a	1,70 ^a	1,70 ^a	1,84 ^b	2,49 ^d	2,19 ^c
- trzon	1,67 ^b	1,59 ^{ab}	1,59 ^{ab}	1,82 ^c	2,41 ^d	2,34 ^d
Zawartość Mg (g/kg)						
Mostek	22,96 ^c	22,48 ^c	23,08 ^c	25,12 ^d	17,28 ^b	16,16 ^a
Kość pierszelowa:						
- główki	20,40 ^b	22,92 ^c	25,40 ^d	24,20 ^d	16,84 ^a	14,68 ^a
- trzon	21,80 ^b	21,76 ^b	23,12 ^c	23,48 ^c	17,08 ^a	16,12 ^a
Zawartość Zn (mg/kg)						
Mostek	191,2 ^{ab}	190,0 ^{ab}	190,0 ^{ab}	211,2 ^c	192,5 ^b	177,5 ^a
Kość pierszelowa:						
- główki	180,0 ^b	203,7 ^d	198,7 ^{cd}	198,7 ^{cd}	188,7 ^c	165,0 ^a
- trzon	182,5	187,5	187,5	182,5	177,5	171,2
Zawartość Mn (mg/kg)						
Mostek	4,5 ^a	4,6 ^a	4,8 ^a	6,5 ^b	4,3 ^a	7,1 ^b
Kość pierszelowa:						
- główki	4,1 ^a	5,9 ^b	6,8 ^b	9,2 ^c	7,6 ^{bc}	7,0 ^b
- trzon	4,2 ^a	4,5 ^{ab}	5,3 ^{ab}	7,8 ^c	9,6 ^{ab}	6,5 ^{bc}

^{a, b, c} Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

W doświadczeniu 2 nie stwierdzono znaczących różnic zawartości popiołu w kościach mostka w zależności od zróżnicowanego żywienia dawkami Ca, P i Na (tab. 6). Uzyskane w badaniach własnych zawartości popiołu w mostkach kur-

cząt są porównywalne z rezultatami badań Wnuk (12). Badana zawartość składników popielnych w kości piszczelowej okazała się nieco większa w trzonie niż w główkach kości. Odmienne niż w doświadczeniu 1 – przy niestosowaniu dodatku Ca stwierdzono niższą koncentrację popiołu. Natomiast przy podawaniu niższych dawek P zwiększenie dodatków Ca i Na spowodowało wzrost zawartości popiołu zarówno w główkach, jak i trzonach. W piśmiennictwie jest wiele (7, 8, 10, 11) danych, pokazujących zależność zawartości popiołu w kości piszczelowej od dodatku P, niezależnie od jego źródła.

W obu doświadczeniach charakter uzyskanych wyników może wskazywać na odmienne reagowanie kurcząt na stosowane żywienie różnymi poziomami składników mineralnych w zależności od cech rasowych.

Badana zawartość Ca, zarówno w kościach mostka, jak i piszczelowych, okazała się większa w przypadku stosowania w żywieniu niższych dawek P. Koncentracja Ca w kości piszczelowej była najmniejsza, kiedy stosowano podwójne ilości P, przy braku dodatku Ca. Przy tym stwierdzono, że zawartość Ca w kości była wysoka nawet przy niepodawaniu Ca, ale zapewnieniu dodatku Na. Wyniki te są podobne do danych uzyskanych w doświadczeniu 1. Odmienny pogląd reprezentują Chen i Jan (1), którzy wykazali wzrost zawartości Ca wraz ze wzrostem P. Opinie dotyczące tego problemu są jednak bardzo zróżnicowane (2, 10, 11).

Zawartość P w kościach mostka i piszczelowej, podobnie jak w przypadku Ca, zależała od wielkości dodatku fosforanu. Najniższą zawartość tego składnika w obu kościach stwierdzono w grupach kurcząt otrzymujących największe dodatki składników mineralnych. Koresponduje to w pewnej mierze z wynikami badań Jovanovica i wsp.(6), Chena i Jana (1), Qiana i wsp.(7) oraz Tortuero i wsp.(11).

Odwrotną tendencję, niż obserwowano przy badanej zawartości Ca i P, wykazano przy określeniu ilości Na w kości mostka. Większą koncentrację tego składnika notowano przy wyższych dawkach Ca i P. Natomiast w kości piszczelowej, zarówno w główkach, jak i w trzonach, większą zawartość Na wykazano przy żywieniu kurcząt podwójnymi dodatkami P.

U kurcząt Starbro zawartość Mg w kościach mostka była znacznie większa niż w doświadczeniu 1, jednak bardziej zróżnicowana u kurcząt otrzymujących podwójne ilości P, w tym szczególnie przy zwiększonych dawkach Ca. W doświadczeniu 2 zawartość Mg w kościach piszczelowych była bardziej wyrównana między grupami, a szczególnie przy niższych dawkach P. Przy większych dawkach P zwiększenie jednocześnie dawek Ca i Na zmniejszyło wyraźnie koncentrację Mg. Wyniki te przeczą zatem opinii Qiana i wsp. (7) oraz Tortuero

i wsp. (11) o zwiększeniu zawartości Mg w kości poprzez dodatek P nieorganicznego.

W doświadczeniu z kurczętami Starbro odnotowano wyraźnie większą koncentrację Zn w kościach mostka, przy czym była ona nieco bardziej zróżnicowana przy zwiększonych dawkach P i zwiększonych dawkach Ca i Na. Najmniejszą zawartość stwierdzono bowiem przy podwójnych dawkach Ca, Na i P. Przy niższych dawkach P zawartość Zn w kościach mostka nie była zróżnicowana w zależności od stosowanych kombinacji dodatków Ca i Na. W doświadczeniu 2 najmniejszą koncentrację Zn stwierdzono w kościach piszczelowych kurcząt otrzymujących podwójne dawki Ca, P i Na. Nieco wyraźniej różnice te przejawiały się w główkach. Nie stwierdzono tu natomiast wyraźniejszego efektu zróżnicowanych dawek P. Uzyskane wyniki badań w doświadczeniu 2 są zgodne ze spostrzeżeniami Shafeya i wsp. (9) o ograniczeniu przyswajania Zn poprzez wzrost dodatku P i Ca, natomiast wyniki doświadczenia 1 prowadziłyby do odmiennych stwierdzeń.

W doświadczeniu 2 zawartość Mn w kościach mostka kurcząt była bardziej wyrównana przy podawaniu niższych dawek P i była największa przy stosowaniu podwójnych dawek Ca i Na. U kurcząt Starbro można było stwierdzić zróżnicowaną koncentrację Mn w kości piszczelowej, w zależności od dawek P. Zarówno w główkach, jak i w trzonach była ona większa u kurcząt otrzymujących większe dawki P. Zróżnicowana koncentracja Mn w zależności od dodatku P była również stwierdzona w badaniach Tortuero i wsp. (11).

W doświadczeniu 1 największą zawartość Ca i P wykazano w grupie II przy stosowaniu w żywieniu kurcząt podwójnych dawek Na. Największą koncentrację Na stwierdzono przy skarmianiu mieszanek bez dodatku Ca i Na (grupa I). U kurcząt Starbro największą zawartość Ca i P odnotowano w grupie II i III, gdzie kurczętom podawano zmniejszone do połowy dawki P, natomiast podwojenie dawki Ca i P spowodowało zwiększenie zawartości Na w kościach kurcząt (grupa V).

WNIOSKI

1. Podwyższone dawki wapnia w niewielkim stopniu przyczyniły się do zwiększenia zawartości tego pierwiastka w tkance kostnej. W doświadczeniu pierwszym notowano różnice istotne między I a IV grupą, a w doświadczeniu drugim – między grupami IV a V i VI.

2. Zróżnicowany poziom składników mineralnych w większym stopniu różnicował w kościach zawartość P niż Ca.

3. Zawartość Mg, Zn i Mn w kościach kurcząt Isa Vedette z doświadczenia pierwszego była największa po podaniu zwiększonych dawek Ca i Na. W doświadczeniu drugim z kurczętami Starbro wyższe zawartości Mg i Zn uzyskano przy stosowaniu zmniejszonych do połowy dawek P. W przypadku Mn stosowanie podwójnych dawek P spowodowało zwiększenie jego zawartości zarówno w kości mostka, jak i piszczelowej.

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. Devinder Singh., Nagra S. S.: Bioavailability of Phosphorus from Ammonium Polyphosphate and Single Superphosphate in Chicken. *Ind. J. Anim. Sci.*, 64 (2), 167-172, 1994.
4. Fiske C. H., Subbarow Y.: The Colorimetric Determination of Phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66, 375, 1925.
5. Jamroz D.: Zapotrzebowanie drobiu na składniki mineralne. Konferencja naukowa: Związki mineralne w żywieniu zwierząt. 299-309, Poznań, 8-9.09.1994, 1994.
6. Jovanovic N., Sinovec Z., Rajic I.: Evaluation of Different Sources of Phosphorus in Broiler Diets. *Acta Vet. (Beograd)*, 43 (5/6), 315-322, 1993.
7. 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.
8. Ravindran V., Kornegay E. T., Denbow D. M., Yi Z., Hulet R. M.: Response of Turkey Poults to Tiered Levels of Natuphos® Phytase Added to Soybean Meal-Based Semi-Purified Diets Containing Three Levels of Nonphytate Phosphorus. *Poult. Sci.*, 74 (11), 1843-1854, 1995.
9. Shafey T. M., McDonald M. W., Dingle G. J.: Effect of Dietary Calcium and Available Phosphorus Concentration on Digesta Ph and on the Availability of Calcium, Iron, Magnesium and Zinc From Intestinal Contents of Meat Chickens. *Brit. Poult. Sci.*, 32, 185-194, 1991.
10. Sell J. L., Jeffrey M. J.: Availability for Poults of Phosphorus from Meat Bone Meals of Different Particle Sizes. *Poult. Sci.*, 75(2), 232-239, 1996.
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 mineralnego na cechy fizyczne i chemiczne kości kurcząt rzeźnych. Praca doktorska, Lublin 1981.

SUMMARY

The studies were carried out on Isa Vedette and Starbro broiler chickens, reared till 49th day of life. One-day-old chicks were allocated at random into 5 (experiment 1) and 6 (experiment 2) experiment groups. The experimental factor was the Ca, P and Na level in the mixtures. The aim of the studies was to determine the effect of different levels of Ca, P and Na in the diets on the content of minerals in tibia and breast bone in broiler. The results of the experiments revealed that the concentration of minerals in the bones was dependent on the P level in the diet.

The increased calcium doses in both experiments did not increase the content of this mineral in bone tissue. Alternated levels of dietary minerals influenced bone P concentration in a higher degree than they did with respect to Ca content. In the experiment with Isa Vedette the concentration of Mg, Zn and Mn in the bones was highest when elevated doses of Ca and Na were fed to broilers, whereas in the experiment with Starbro the content of afore-mentioned minerals was adversely affected by P supplementation.