



## FOSFONAL U HRANIDBI SVINJA II. HRANIDBA TOVNIH SVINJA FOSFONAL IN PIG NUTRITION II. FEEDING FATTENING PIGS

S. Feldhofer, Ljiljana Zadavec, Marija Gašpar

Izvorni znanstveni rad  
UDK 636.4:636.084.1  
Primljeno: 18. 05. 1992.

### SAŽETAK

FOSFONAL (proizvod na osnovi monoamonijeva fosfata) u hranidbi tovnih svinja ispitan je u farmskim uvjetima na 972 svinje, a uspoređen sa 965 svinja u kontrolnoj skupini, koje su dobivale dikalcijev fosfat (DiCaP) u hrani. Svinje su dobivale hranu sa 1,25% FOSFONALA.

Nakon prosječno 117 dana tova prosječan dnevni prirast tjelesne težine (0,605 kg i 0,6 kg/kom) i tjelesne težine svinja na kraju tova (prosječno 96,919 kg i 96,860 kg/kom) bili su u obje skupine približno jednaki.

Dnevna potrošnja hrane u obje skupine nije se značajnije razlikovala, a potrošnja hrane za 1 kg prirasta (konverzija hrane) bila je za 104 g manja u skupini svinja s FOSFONALOM u hrani. Kontrolna skupina trošila je prosječno 3,742 kg hrane za 1 kg prirasta a pokusna s FOSFONALOM svega 3,638 kg za 1 kg prirasta.

U kontrolnoj skupini uginulo je svega 18 svinja ili 1,86% od početnog broja svinja, a u pokusnoj skupini s FOSFONALOM uginulo je tijekom tova svega 10 svinja ili 1,03%. Međutim, ako se uginulim svinjama pribroje svinje izdvojene iz tova zbog kroničnih bolesti ili ekonomskih razloga (odbačene), ukupne štete iznose 2,59% u kontrolnoj i 2,47% u pokusnoj skupini.

Za razliku od rezultata dobivenih istraživanjima na tovnim pilićima, FOSFONAL u hranidbi svinja nije utjecao na smanjenje kadmija u mišićima, jetrima, bubrezima i mozgu svinja. Uz hranidbu s FOSFONALOM značajno je smanjena koncentracija olova u mišićima, jetrima i mozgu svinja. Samo u bubrezima, a naročito u kostima nalazilo se više olova.

U odnosu na slična istraživanja s tovnim pilićima dobivene razlike mogu se razjasniti vjerojatno razlikama u kinetici i metabolizmu ovih elemenata u različitim životinja ili nekim razlikama fizikalno-kemijskih svojstava BENALA, koji se nalazio u sastavu FOSFONALA.

Pato-histološkim pregledima organa tovnih svinja, po završetku tova, nađene su promjene koje se obično javljaju u intenzivnom uzgoju tovnih svinja. Promjene su bile na mišićima srca i skeleta, oštećenje jetara, gotovo redovito promjene na tubularnom epitelu i upale bubrega, a samo pojedinačno diseminirana gliozna mozga.

Značajno je da su patološke promjene bile manje istaknute kod svinja pokusne skupine s FOSFONALOM u hrani, ali se napominje da je potrebno obaviti posebna istraživanja.

### UVOD

Fosfor ima veliku biološku važnost. Velika količina fosfora nalazi se u kostima, ali i u mekanim tkivima. Fosfor je važan sastojak mnogih organskih spojeva, a nalazi se i kao metabolit u mijeni ugljikohidrata, masti i proteina, kao i u mnogim fermentima. Pravilna opskrba fosforom od velikog je ekonomskog značaja, jer nedostatak fosfora može nepo-

sredno smanjiti iskorištavanje hrane, oslabiti opskrbu organizma energijom i bjelančevinama, prouzročiti omekšanje kosti i sl.

dr. Stjepan Feldhofer, dipl. vet., viši znanstv. suradnik i Marija Gašpar, dipl. ing., struč. suradnik, INA-Petrokemija Kutina, Ljiljana Zadavec, dipl. ing., Kmetijski Kombinat, G. Radgona.



Fosfor u zrnju žitarica nalazi se većinom kao fitinska kiselina, vezan s kalcijem i magnezijem u teško topive soli fitina (Swenson, 1975.). Fitinski fosfor teško je topiv i teško iskoristiv u probavi svinja, pa stoga treba svinjama davati fosfor s mineralnim dodacima.

FOSFONAL (INA-PETROKEMIJA Kutina) je proizvod načinjen na osnovi monoamonijeva fosfata (MAP). Sadrži 18% fosfora, lako topivog u vodi i limunskoj kiselini (oko 96%) i 9% neproteinskog dušika. Treba naglasiti da postoji stanovita mogućnost iskorištavanja neproteinskog dušika u hranidbi svinja (Rus i Jakobson., 1969.; Košarov i sur., 1975.; Marković, 1980.; Ivandija, 1981.).

Osobitu važnost u FOSFONALU ima BENAL, što je na poseban način aktivirani bentonit.

Istraživanja su pokazala da se dodatkom FOSFONALA u hranidbi tovnih pilića postiže značajno veći prirast tjelesnih težina, bolji klaonički randman pilića, kao i bolje iskorištavanje hrane (Feldhofer i sur., 1986.; Feldhofer, 1988.; Gatalica, 1990.). Ovim radom treba ispitati utjecaj FOSFONALA na proizvodne rezultate i zdravlje tovnih svinja.

#### MATERIJAL I METODA RADA

Istraživanja su provedena na tovnim svinjama, na farmi ABC POMURKE, Podgrad, G. Radgona. Pokus je načinjen na tovnim svinjama, ulazne težine prosječno oko 25 kg, u prosječnom trajanju tova 117 dana.

Tovne svinje su podijeljene u 2 skupine i to:

1. Kontrolna skupina – 965 svinja hranjenih dodatkom dikalcijeva fosfata (DiCaP).
2. Pokusna skupina – 972 svinje hranjene dodatkom FOSFONALA.

Sve su krmne smjese ujednačene po sastavu i hranidbenoj vrijednosti, tako da su svinje dobivale u smjesu:

Vrsta smjese	Skupina	
	Kontrolna	Pokusna
Bek 1	1,15% DiCaP +0,6% vapnenac	1,25% FOSFONAL +1,5% vapnenac
Bek 2	1,25% DiCaP +0,75% vapnenac	1,25% FOSFONAL +1,75% vapnenac

U hranidbenom pokusu na tovnim svinjama istraživani su tjelesna težina i prirast tjelesne težine svinja, potrošnja i iskorištavanje hrane (potrošnja hrane za 1 kg prirasta), uginuća svinja, pato-histološke promjene na mišićima srca i skeleta kao i parenhimatoznim organima nakon klanja svinja, taloženje kadmija i olova u mišićima, jetrima, bubrezima, mozgu i kostima svinja.

Pato-histološka i toksikološka istraživanja obavljena su na Veterinarskom fakultetu u Zagrebu.

#### REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ulazna težina svinja kontrolne skupine, koja je dobivala DiCaP u hrani, iznosila je prosječno 25,953 kg/kom. Svinje pokusne skupine s FOSFONALOM u hrani imale su početnu težinu prosječno 25,188 kg/kom. Na kraju istraživanja, nakon prosječno 117 dana tova, prosječna težina svinja kontrolne skupine iznosila je 96,860 kg/kom, a pokusne skupine s FOSFONALOM u hrani 96,919 kg/kom (Tablica 1).

#### Fosfonal u hranidbi tovnih svinja, proizvodni rezultati Fosfonal in fattening pigs nutrition, production results

Tablica 1 – Table 1

Skupina	Ulaz			Izlaz			Hranid. dana	Prirast		
	Komada	težina		Komada	težina			Ukupno kg	Ukupno kg/kom	Ukupno kg/kom
		ukupno kg	prosjeak kg/kom		ukupno kg	prosjeak kg/kom				
Kontrolna (DiCaP)	965	25.045	25,953	940	91.049	96,860	109.898	66.004	70,907	0,6
Pokusna (FOSFONAL)	972	24.483	25,188	948	91.879	96,919	111.466	67.396	71,731	0,605



Prosječan prirast tjelesnih težina svinja u obje skupine bio je, dakle, približno jednak i iznosio je prosječno 0,6 kg/kom/ dnevno u kontrolnoj i 0,605 kg/kom/ dnevno u pokusnoj skupini (Tablica 1).

U kontrolnoj skupini uginulo je svega 18 svinja ili 1,86% početnog broja svinja, a u pokusnoj skupini s FOSFONALOM u hrani svega 10 svinja ili 1,03%. Međutim, ako

se uginulim svinjama pribroje i svinje izdvojene tijekom tova zbog kroničnih bolesti ili ekonomskih razloga (odbačene), ukupne štete iznose 2,59% u kontrolnoj i 2,47% u pokusnoj skupini svinja (Tablica 2).

Svinje su tijekom istraživanja dobivale hranu koja je po svom kemijskom sastavu i hranidbenoj vrijednosti prikazana na Tablici 3.

**Izdvojeno iz tova i gubici u pokusu hranidbe svinja s FOSFONALOM**  
**Fosfonal in fattening pigs nutrition, production results**

Tablica 2 – Table 2

Skupine	Raspod		Odbačeno			Uginulo		Težina prosjek kg	Odbačeno – uginulo %
	Komada	Težina prosjek kg	Komada	%	prosjek kg	Komada	%		
Kontrolna (DiCaP)	30	110,833	7	0,72	35,428	18	1,86	64,833	2,59
Pokusna (FOSFONAL)	28	113,107	14	1,44	29,143	10	1,03	69,3	2,47

**Kemijski sastav krmnih smjesa za tov svinja u pokusu s FOSFONALOM**  
**Chemical composition of fodder mixtures in trial with fosfonal**

Tablica 3 – Table 3

	Vrsta krmnih smjesa			
	BEK 1 1,15% DiCaP	BEK 1 1,25% FOSFONAL	BEK 2 1,25% DiCaP	BEK 2 1,25% FOSFONAL
<b>Kalkulativno:</b>				
Sir. proteini %	15,69	15,61	13,98	13,9
Sir. vlakna %	3,44	3,41	3,64	3,62
Kalcij %	0,72	0,71	0,71	0,73
Fosfor %	0,57	0,61	0,52	0,53
<b>Kemijske analize:</b>				
Sir. proteini %	15,9	15,8	14,45	14,77
Sir. vlakna %	4,4	3,46	4,13	3,6
Pepeo %	4,12	5,01	5,05	5,35
Kalcij %	0,77	1,02	0,95	0,84
Fosfor %	0,55	0,59	0,58	0,62

Dnevna potrošnja hrane u obje skupine svinja nije se značajnije razlikovala, međutim, za 1 kg prirasta tjelesne težine pokusna skupina svinja, koja je dobivala FOSFONAL, utrošila je 104 g manje hrane. Kontrolna skupina je za 1 kg prirasta tjelesne težine 3,742 kg, a pokusna skupina svega 3,638 kg hrane (Tablica 4.)

Na osnovi ovih rezultata može se reći da razlike u prirastima tjelesnih težina među skupinama nisu postojale, ali potrošnja hrane za 1 kg prirasta tjelesne težine daje prednost primjeni FOSFONALA u hranidbi tovnih svinja.

Istraživanja koncentracije kadmija i olova u mesu, kostima i nekim organima tovnih svinja hranjenih dodatkom

**Utrošak hrane u tovu svinja s dodatkom FOSFONALA**  
**Food consumption when adding fosfonal**

Tablica 4 – Table 4

Skupina	BEK 1 kg	BEK 2 kg	Svega kg	Hranidbenih dana	Utrošak hrane	
					kg/kom/dnevno	kg/kg prirasta
Kontrolna (DiCaP)	116.400	130.600	247.000	109.898	2,247	3,742
Pokusna (FOSFONAL)	103.740	141.440	245.180	111.466	2,199	3,638

FOSFONALA, a uspoređeno s DiCaPom, prikazana su na Tablici 5.

**Kadmij i olovo u hrani, mesu, kostima, jetrima, bubrezima i mozgu tovnih svinja hranjenih dodatkom FOSFONALA i dikalcijeva fosfata (DiCaP)**  
**Cadmium and lead in food, meat, bones, liver, kidneys and brain of pigs fattened by adding fosfonal and dicalcium phosphate (DiCaP)**

Tablica 5 – Table 5

	mg/kg			
	Kadmij		Olovo	
	DiCaP	FOSFONAL	DiCaP	FOSFONAL
Hrana	0,205	0,191	0,3	0,92
mišići	0,023	0,026	0,22	0,098*
jetra	0,123	0,125	0,16	0,05
bubrezi	0,54	0,572	0,02	0,04
kosti	0,015	0,042*	0,02	0,71*
mozak	0,035	0,021	0,16	0,04*

\* značajne razlike

FOSFONAL u ovim istraživanjima na tovnim svinjama nije utjecao na smanjenje kadmija u mišićima, jetrima, bubrezima i mozgu svinja, a u kostima se nalazilo čak i više kadmija nego u kostima svinja kontrolne skupine. To nije u skladu s rezultatima iz hranidbe pilića, gdje je dobiveno značajno smanjenje kadmija u mišićima i kostima pilića uz hranidbu s FOSFONALOM.

Uz hranidbu s FOSFONALOM značajno je, međutim, smanjena koncentracija olova u mišićima, jetrima i mozgu svinja. Samo u bubrezima nalazilo se više olova, a naročito mnogo u kostima.

Pato-histološkim pregledima organa svinja iz ovog pokusa nalazile su se često promjene na bubrezima: intersticijska upala, mononuklearna infiltracija, nefritis i tubulonefroza. Ove promjene bile su mnogo slabije izražene kod svinja koje su dobivale FOSFONAL u hrani.

U jetrima su se nalazile pato-histološke promjene: hidropična, vakuolarna distrofija, intersticijski hepatitis s cirozom. Patološke su promjene također mnogo slabije

izražene u jetrima svinja pokusne skupine s FOSFONALOM u hrani.

U mozgu tovnih svinja nađene su samo pojedinačno patološke promjene, gotovo podjednako u obje skupine, u obliku slabije diseminirane glioze.

Podjednako su nađene i promjene na mišićima buta i srca svinja u obje skupine. Na skeletnom mišićju nađene su promjene: hijalina i voštana distrofija, diseminirani miositis, lipomatoza i intersticijski edem. Na mišiću srca nađene su promjene: hijalina distrofija i diseminirani miokarditis.

Pato-histološke promjene pokazuju patologiju koja se javlja u intenzivnom uzgoju svinja, a koja se prvenstveno očituje promjenama na mišićima srca i skeleta, oštećenjem jetara i redovito promjenama na tubularnom epitelu bubrega. Značajno je, da su patološke promjene bile manje istaknute kod svinja pokusne skupine s FOSFONALOM u hrani, iako se na osnovi ovih nalaza još ne mogu izvoditi sigurni zaključci.

### RAZMATRANJE REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Razlike u proizvodnim rezultatima među skupinama tovnih svinja hranjenih dodatkom FOSFONALA i DiCaPa nisu bile u ovim istraživanjima značajne. Prirasti tjelesnih težina bili su gotovo podjednaki u obje skupine. Međutim, potrošnja hrane za 1 kg prirasta, kao i gubici zbog uginuća svinja, daju ipak stanovitu prednost primjeni FOSFONALA.

Bolja iskoristivost fosfora iz FOSFONALA, makro- i mikro- elementi: kalij, natrij, magnezij, željezo, cink, bakar, kobalt, molibden i selen, koje FOSFONAL sadrži u većem postotku, nisu imali značajniji utjecaj na proizvodne rezultate tovnih svinja. Razlog su vjerojatno dobro zadovoljene hranidbene potrebe svinja svim hranjivim sastojcima u krmnim smjesama.

U više je slučajeva ustanovljeno da BENAL veže ione teških metala i neke toksične tvari (kadmij, krom, olovo, miktotoksine, pesticide i dr.) (Feldhofer i sur., 1986.; Feldhofer, 1988.; Feldhofer i sur., 1988.). U pokusu s tovnim svinjama nije se pokazao povoljan utjecaj FOSFONALA, a time i BENALA koji se nalazio u FOSFONALU, na smanjenje koncentracije kadmija u mesu, kostima i jetrima svinja, a to se je očitovalo u hranidbi pilića (Feldhofer i sur., 1986.



i Mitin i sur., 1989.). Međutim, unatoč visoke koncentracije olova u hrani, značajno je smanjena koncentracija olova u mišićima, mozgu i jetrima svinja koje su dobivale FOSFONAL u hrani.

U odnosu na slična istraživanja u hranidbi pilića nastale razlike mogu se razjasniti možda razlikama u kinetici ili metabolizmu ovih elemenata u različitim životinja ili nekim razlikama u fizikalno-kemijskim svojstvima BENALA, koji se nalazio u sastavu FOSFONALA.

Pato-histološke promjene na bubrezima, jetrima, mozgu i mišićima buta i srca svinja iz ovih istraživanja odgovaraju općenito pojavama koje se nalaze u intenzivnom tovu svinja (kronične upale, edemi, nekroze, degeneracije i ciroze). Međutim, patološke promjene bile su manje istaknute kod svinja pokusne skupine koje su dobivale FOSFONAL u hrani. Ovi se nalazi mogu povezati i s manjim brojem uginulih svinja, a vjerojatno se mogu pripisati fizikalno-kemijskim svojstvima i djelovanju BENALA. Ipak, na osnovi ovih nalaza još se ne mogu izvoditi sigurni zaključci.

### ZAKLJUČAK

Skupina tovnih svinja, koja je dobivala FOSFONAL u hrani, imala je jednaki prirast tjelesnih težina kao i svinje u kontrolnoj skupini s DiCaPom u hrani. Potrošnja hrane za 1 kg prirasta (konverzija hrane) bila je za 104 g manja u pokusnoj skupini s FOSFONALOM.

Broj uginulih svinja tijekom tova iznosio je 1,03% u skupini s FOSFONALOM, a 1,86% u kontrolnoj skupini.

Ako se uginulim svinjama pribroje i svinje izdvojene iz tova zbog kroničnih bolesti ili ekonomskih razloga ukupni gubici svinja iznosili su 2,59% u kontrolnoj i 2,47% u pokusnoj skupini s FOSFONALOM.

Bolja iskoristivost fosfora iz FOSFONALA, makro- i mikro- elementi, koji su se unosili s FOSFONALOM nisu u ovom pokusu značajnije utjecali na proizvodne rezultate tovnih svinja, vjerojatno zbog dobro sastavljenih hranidbenih obroka i dobro zadovoljenih potreba tovnih svinja.

FOSFONAL nije u ovim istraživanjima utjecao na smanjenje kadmija u mišićima, jetrima i mozgu tovnih svinja, a u kostima se nalazilo čak i više kadmija nego u svinja kontrolne skupine. Uz hranidbu s FOSFONALOM, međutim, značajno je smanjena koncentracija olova u mišićima, jetrima i mozgu tovnih svinja. Samo u bubrezima i kostima nađeno je više olova nego u kontrolne skupine.

Razlike u sličnim istraživanjima u hranidbi pilića mogu se razjasniti razlikama u kinetici ovih elemenata u različitim životinja ili nekim razlikama u fizikalno-kemijskim svojstvima BENALA, koji se nalazio u sastavu FOSFONALA (sposobnost razmjene i vezanja iona).

Pato-histološki pregledi organa svinja pokazivali su patologiju koja se javlja u intenzivnom uzgoju svinja, što se očitovalo prvenstveno promjenama na mišićima srca i skeleta, oštećenjem jetara i redovito promjenama na tubularnom epitelu bubrega.

Patološke promjene bile su manje istaknute kod svinja pokusne skupine s FOSFONALOM u hrani, ali se na osnovi ovih nalaza još ne mogu izvoditi sigurni zaključci.

### Literatura

1. FELDHOFFER, S., E. SREBOČAN, S. GATALICA, JARMILA KULHAVY, JELENA POMPE-GOTAL, MARIJA GAŠPAR (1986): FOSFONAL, fosfor iz amonijeva fosfata u hranidbi pilića. Veterinaria, 35 (4) 527-534.
2. FELDHOFFER, S., (1988): Karakteristike FOSFONALA kao fosforno mineralnog dodatka za stočnu hranu. Krmiva 30 (5-6) 83-87.
3. FELDHOFFER, S., EMILIJA TKALČEC, V. MITIN, M. SVETIĆ, P. KRALJEVIĆ, MARIJA GAŠPAR (1988): Fizikalno-kemijska svojstva bentonita i BENALA značajna za hranidbu stoke, s posebnim osvrtom na resorpciju kalcija i fosfora kod pilića. Veterinaria, 37 (1) 51-63.
4. GATALICA, S., (1990): Utjecaj makroelemenata kalcija i fosfora iz različitih mineralnih krmiva na metabolizam željeza, cinka i bakra pilića u tovu. Doktorska disertacija. Zagreb.
5. IVANDIJA, LIBUŠKA: (1981): Primjena neproteinskog dušika u hranidbi svinja. Krmiva 23 (2) 35-41.
6. KOŠAROV, A.N., M.D. AITOVA, M.I. MATERIKINA, A.G. ŠURKOVSKIJ, L.M. KOŠAROV (1975): Azotistij obmen u svinj u različitim uslovijah proteinovogo pitanija. Selskohozj. biol. 10, 82
7. MARKOVIĆ, I. (1980): Urea s mineralnim inhibitorom na bentonitnoj osnovi u hranidbi svinja. Magistarski rad. Zagreb.
8. MITIN, V., VLASTA ŠERMAN, S. FELDHOFFER, P. KRALJEVIĆ, MARIJA GAŠPAR (1989): Istraživanja resorpcije kalcija i fosfora u pilića u pokusu hranidbe s dodatkom monoamonijeva fosfata i BENALA. Veterinaria 38 (1-2) 45-57.
9. RUS, P.M., P.E. JAKOBSON (1969): The Physiology, Biochemistry and Microbiology of Digestion and Metabolism of Nutrients in Pigs. The Nutrition of Animals of Agricultural Importance. Part I, 149-182, Oxford/London.
10. SWENSON, J.M. (1975): Djuksova fiziologija domaćih životinja. Svjetlost, Sarajevo.

## SUMMARY

FOSFONAL – a phosphoric additive produced in the INA-PETROKEMIJA, Kutina – has been examined in a feeding experiment on 972 fattening pigs under farm conditions. Animals were given feed containing 1,25% of FOSFONAL.

Results of the experiment have been compared to those of the test conducted on 965 pigs of the control group receiving dicalcium phosphate in their feed.

After 117 days of fattening the average daily weight gain (0.6605 kg and 0.6 kg/animal) and the body weight at the end of fattening period (on average 96.919 kg and 96.860 kg/animal) were in both groups almost the same.

There was no essential difference in feed consumption in either group. However, it was for 1 kg of weight gain (feed conversion) by 104 g smaller in the group with feed containing FOSFONAL.

An average 3,742 kg feed was used for 1 kg of weight gain in the control group and only 3.63 kg for 1 kg of weight gain in the group with FOSFONAL.

Out of the total number of animals at the beginning of the experiment, 18 pigs died in the control group, i.e. 1.86%; only 10 pigs or 1.03% died in the group with FOSFONAL during the fattening period. However, if the number of animals eliminated from fattening was added to the number of dead animals, the total loss would be 2.59% in the control group and 2.47% in the test group.

In comparison with the results obtained in experiments on fattening chickens, FOSFONAL used in pig feeding did not cause reduction of cadmium either in muscles, liver, kidneys or in brain of animals. Feeding with FOSFONAL considerably reduced lead concentration in muscles, liver and brain. There was only some lead in kidneys and some more in bones.

When compared to similar experiments on fattening chickens, the obtained differences can be probably explained by differences in kinetics and metabolism of these elements in different animals or by some other differences of physical and chemical properties of BENAL contained in FOSFONAL.

Patho-histological examination of pig organs at the end of the fattening period has shown changes that usually appear during intensive breeding of pigs for fattening. The mentioned changes were found on heart and skeleton muscles, liver was damaged, changes on tubular epithelium were almost regular as well as kidney inflammation; only in some cases disseminated brain glyosis was found. It is important that pathological changes have been less prominent in the pigs receiving FOSFONAL, but more research should be carried out.