

## ISTRAŽIVANJE DJELOTVORNOSTI TRIKALCIJEVOG FOSFATA U USPOREDBI S DIKALCIJEVIM FOSFATOM U TOVU PILIĆA

S. Mudrić, P. Božičković, Gabrijela Krivec, M. Šehić, Svjetlana Leskovar, Lidija Pavešić

Izvorni znanstveni rad  
UDK 636.084/636.087 (497.1) (05)  
Primljeno: 26. 12. 1990.

### SAŽETAK

Istražena je djelotvornost trikalcijeva fosfata kao izvora kalcija i fosfora u usporedbi s dikalcijevim fosfatom u ishrani pilića u tovu.

Uspoređena je uspješnost tova i sadržaj kalcija i fosfora u kostima pilića u tovu, držanih u boksovima i hranjenih smjesama koje su sadržavale di- ili trikalcijev fosfat u dobi od 1. do 42. dana. Pilićima pokusne skupine u hranu je dodan trikalcijev fosfat (0,82; 1,00 i 0,84% Ca, te 0,60; 0,57 i 0,59% P), a pilićima kontrolne skupine dikalcijev fosfat (0,82; 0,86 i 0,84% Ca, te 0,64; 0,56 i 0,59% P). Izvor kalcija i fosfora nije utjecao na prirast, uzimanje i konverziju hrane. Nije bilo statistički značajne razlike u sadržaju kalcija i fosfora u tibijama između skupina ( $P < 0,01$ ). Na rendgenskim snimkama bedrenih kostiju zapažena je razlika u makrostrukтури, što znači da su kompakta, kortikalis i spongiozna građa bile bolje istaknute na kostima pokusne skupine pilića.

Zaključeno je da se istraženi trikalcijev fosfat kao izvor kalcija i fosfora može upotrebljavati s istim uspjehom kao i dikalcijev fosfat u tovu pilića.

### Uvod

U intenzivnom uzgoju sadržaj iskoristivog fosfora u hrani pilića je oko 0,45%, s 0,9 do 1% kalcija. Njihov međusobni odnos u smjesama za tov je izuzetno važan, jer je u protivnom poremećena resorpcija jednog od njih. U prilog toj tvrdnji govore istraživanja Vandepopuliere a i drugih (1961) i Formica i drugih (1961), koji se slažu da količina kalcija u hrani može utjecati na potrebu za fosforom i obrnuto. Hurwitz i Bar (1971) su izvijestili da ishrana s niskom količinom kalcija u hrani može smanjiti resorpciju fosfora u pilića.

Dok se literaturni podaci o iskoristivosti kalcija iz defluoriniranih ortofosfata (mono-, di- i trikalcijev fosfat) slažu, to nije slučaj s iskoristivošću fosfora. Reynolds i drugi (1944) su određivali iskoristivost fosfornih dodataka s 0,4% solnom kiselinom i utvrdili da je topivost fosfora kod hidriranog dikalcijeva fosfata 100%, dok je u trikalcijevom fosfatu 77,2%. Uspoređujući di- i trikalcijev fosfat kao

izvore fosfora za piliće i puriće, Crech i drugi (1956) su zaključili da su potrebne veće vrijednosti kada se dodaje trikalcijev fosfat da se dobije isti stupanj kalcifikacije i rasta. Wilcox i drugi (1955) su objavili podatak da većina defluoriniranih fosfata daje zadovoljavajući rast pilića do dobi 4 tjedna, ali kada se trikalcijev fosfat dodaje u hranu zapaža se značajno manji postotak koštanog pepela u odnosu na dikalcijev fosfat. Grauw i Zwegart (1953) su zapazili da je hrana koja je sadržavala trikalcijev fosfat izazvala depresiju rasta kod pilića pasmine white leghorn do dobi 28 dana, premda je kalcifikacija bila normalna.

Dipl. vet. Slobodan Mudrić, dr. Predrag Božičković, dr. Gabrijela Krivec, dipl. inž. Svjetlana Leskovar – Centar za peradarstvo Veterinarskog fakulteta, Zagreb; prof. dr. Mensur Šehić – Zavod za rendgenologiju i fizikalnu terapiju Veterinarskog fakulteta, Zagreb; dipl. vet. Lidija Pavešić – Poslovna zajednica industrije stočne hrane, Zagreb.

Prema istraživanju Motzoka i drugih (1956) komercijalni mono- i dikalcijev fosfat bili su zadovoljavajući izvori fosfora u usporedbi s trikalcijevim fosfatom. Prosječna masa pilića, postotak pepela u kostima i konverzija hrane između skupina s di- i trikalcijevim fosfatom nisu bile statistički značajno različite. Od 14 različitih vrsta fosfata, koštano brašno, defluorinirani fosfat A, trikalcijev fosfat i dva komercijalna dikalcijeva fosfata su se pokazali kao srednje iskoristivi (Wilcox i drugi, 1954). Gillis i drugi (1948, 1951 i 1954) izvješćuje da su oba ortofosfata odlični izvori fosfora ili visoko iskoristivi. Nelson i Peeler (1961) su uzeli trikalcijev fosfat kao referentni materijal i tada je biološka vrijednost jednog uzorka dikalcijeva fosfata iznosila 97%.

Tjelesna masa i postotak pepela u kostima su u većini istraživanja korišteni za određivanje iskoristivosti fosfora iz fosfornih dodataka smjesama. Nelson i Walker (1964) su izvjestili da je postotak pepela u kostima osjetljiviji pokazatelj nego tjelesna masa. Utvrđeno je da je količina pepela u kostima falangi prstiju u uskoj vezi s količinom pepela u tibiji (Yoshida i Hoshii, 1983). Edwards i Lanza (1981) su, na temelju istraživanja, zaključili da 0,8% ukupnog fosfora i 0,7% kalcija polučuju najveću količinu pepela u kostima pilića u tovu.

Uspoređujući trikalcijev fosfat i Kombidaf-1 kao izvore kalcija i fosfora, Argunov i Paputina (1988) su utvrdili razliku u prosječnim dnevnim prirastima (28,7 i 31,5 g).

Premda se kao izvor kalcija i fosfora u smjesama za tov peradi koristi većinom dikalcijev fosfat uz dodatak vapnenca, u ovom smo radu željeli istražiti iskoristivost trikalcijeva fosfata u usporedbi s dikalcijevim fosfatom, s osobitim osvrtom na priraste, utrošak i konverziju hrane, sadržaj pepela u kostima, te okoštavanje tibije i femura.

## Materijal i metode

Istraživanje djelotvornosti trikalcijeva fosfata u usporedbi s dikalcijevim fosfatom na proizvodne rezultate, zdravstveno stanje i okoštavanje provedeno je u pokusnom objektu Centra za peradarstvo Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Istraživanje je provedeno na 80 pilića muškog spola hibrida teških pasmina ross. Jednodnevni pilići su slučajnim izborom podijeljeni u dvije skupine, pokusnu i kontrolnu. Pilići su smješteni u boksove, sistem držanja bio je podni, s oznakama »pokus« i »kontrola«. U obje skupine bilo je smješteno po 40 pilića. Držani su u boksovima na prostirci drvenih strugotina. Najvažniji mikroklimatski parametri mjereni su svakog tjedna tijekom istraživanja. Hranu i vodu pilići su dobijali po volji. Prije stavljanja u boksove, svi jednodnevni pilići su prstenovani i pojedinačno vagani.

Sva hrana (starter, finišer 1 i 2) za pokusnu i kontrolnu skupinu pilića izmiješana je u TSH »Poljoprerada« – Hrvatski Leskovac, prije početka istraživanja. Recepture za

smjese sastavljene su linearnim programom optimalizacije u Centru za peradarstvo. Hrana pokusne skupine pilića sadržavala je trikalcijev fosfat, a hrana kontrolne skupine pilića dikalcijev fosfat kao izvore mikrominerala. Ishrana pilića pokusne i kontrolne skupine starter smjesom trajala je od 1. do zaključno 20. dana istraživanja, prema tehnologiji 1 kg startera po piletu. Smjesom finišer 1 pilići obje skupine hranjeni su od 21. do 37. dana, a od 38. do 42. dana smjesom finišer 2, bez antibiotika i kokcidostatika. Tijekom istraživanja praćena je svakih 7 dana masa pilića (pojedinačno vaganje svih pilića), tjedni prirast, utrošak hrane i konverzija. Svakodnevno je praćeno zdravstveno stanje pilića, a svako uginulo pile razučeno je. Po završetku istraživanja rendgenski su snimljeni ekstremiteti 10 pilića iz svake skupine i određivan sadržaj koštanog pepela, kalcija i fosfora u tibiji 10 pilića iz svake skupine.

## Rezultati i diskusija

Istraživanje smo proveli s trikalcijevim fosfatom slijedećeg sastava (%):

kalcij	36,2
fosfor	18,02
vлага	1,2
fluor	0,17
olovo	0
arsen	0
kadmij	0
željezo	0,05
cink	0,003
bakar	0,004
mangan	0,05

Prema deklaraciji proizvođač garantira najmanje 18% fosfora i 34% kalcija, nizak sadržaj fluora, te odsustvo kadmija, olova i arsena. Više laboratorija ispitivalo je sadržaj uzoraka istog trikalcijeva fosfata, ali odstupanja od deklariranih vrijednosti nisu zamijećena.

Sirovinski i kemijski sastav smjesa pokusne i kontrolne skupine pilića prikazani su u tabeli 1.

Usprkos utvrđivanja hranidbene vrijednosti sirovina upotrebljenih za sastav smjesa, rezultati kemijskih pretraga sastojaka smjesa prikazanih u tabeli 1 pokazuju odstupanja od kalkulativnih vrijednosti. Između vrijednosti hranjivih tvari pojedinih smjesa nema većih razlika, osim u sadržaju kalcija u smjesama finišer 1.

Osnovni pokazatelji uspješnosti tova pokusne i kontrolne skupine pilića prikazani su u tabeli 2.

Prosječne tjelesne mase pilića pokusne skupine kretnale su se od 1.650 do 2.260 g, a kod pilića kontrolne skupine od 1.490 do 2.230 g. Pile mase 1.490 g bilo je od početka krčljivo i u intenzivnom uzgoju bilo bi već u prvom tjednu izdvojeno.

Variranja unutar skupina nisu bila velika. Koeficijent varijabilnosti je u pokusnoj skupini bio 7,00, a u kontrolnoj 8,66.

**Sirovinski i kemijski sastav smjese pokusne i kontrolne skupine pilića (%)**  
**Composition of trial and control groups diets (%)**

Tabela 1 – Table 1

sastojak Ingredient	pokusna skupina / Trial group			kontrolna skupina / Control group		
	starter	finisher 1	finisher 2	starter	finisher 1	finisher 2
kukuruz / Corn	53,93	54,72		54,02	50,70	
sojina sačma Soybean meal (44%)	33,08	33,18		32,10	37,37	
riblje brašno Fish meal (65%)	4,82	2,69		5,46	—	
sojino ulje Soybean oil	5,00	6,00		5,00	7,32	
stočna sol / Salt	0,34	0,38		0,33	0,42	
vapnenac / Limestone	—	0,05		0,008	0,33	
dikalcijev fosfat Dicalcium phosphate	—	—		1,74	2,46	
trikalcijev fosfat Tricalcium phosphate	1,50	1,63		—	—	
sint. lizin / Sint. lysine	0,10	0,14		0,10	0,16	
sint. metionin Sint. methionine	0,23	0,21		0,23	0,22	
premik / Premix	1,00	1,00		1,00	1,00	
<b>kalkulirano / Calculated</b>						
<i>sir. protein / Crude protein</i>	21	20		21	20	
metabol. energija Metabolizable energy	12.900	13.100		12.900	13.100	
Ca	0,92	0,90		0,92	0,90	
P iskoristivi / P avail.	0,45	0,42		0,45	0,42	
<b>određeno pretragom / Chemical composition</b>						
vlaga / Moisture	12,06	11,46	12,06	12,06	11,53	12,05
sirova mast / Fat	8,31	8,85	10,01	8,78	9,64	9,23
sirova vlaknina Crude fiber	3,81	3,54	3,19	3,67	3,59	3,13
sirovi protein Crude protein	20,86	19,75	20,60	20,54	19,47	20,37
ME, KJ/kg	12,81	12,87	13,28	13,08	13,15	12,93
Ca	0,84	1,00	0,84	0,82	0,86	0,84
P ukupni / P Total	0,60	0,57	0,59	0,64	0,56	0,59

Vitamini dodani na 1 kg smjese: A 15.000 IU; D<sub>3</sub> 5.000 IU; E 50 IU; K<sub>3</sub> 4 mg; B<sub>1</sub> 3 mg; B<sub>2</sub> 8 mg; nikotinska kiselina 45 mg; pantotenska kiselina 15 mg; B<sub>6</sub> 5 mg; B<sub>12</sub> 0,015 mg; biotin 0,2 mg; kolin klorid 600 mg; folna kiselina 2 mg.

Vitamins added per kg of compound: A 15.000 IU; D<sub>3</sub> 5.000 IU; E 50 IU; K<sub>3</sub> 4 mg; B<sub>1</sub> 3 mg; B<sub>2</sub> 8 mg; nicotinic acid 45 mg; pantothenic acid 15 mg; B<sub>6</sub> 5 mg; B<sub>12</sub> 0,015 mg biotin 0,2 mg; choline chloride 600 mg; folic acid 2 mg.

Minerali dodani na 1 kg smjese: jod 1 mg; željezo 50 mg; bakar 8 mg; mangan 80 mg; cink 70 mg; kobalt 0,2 mg; selen 0,15 mg.

Trace elements added per kg of compound: iodine 1 mg; iron 50 mg; copper 8 mg; manganese 80 mg; zinc 70 mg; cobalt 0,2 mg; selenium 0,15 mg.

U smjese starter i finiše 1 za obje grupe pilića dodano je 100 mg antikokcidijskog sredstva Elancoban i 100 mg virginiamycina.

In starting and finishing compound in both groups there was addition of anticoccidial (100 mg of Elancoban) and growth promotor (100 mg of Virginiamycin).

**Osnovni pokazatelji uspješnosti tova**  
**Parameters of fattening efficiency**

Tabela 2 – Table 2

pokazatelj Parameter	pokusna skupina Trial group (Tri-Ca-P)	kontrolna skupina Control group (Di-Ca-P)
broj pilića u tovu / Chicks number	40	40
prosječna masa jednodnevnih pilića, g Average body weight in start of trial, g	43,29	42,39
uginulo pilića tijekom istraživanja No. of losses during trial	1	0
% uginulih pilića / % of losses	2,5	0
trajanje tova, dana / Days of trial	42	42
prosječna masa na kraju istraživanja, g Average body weight in end of trial, g	1.904	1.849
utrošak hrane po piletu, g / Feed intake, g	3.460	3.440
konverzija hrane / Feed conversion	1,86	1,89

Prosječne mase pilića, prirasti, utrošak i konverzija hrane po tjednima prikazani su u tabeli 3.

Tijekom istraživanja uginulo je jedno pile iz pokusne skupine. Prema mišljenju patologa razlozi su bili enteritis i kaheksija.

Mikrobiološkom pretragom je u smjesama kojima je dodan dikalcijev fosfat utvrđen veći broj plijesni u odnosu na smjese s trikalcijevim fosfatom.

U Zavodu za rendgenologiju i fizikalnu terapiju Veterinarskog fakulteta izvršene su rendgenografije bedrenih i potkoljeničnih kostiju desnih ekstremiteta pilića pokusne i kontrolne skupine. U svakoj skupini bilo je po 10 uzoraka spomenutih kostiju. Usporedbom preglednih slika zamijećene su neke razlike u dužinama, širinama kosti i izgledu njihove makrostrukture. Kosti potkoljenice kontrolne skupine su bile u prosjeku nešto duže u odnosu na potkoljenice pilića pokusne skupine. Bedrene kosti obje skupine bile su približno istih dužina. Mjereći širine bedrenih kostiju u dijafizarnim dijelovima, njihove vrijednosti su bile približno iste u obje skupine. Dijafize goljenica pokusne skupine bile su

**Prosječne mase pilića, prirasti, utrošak i konverzija hrane po skupinama i tjednima**  
**Average body weight, weight gains, feed intake and feed conversion in groups per week**

Tabela 3 – Table 3

dob, tjedni Age, weeks	skupina Group	prosj. masa Body weight g	prirast Weight gain g	utrošak hrane Feed intake g	konverzija Conversion
1	pokusna / Trial	140,68	97,40	157,93	1,62
	kontrolna / Control	135,20	92,81	156,58	1,69
2	pokusna / Trial	308,50	167,82	344,10	2,05
	kontrolna / Control	288,20	153,00	325,00	2,12
3	pokusna / Trial	627,00	318,50	502,50	1,58
	kontrolna / Control	568,00	279,80	510,00	1,82
4	pokusna / Trial	1.084,00	457,00	755,00	1,65
	kontrolna / Control	1.036,00	468,00	762,50	1,63
5	pokusna / Trial	1.562,00	478,00	897,44	1,88
	kontrolna / Control	1.479,00	443,00	870,00	1,96
6	pokusna / Trial	1.904,00	342,00	807,69	2,34
	kontrolna / Control	1.849,00	370,00	792,50	2,14

neznatno uže u odnosu na dijafize goljenica kontrolne skupine. Uspoređujući makrostrukturu bedrenih i goljeničnih kostiju, bila je očita razlika između prikazanih uzoraka. Kompakta, kortikalis i spongiozna građa bile su bolje istaknute na kostima pokusne skupine. Rubovi zglobnih kostiju bili su oštro konturirani, a zglobove pukotine dobro naznačene. Stupanj osifikacije skeleta odgovarao je u obje skupine dobi pilića. Na slici 1–4 prikazani su rendgenogrami.

Sadržaj pepela, kalcija i fosfora u 10 tibija iz svake skupine prikazani su u tabeli 4.

Sadržaj pepela u kostima obje skupine odgovara u literaturi navedenom podatku da prosječno mineralizirane

kosti nogu sadrže u pilića dobi od 7 tjedana između 42 i 48% pepela. Usprkos odstupanju u sadržaju kalcija i fosfora u kostima pilića, između skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike u količini tih elemenata (tabela 5).

Iz tabele 5 vidljivo je da su u sadržaju kalcija veća variranja unutar kontrolne skupine u odnosu na pokusnu. U sadržaju fosfora je odnos obrnut, jer je unutar kontrolne skupine variranje veće.

Rezultati našeg istraživanja slažu se u potpunosti s istraživanjima Motzoka i drugih (1956), koji nisu utvrdili značajne razlike u prosječnoj tjelesnoj masi, postotku pepela u kostima i konverziji hrane između skupina sa di-

**Sadržaj pepela, kalcija i fosfora u tibijama pokusne i kontrolne skupine**  
**Ash, calcium and phosphorus content in tibias of trial and control group**

Tabela 4 – Table 4

sastojak, % Ingredient, %	pokusna skupina Trial group	kontrolna skupina Control group
pepeo / Ash	43,27	44,10
kalcij / Calcium	14,08	15,23
fosfor / Phosphorus	5,92	5,44

trikalcijevim fosfatom. Sadržaj pepela u tibijama ukazuje na normalnu kalcifikaciju, jer se 40 – 42% pepela smatra graničnom vrijednošću (Ewing, 1963). To govori da nije bilo deficita vitamina D, minerala ili drugih čimbenika koji utječu na razvoj kostiju. U prilog tome govori i rendgenski nalaz.

Sadržaj fosfora u smjesama pokusne i kontrolne skupine bio je gotovo identičan. U tibijama, između skupina, nismo utvrdili statistički značajnu razliku. To se slaže s podacima Wilcoxa i drugih (1954) i Gillisa i drugih (1954) da je fosfor iz di- i trikalcijevog fosfata jednako iskoristiv.

### Literatura

1. Argunov, M., Paputina, I. (1988): Kombidaf-1 – a source of calcium and phosphorus. *Pticevodstvo* 10, 31-32.
2. Crech, B. G., Reid, B. L., Couch, J. R. (1956): Evaluation of a dicalcium phosphate supplement as a source of phosphorus for chicks. 1. Comparison of dicalcium and tricalcium phosphates as a source of phosphorus in chick and poult rations. *Poultry Sci.* 35, 654-658.
3. Edwards, H. M. Jr., Lanza, G. M. (1981): Calcium and phosphorus requirements studies with broiler and leghorn type chickens. *Poultry Sci.* 60, 1650.
4. Ewing, W. P.: *Poultry Nutrition*. The Ray Ewing Company (publ.), Pasadena, USA, p. 918, 1963.
5. Formica, J. D., Smidt, M. J., Bačharach, M. M., Davin, N. F., Fritz, J. C. (1961): Calcium and phosphorus requirements of turkey and chickens. *Poultry Sci.* 40, 1401-1403.
6. Gillis, M. B., Norris, L. C., Heuser, G. F. (1948): The utilization by the chick of phosphorus from different sources. *J. Nutr.* 35, 195-208.
7. Gillis, M. B., Norris, L. C., Heuser, G. F. (1951): The influence of particle size on utilization of phosphorus by the chick. *Poult. Sci.* 30, 396-398.
8. Gillis, M. B., Norris, L. C., Heuser, G. F. (1954): Studies on biological value of inorganic phosphates. *J. Nutr.* 52, 115-126.
9. Grau, C. R., Zweigart, P. A. (1953): Phosphate clay as a phosphorus source for chicks. *Poult. Sci.* 32, 500-503.
10. Hurwitz, S., Bar, A. (1971): Calcium and phosphorus interrelationship in the intestine of fowl. *J. Nutr.* 101, 677-686.

**Statistička analiza sadržaja kalcija i fosfora u bedrenim kostima pokusne i kontrolne skupine**  
**Statistical analysis of calcium and phosphorus content in femuri of trial and control group**

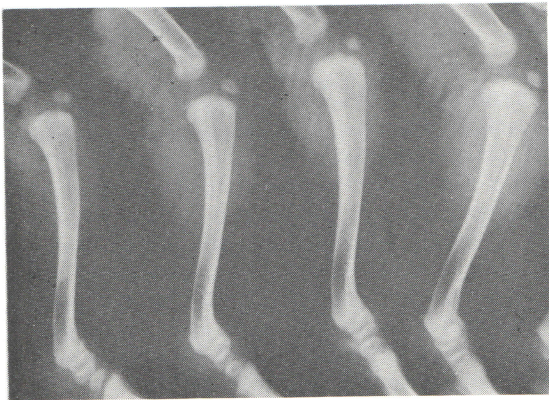
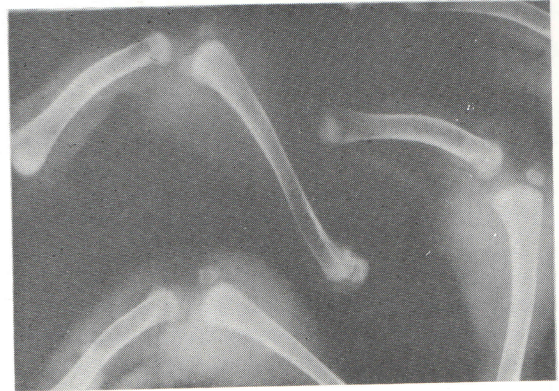
Tabela 5 – Table 5

parametar / Parameter	kalcij/Calcium		fosfor/Phosphorus	
	pokus Trial	kontrola Control	pokus Trial	kontrola Control
veličina uzorka / Sample size	10	10	10	10
aritmet. sredina / Average	14,08	15,23	5,92	5,54
standardna devij. / Std. deviation	2,90	1,37	0,62	1,01
varijanca / Variance	20,60	8,97	10,43	18,15

nivo značajnosti / Difference significance < 0,01

### Zaključak

Istraživanje djelotvornosti trikalcijevog fosfata u usporedbi s dikalcijevim fosfatom pokazalo je da se trikalcijev fosfat može upotrebljavati u tovu pilića kao izvor kalcija i fosfora s podjednakim uspjehom, te da nema negativnih utjecaja na priraste, utrošak i konverziju hrane, količinu pepela u kostima, kalcija i fosfora u pilića u tovu. Rezultati su pokazali da hranidba smjesama kojima je dodan nije utjecala na zdravstveno stanje pilića. Pilići hranjeni smjesama s trikalcijevim fosfatom imali su na kraju istraživanja veću prosječnu masu, ali statistički ne značajnu (nivo značajnosti  $P > 0.05$ ) i neznatno manju konverziju.



Slika 1 i 2 **Rendgenske snimke bedrenih i goljeničnih kostiju pokusne skupine pilića**  
Figure 1 and 2 **X-ray of thigh and shin bones of chicks trial group**

Slika 3 i 4 **Rendgenske snimke bedrenih i goljeničnih kostiju kontrolne skupine pilića**  
Figure 3 and 4 **X-ray of thigh and shin bones of chicks control group**

## EFFICIENCY OF TRICALCIUM AND DICALCIUM PHOSPHATES AS A SOURCE OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN BROILER DIETS

### SUMMARY

Performance during fattening period as well as calcium and phosphorus content in bones of battery-reared broiler chicks fed diets containing either di- or tricalcium phosphate as a source of calcium and phosphorus from 1 to 42 days of age were compared.

The chicks of experiment group were fed diet containing tricalcium phosphate (0.82; 1.00 and 0.84% Ca and 0.60; 0.57 and 0.59% P), whereas chicks of control group diet containing dicalcium phosphate (0.82; 0.86 and 0.84% Ca and 0.64; 0.56 and 0.59% P). Weight gain, feed intake and feed conversion weren't affected by source of calcium and phosphorus. The amounts of calcium and phosphorus in tibias weren't significantly different between groups ( $P < 0.01$ ).

X-ray examination of bones showed only macrostructure difference (compacta, corticalis and spongy substance were better stressed in the bones of experimental group).

It is concluded that both of phosphates can be incorporated in broiler diets as a source of calcium and phosphorus with same success.