

Instytut Żywienia Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie
Katedra Biochemii i Toksykologii Akademii Rolniczej w Lublinie

RENATA KLEBANIUK, BOŻENA PRADYSZCZUK, ANNA CZECH,
EUGENIUSZ R. GRELA

*Wpływ dodatku fitazy mikrobiologicznej i kwasu cytrynowego
na zawartość składników mineralnych w wybranych tkankach loch*

The Effect of Microbial Phytase and Citric Acid Additive in Diets on Minerals
Content in Some Sow Tissues

W chowie zwierząt istotne jest osiągnięcie wysokiej produkcji o pożądanej przez konsumentów jakości produktów żywnościowych. Jednocześnie dąży się do jak najmniejszych nakładów na jednostkę produkcji oraz minimalizacji wydalania w odchodach niewykorzystanych składników paszy do środowiska. Zagadnienie to nabiera coraz większego znaczenia przy intensyfikacji produkcji trzody chlewnej. Konieczne staje się takie postępowanie żywieniowe, aby maksymalnie wykorzystać składniki pokarmowe paszy przy minimalnym ich wydalanu z odchodami. Służyć temu powinno przede wszystkim zbilansowane żywienie, a więc dostarczenie świniom składników w ilościach i proporcjach zgodnych z ich potrzebami. Dla lepszego wykorzystania składników zawartych w surowcach paszowych stosuje się do pasz i mieszanek różne dodatki, które w znacznym stopniu poprawiają trawienie i wykorzystanie składników pokarmowych (7).

Pośród dodatków paszowych poważną rolę pełnią enzymy paszowe oraz kwasy organiczne, zwłaszcza w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Kwasy stabilizują mikroflorę przewodu pokarmowego na korzyść drobnoustrojów pożytecznych w stosunku do patogennych (10). Preparaty enzymatyczne zaś wspomagają trawienie składników pokarmowych, m. in. rozkładają włókno na cukry proste oraz uwalniają fosfor ze związków fitynowych zawartych w paszach roślinnych (2, 9). Dodatek fitazy do mieszanek roślinnych pozwala na lepsze wykorzystanie składników mineralnych oraz innych składników odżywczych (3, 5).

Celem pracy było określenie wpływu dodatku fitazy mikrobiologicznej i kwasu cytrynowego do mieszanek z udziałem zbóż i innych komponentów paszowych na zawartość składników mineralnych w wybranych tkankach i narządach loch.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano na 75 lochach rasy polskiej białej zwisłouchej x wielkiej białej polskiej, podzielonych na 5 grup po 15 sztuk w każdej. Lochy w okresie ciąży przebywały grupowo po pięć sztuk w kojcu, zaś podczas porodu i w okresie laktacji trzymane były w oddzielnych klatkach. Warunki zoohigieniczne w chlewni odpowiadały stosownym normom. Zawartość składników pokarmowych w mieszankach była dostosowana do zapotrzebowania loch w poszczególnych okresach cyklu reprodukcyjnego zgodnie z normami NRC (8). Zwierzęta grupy I (kontrola pozytywna) otrzymywały mieszankę standardową o zawartości składników pokarmowych, Ca i P w postaci fosforanu dwuwapniowego, zgodnie z zaleceniami norm NRC (7). Lochy grupy II (kontrola negatywna) otrzymywały mieszankę bez udziału fosforu nieorganicznego. W grupie III zwierzęta żywione były mieszanką jak w grupie II, ale z dodatkiem fitazy mikrobiologicznej (500 PU kg⁻¹ mieszanki). W grupie IV – jak w II, ale z dodatkiem kwasu cytrynowego w ilości 20 g kg⁻¹ mieszanki (6). Natomiast w grupie V – jak w II, ale już z dodatkiem fitazy i kwasu cytrynowego.

Lochy w okresie ciąży i laktacji żywiono zgodnie z zaleceniami norm NRC (1998), mieszanką pełnoporcjową sypką dwa razy dziennie przy stałym dostępie do wody. Na koniec okresu doświadczalnego z każdej grupy ubito po pięć loch. Do oznaczeń laboratoryjnych pobrano próby: mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*), szyjni (*m. adductor*), serca, wątroby, nerek, śledziony, płuc.

W paszach i wymienionych tkankach i narządach oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych (1). Po mineralizacji materiału biologicznego oznaczono zawartość składników mineralnych (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn) za pomocą metody spektrofotometrii absorpcji atomowej z użyciem aparatu UNICAM, a zawartość fosforu ogólnego oznaczono według normy PN-76/R-64781 z wykorzystaniem metody kolorymetrycznej Fiske-Subbarowa aparatem Helios. Aktywność fitazy w paszach oznaczono według metody Engelena i wsp. (4).

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, uzyskując wartości średnie, odchylenie standardowe, zaś istotność różnic wyznaczono testem T-Studenta.

OMÓWIENIE WYNIKI

Poziom fosforu ogólnego w mieszankach dla loch w okresie ciąży i laktacji w grupie I (kontrola pozytywna) wyniósł 5,87 g i 6,16 g/kg suchej masy paszy, a w mieszankach doświadczalnych 3,92 g i 4,18 g/kg suchej masy paszy. Aktywność fitazy w mieszankach doświadczalnych, do których dodano fitazę mikrobiologiczną (III, V), była wyższa odpowiednio dla loch w okresie ciąży i laktacji o 505 i 495 PU/kg suchej masy paszy (tab. 1).

Tab. 1. Zawartość składników w mieszankach dla loch
Content of nutrients in mixtures for sows

Składniki	Mieszanka									
	okres ciąży					okres laktacji				
	grupy					grupy				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Energia metabol. MJ kg ⁻¹ paszy	11,71	11,72	11,72	11,72	11,72	12,23	12,25	12,25	12,25	12,25
W 1 kg s.m.:										
Białko surowe (g)	143,8	143,9	142,8	143,2	144,2	190,6	191,9	191,7	190,9	190,1
Ca (g)	7,41	7,09	7,11	7,08	7,04	8,62	8,19	8,20	8,19	8,21
Cu (mg)	17,66	18,02	18,07	18,05	18,81	20,16	20,27	20,57	20,47	21,02
Zn (mg)	89,14	88,01	89,04	87,91	89,41	92,99	91,47	92,05	90,87	91,23
P ogólny (g)	5,87	3,94	3,92	3,98	3,84	6,16	4,21	4,19	4,16	4,18
P fitynowy (g)	2,43	2,44	2,42	2,40	2,41	2,56	2,57	2,52	2,54	2,52
Aktywność fita- zy, PU kg ⁻¹	1050	1050	1560	1080	1550	1080	1040	1550	1050	1600

We wszystkich badanych tkankach i narządach loch zawartość podstawowych składników (suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego i popiołu surowego) była nieco wyższa w grupach doświadczalnych w porównaniu z grupami kontrolnymi. Były to jednak różnice statystycznie nieistotne (tab. 2).

Kwas fitynowy wiąże jony P i Ca oraz inne kationy dwuwartościowe, takie jak: Mg, Fe, Cu, Mn i Zn, czyniąc je mało dostępnymi dla zwierząt monogastycznych. Podobnie dzieje się z niektórymi białkami i cukrami. Dodatek do paszy fitazy mikrobiologicznej powoduje ich częściowe uwolnienie w przewodzie pokarmowym i lepsze wykorzystanie (2, 5, 9).

W wybranych mięśniach i narządach loch oznaczono osiem składników mineralnych: makroelementy – fosfor, wapń, magnez, sód i potas (tab. 3) oraz mikroelementy – cynk, miedź i żelazo (tab. 4). Najwyższe ilości makroelementów w badanych narządach loch stwierdzono w grupie V (fitaza + kwas cytrynowy), ale jedynie w przypadku fosforu były one istotnie większe w porównaniu z zawartością tego pierwiastka w narządach loch pochodzących z grupy II (kontrola negatywna).

W połędwicy loch grupy III, w której zastosowano dodatek fitazy oraz grupy V, gdzie czynnikiem doświadczalnym był dodatek fitazy i kwasu cytrynowego, odnotowano istotnie wyższą zawartość Zn (średnio o 2,40 mg/kg masy świeżej) w porównaniu z grupami kontrolnymi (I i II) oraz o około 1 mg/kg w stosunku do grupy IV (kwas cytrynowy). Podobne istotne zależności w zawartości cynku stwierdzono w szynce, wątrobie i śledzionie.

Tab. 2. Zawartość podstawowych składników odżywczych w wybranych mięśniach i narządach
Content of nutrients in selected muscles and organs

Tkanka	Składniki (%)	Grupy żywieniowe				
		I	II	III	IV	V
Mięsień <i>longissimus</i>	sucha masa	26,43	26,40	26,60	26,44	26,53
	popiół surowy	1,02	1,01	1,05	1,03	1,09
	białko ogólne	23,03	22,98	23,11	23,02	23,02
	tłuszcz surowy	2,28	2,31	2,34	2,29	2,32
Szyinka <i>adductor</i>	sucha masa	25,70	25,58	25,81	25,74	25,87
	popiół surowy	1,27	1,23	1,31	1,25	1,35
	białko ogólne	21,97	21,92	22,03	22,04	22,07
	tłuszcz surowy	2,46	2,43	2,47	2,45	2,45
Wątroba	sucha masa	25,49	25,02	25,30	24,65	25,53
	popiół surowy	1,69	1,62	1,71	1,70	1,75
	białko ogólne	19,12	18,73	18,89	18,24	18,99
	tłuszcz surowy	4,38	4,37	4,40	4,41	4,48
Nerka	sucha masa	22,33	22,17	22,46	22,34	22,56
	popiół surowy	2,11	2,09	2,14	2,12	2,15
	białko ogólne	17,38	17,21	17,41	17,32	17,43
	tłuszcz surowy	2,64	2,67	2,71	2,70	2,78
Serce	sucha masa	22,75	22,62	22,88	22,35	22,95
	popiół surowy	1,14	1,11	1,13	1,10	1,13
	białko ogólne	17,69	17,62	17,74	17,51	17,79
	tłuszcz surowy	3,82	3,79	3,91	3,64	3,93
Śledziona	sucha masa	23,09	22,85	23,38	23,45	23,63
	popiół surowy	1,84	1,72	1,91	1,84	1,88
	białko ogólne	19,28	19,21	19,45	19,67	19,83
	tłuszcz surowy	1,87	1,82	1,92	1,84	1,82
Płuca	sucha masa	22,99	22,90	22,93	22,57	22,69
	popiół surowy	1,79	1,73	1,81	1,79	1,82
	białko ogólne	18,93	18,86	18,76	18,43	18,62
	tłuszcz surowy	2,07	2,11	2,16	2,15	2,05

W grupach III (fitaza) i V (fitaza + kwas cytrynowy) odnotowano istotnie największą zawartość Cu w polędwicy loch (o około 0,15 mg/kg mięsa), porównując te grupy z kontrolą pozytywną i negatywną. Podobne statystycznie istotne zależności w przypadku Cu stwierdzono w szynce, sercu i płucach, wątrobie, nerce.

Różnice statystycznie istotne w zawartości Fe wystąpiły jedynie w wątrobie. Wątroba uzyskana od zwierząt grup III (fitaza) i V (fitaza + kwas cytrynowy), charakteryzowała się wyższym poziomem Fe od grup I (kontrola pozytywna) i II (kontrola negatywna) o około 6,26-9,3 mg/kg masy świeżej.

Tab. 3. Zawartość makroelementów w wybranych mięśniach i narządach
Content of macroelements in the examined muscles and organs

Tkanka	Składniki (%)	Grupy żywieniowe				
		I	II	III	IV	V
Mięsień <i>longissimus</i>	Ca	0,323	0,318	0,323	0,320	0,325
	Mg	0,144	0,142	0,150	0,147	0,152
	Na	0,203	0,202	0,211	0,207	0,217
	K	1,040 ^b	1,030 ^b	1,210 ^a	1,090 ^b	1,281 ^a
	P	1,38 ^a	1,24 ^b	1,39 ^a	1,26 ^{abc}	1,44 ^{ac}
Mięsień <i>adductor</i>	Ca	0,388	0,385	0,390	0,386	0,392
	Mg	0,109	0,108	0,115	0,110	0,117
	Na	0,218	0,219	0,223	0,218	0,225
	K	1,540	1,560	1,700	1,670	1,781
	P	1,76 ^a	1,63 ^b	1,77 ^a	1,72 ^{ab}	1,81 ^a
Wątroba	Ca	0,416	0,412	0,414	0,411	0,415
	Mg	0,118	0,119	0,123	0,120	0,126
	Na	0,423	0,421	0,438	0,427	0,441
	K	1,320	1,300	1,410	1,360	1,427
	P	2,60 ^a	2,51 ^b	2,62 ^a	2,57 ^{ab}	2,68 ^a
Nerka	Ca	0,362	0,347	0,354	0,348	0,357
	Mg	0,070	0,069	0,074	0,070	0,073
	Na	0,645	0,639	0,651	0,700	0,672
	K	0,445	0,448	0,460	0,443	0,462
	P	1,82 ^{ab}	1,76 ^b	1,80 ^{ab}	1,78 ^{ab}	1,86 ^a
Serce	Ca	0,321	0,311	0,316	0,312	0,317
	Mg	0,101	0,101	0,104	0,102	0,104
	Na	0,364	0,358	0,372	0,380	0,376
	K	0,618	0,621	0,634	0,629	0,639
	P	1,50 ^{ab}	1,43 ^b	1,50 ^{ab}	1,45 ^b	1,53 ^a
Śledziona	Ca	0,145	0,133	0,140	0,135	0,142
	Mg	0,241	0,242	0,250	0,244	0,252
	Na	0,302	0,300	0,306	0,308	0,304
	K	0,871	0,867	0,881	0,854	0,884
	P	1,64 ^a	1,52 ^b	1,62 ^a	1,55 ^{ab}	1,63 ^a
Płuca	Ca	0,301	0,285	0,290	0,287	0,291
	Mg	0,165	0,166	0,173	0,168	0,178
	Na	0,623	0,624	0,654	0,648	0,662
	K	0,584	0,591	0,600	0,597	0,609
	P	1,71 ^a	1,61 ^b	1,70 ^a	1,65 ^{ab}	1,72 ^a

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

Tab. 4. Zawartość mikroelementów w wybranych mięśniach i narządach
Content of microelements in the examined muscles and organs

Tkanka	Składniki (%)	Grupy żywieniowe				
		I	II	III	IV	V
Mięsień <i>longissimus</i>	Fe	4,41	4,40	4,47	4,46	4,48
	Cu	4,73 ^b	4,74 ^b	4,86 ^{ab}	4,76 ^b	4,92 ^a
	Zn	10,59 ^b	10,79 ^b	13,07 ^a	11,99 ^{ab}	13,12 ^a
Mięsień <i>adductor</i>	Fe	5,94	5,95	6,10	6,07	6,08
	Cu	4,23 ^b	4,22 ^b	4,30 ^{ab}	4,29 ^{ab}	4,38 ^a
	Zn	10,21 ^b	10,20 ^b	12,41 ^a	10,53 ^b	11,64 ^a
Wątroba	Fe	114,30 ^b	114,80 ^b	123,60 ^a	117,20 ^{ab}	121,01 ^a
	Cu	8,73 ^B	8,74 ^B	9,74 ^A	9,12 ^{AB}	9,56 ^A
	Zn	26,53 ^b	26,83 ^b	30,06 ^a	28,54 ^{ab}	28,30 ^{ab}
Nerka	Fe	44,30	44,20	45,80	45,10	45,20
	Cu	4,96 ^B	4,95 ^B	5,31 ^A	5,09 ^{AB}	5,18 ^{AB}
	Zn	15,02	14,49	16,02	15,84	16,04
Serce	Fe	26,10	26,00	26,60	26,20	26,80
	Cu	3,51 ^b	3,50 ^b	3,66 ^a	3,55 ^{ab}	3,64 ^a
	Zn	8,82	8,39	9,46	9,02	9,71
Śledziona	Fe	1087,40	1083,80	1124,80	1096,30	1131,40
	Cu	2,83	2,82	2,91	2,86	2,90
	Zn	11,43 ^b	11,44 ^b	12,42 ^a	11,87 ^{ab}	12,43 ^a
Płuca	Fe	105,60	105,50	107,20	105,30	106,80
	Cu	2,77 ^b	2,78 ^b	2,98 ^a	2,84 ^{ab}	2,95 ^a
	Zn	8,21	8,32	8,63	8,52	8,74

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

Średnie oznaczone różnymi literami A, B różnią się istotnie dla $P \leq 0,01$

Dodatek fitazy mikrobiologicznej (grupa III) przyczynił się do większego zatrzymania składników mineralnych (w porównaniu z grupą II), co potwierdzają badania przeprowadzone przez innych autorów (2,5,9). Postępowanie takie zmniejsza obciążenie środowiska niektórymi pierwiastkami.

Suplementacja paszy kwasem cytrynowym nie wpłynęła na podwyższenie zawartości składników mineralnych w narządach i tkankach loch.

WNIOSKI

1. Stwierdzono wyższy poziom fosforu ogólnego, wapnia, magnezu, potasu, cynku, miedzi i żelaza w mięśniu *longissimus* i *adductor*, wątrobie, nerkach, sercu, śledzionie i płucach loch, dla których mieszanki uzupełniane były fitazą mikrobiologiczną.

2. Synergiczne oddziaływanie fitazy mikrobiologicznej i kwasu cytrynowego spowodowało zwiększenie zawartości fosforu, potasu, magnezu i cynku w większości badanych mięśni i narządów loch.

PIŚMIENNICTWO

1. A o a C.: Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 14th ed.n. AOAC, Washington, DC, 1984.
2. Jongbloed A. W., Mroz Z., Kemme P. A.: The Effect of Supplementary *Aspergillus niger* Phytase in Diets for Pigs on Concentration and Apparent Digestibility of Dry Matter, Total Phosphorus, and Phytic Acid in Different Section of the Alimentary Tract. J. Anim. Sci., 70, 1159-1168, 2000.
3. Eeckhout W., de Paepe M.: Total Phosphorus, Phytate-Phosphorus and Phytase Activity in Plant Feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol., 47, 19-29, 1994.
4. Engelen A. J., van der Heeft F. C., Randsdorp P. H. G., Smit E. L. C.: Simple and Rapid Determination of Phytase Activity. J. ADAC Inter., 77, 760-765, 1994.
5. Grela E. R., Czech A., Kumeck R.: Wpływ dodatku fitazy na strawność oraz zawartość wapnia i fosforu u loch. Med. Wet., 58, 401-480, 2002.
6. Grela E. R., Lipiec A.: Über den Einsatz von verschiedenen Getreidearten und Zitronensäure im Alleinfutter für Mastschweine. Züchtungskunde, 5, 399-407, 1991.
7. Kotarbińska M., Grela E. R.: Dodatki paszowe dla świń. Inst. Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Warszawa 1995.
8. NRC. Nutrient Requirements of Swine, Tenth rev. ed. National Research Council US National Acad. Press, Washington 1998.
9. Pallauf J., Hohler D., Rimbach G., Neusser H.: Effect of Microbial Phytase Supplementation to a Maize – Soya – Diet on the Apparent Absorption of Phosphorus and Calcium in Piglets. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 67, 30-40, 1999.
10. Partanen K., Mroz Z.: Organic Acids for Performance Enhancement in Pig Diets. Nutr. Res. Rev., 12, 117-145, 1999.

SUMMARY

The studies were carried out on 75 Polish Landrace x Polish Large White sows, assigned to 5 groups, 15 animals each. The animals of group I (positive control) received standard mixture with nutritional value according to NRC norms (1998). Sows of group II (negative control) were fed the mixture without inorganic phosphorus additive. Group III was fed the mixture like group II but with microbial phytase additive (500 PU kg⁻¹ mixture), group IV – like group II but with citric acid (20 g kg⁻¹ mixture) and group V – like group II but with both of these additives.

The content of minerals (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu and Zn) in the chosen tissues and organs of sows was determined after slaughter. Higher levels of total phosphorus and also calcium, magnesium, potassium, zinc, copper and iron were noted in *longissimus* muscle, *adductor* muscle, liver, kidneys, heart, spleen and lungs of sows fed the mixtures supplemented by phytase. A synergic action of both additives elevated phosphorus, calcium, magnesium, potassium, zinc and iron content in the examined muscles and organs of sows.