

Wpływ dodatku enzymów paszowych w żywieniu świń na aktywność wybranych enzymów osocza krwi

ANNA CZECH, EUGENIUSZ R. GRELA*, ADAM TRACZYKOWSKI**, KAMILA STACHYRA

Katedra Biochemii i Toksykologii, *Instytut Żywienia i Bromatologii Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

**Katedra Higieny Zwierząt i Mikrobiologii Środowiska Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt UTP, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Czech A., Grela E. R., Traczykowski A., Stachyra K.

Effect of feed enzyme additives in pig diets on some enzymatic activity in blood plasma

Summary

The research objective was to determine the effect of supplemental enzymes that break down phytates or hydrolyze non-starch polysaccharide fractions in the diets of pigs under the complete production cycle (sows at gestation and lactation, growers and fatteners) on the activity of blood ALT, AST, AP and LDH. Also analyzed were the interaction between some feed additives (formic acid and its potassium salt, calcitriol) and microbial phytase or a multienzymatic preparation and their impact on the activity of these enzymes.

In each of the three experiments, two control groups were formed: positive (PC) with a dicalcium phosphate (10 g kg⁻¹) supplement and negative (NC) with plant feedstuffs as a phosphorus source. Nutrient content (excluding phosphorus and calcium) at each feeding period was consistent with the Standards for Pig Feeding, 1993. In Experiment I, the NC mixture was supplemented with the following: microbial phytase (500 PU kg⁻¹) for group F, enzymes hydrolyzing non-starch polysaccharide fractions for group E, microbial phytase and enzymes hydrolyzing non-starch polysaccharide fractions for group FE, while group W received a multienzymatic preparation which comprised both microbial phytase and enzymes contributing into the non-starch polysaccharide hydrolysis (xylanase, beta-glucanase, cellulase). In Experiment II, the pig groups FM, WM, FK and WK were supplied with a mixture like in group NC with the addition of microbial phytase and a preparation including formic acid and its potassium salt for group FM, a multienzymatic preparation and a preparation with formic acid and salt for group WM, microbial phytase and calcitriol for group FK, as well as a multienzymatic preparation and calcitriol for group WK. In Experiment III, the animals from group FKM and WKM were fed the NC diet supplemented with microbial phytase, calcitriol and a preparation comprising formic acid and its potassium salt for group FKM, with a multienzymatic preparation, calcitriol and a preparation with formic acid and its potassium salt for group WKM.

Blood was collected from 8 gilts from each group at 84 days of gestation and 21 days of lactation, from 8 growing pigs from each group at the starter period (56 raising day), the grower period (91 days of age) and finisher period (154 days of age). Blood was examined to establish the activity of ALT, AST, AP and LDH using the colorimetric assay with Cormay monostests.

The results of the present research conducted on the pigs at the complete production cycle, fed diets deprived of a calcium phosphate content but supplemented with microbial phytase, enzymes hydrolyzing non-starch polysaccharide fractions, calcitriol or a preparation comprising formic acid and its potassium salt have given evidence of a stimulating effect of the employed additives on the activity of enzymes from the transferase enzyme group, AP and LDH. The animals from group W showed a significant increase in AST, AP and LDH activity, primarily in the fatteners. The activity of AST and LDH in the blood of pigs from the groups FKM, WKM proved to be significantly higher ($p \leq 0.05$) during the whole cycle as compared to the animals from the NC group. In none of the groups under study were deviations noted from the reference values for the activity of enzymes analyzed in the present research.

Keywords: pig, phytase, enzymes, plasma

Wśród dodatków paszowych stosowanych w żywieniu świń znaczącą rolę odgrywiają probiotyki, kwasy organiczne, zioła i ich ekstrakty oraz enzymy paszowe. Istotnym aspektem stosowania enzymów paszowych, w tym fitazy mikrobiologicznej, jest poprawa

efektów produkcyjnych, lepsze wykorzystanie składników paszy, przede wszystkim fosforu i wapnia, a także wpływ na zdrowie zwierząt (9, 11, 12). Poprawę efektywności działania enzymów paszowych można uzyskać m.in. poprzez dodatek kwasów organicznych

lub preparatów witaminowych, np. kalcytriolu (1, 3). Dodatki te korzystnie oddziałują na niektóre procesy metaboliczne w organizmie, w tym mogą regulować zarówno procesy erytropoezy, jak również gospodarki mineralnej oraz białko-lipidowej, co w efekcie może prowadzić do zmian w aktywności niektórych enzymów w osoczu krwi świń. Dotychczasowe badania na świniami z udziałem tych dodatków dotyczyły głównie poszczególnych grup technologicznych lub wybranych pasz.

Celem badań było określenie wpływu dodatku enzymów rozkładających fityniany (3fitaza – EC 3.1.3.8) lub hydrolizujących frakcje polisacharydów nieskrobiowych (endo-1,3(4)- β -glukanaza – EC 3.2.1.6. oraz endo-1,4- β -ksylanaza – EC 3.2.1.8) w żywieniu świń w pełnym cyklu produkcyjnym (lochy w okresie ciąży i laktacji, warchlaki oraz tuczniki) na aktywność aminotransferazy alaninowej i asparaginianowej, fosfatazy zasadowej oraz dehydrogenazy mleczanowej w osoczu krwi. Przeanalizowano również łączny wpływ wybranych dodatków paszowych (kwas mrówkowy i jego sól potasowa oraz kalcytriol) z fitazą mikrobiologiczną lub preparatem wieloenzymatycznym na aktywność enzymów w osoczu krwi.

Material i metody

Badania na świniami w pełnym cyklu reprodukcyjnym w układzie trzech doświadczeń zostały zaakceptowane przez II Lokalną Komisję Etyczną do Spraw Doświadczeń na Zwierzętach w Lublinie, nr zezwolenia 16/2005. Przeprowadzono trzy doświadczenia obejmujące pełny cykl produkcyjny: lochy, prosięta, tuczniki. Lochy wbp \times pbz po drugiej i trzeciej laktacji kryto knurami Duroc. W każdym doświadczeniu utworzono dwie grupy kontrolne: pozytywną (KP), w której zastosowano jako źródło fosforu dodatek fosforanu dwuwapniowego (10 g kg^{-1}) oraz negatywną (KN), w której źródłem fosforu były pasze roślinne. W pierwszym i drugim doświadczeniu zwierzęta podzielono na sześć grup doświadczalnych, natomiast w trzecim na cztery. W każdej grupie znajdowało się po osiem loch. Podczas odchowu prosięta przy maciorze przebywały w kojach porodowych. Po zakończeniu odchowu warchlaki z dwóch miotów grupowano do jednej klatki (cztery klatki w grupie). Prosięta żywiono mieszanką prestarter przez dwa tygodnie, następnie mieszanką starter. Z każdej klatki wybrano na zasadzie analogów z uwzględnieniem masy ciała oraz płci po cztery warchlaki (2 loszki i 2 wieprzki), które podczas tuczu umieszczano w kojach po 4 sztuki.

Zawartość składników pokarmowych (poza fosforem i wapniem) w poszczególnych okresach żywienia we wszystkich grupach była zgodna z Normami Żywienia Świń (13). Zawartość fosforu ogólnego i wapnia w mieszankach dla grup KP była zgodna z zaleceniami norm (13). Mieszanki doświadczalne oraz dla grup KN zawierały w stosunku do pasz KP zmniejszone ilości wapnia o około $25 \pm 3\%$ oraz fosforu ogólnego o $30 \pm 5\%$. Mieszanki dla prosiąt i tuczników oraz loch podczas laktacji stosowano *ad libitum*, zaś dla loch w ciąży dawkowano (13) przy stałym dostępie do wody pitnej. Warunki w chlewni odpowiadały zalecanym

normom zoohigienicznym (14). Zwierzęta znajdowały się pod stałą opieką lekarza weterynarii.

W doświadczeniu I, oprócz grupy KP i KN, wydzielono cztery grupy doświadczalne. Świnie w grupie F otrzymywały mieszankę KN, ale uzupełnioną 500 PU kg^{-1} fitazy mikrobiologicznej. Zwierzęta z grupy E otrzymywały mieszankę KN z dodatkiem enzymów hydrolizujących frakcje polisacharydów nieskrobiowych. Świnie w grupie FE żywiono mieszanką KN z dodatkiem 500 PU kg^{-1} fitazy mikrobiologicznej oraz enzymów hydrolizujących frakcje polisacharydów nieskrobiowych (endo-1,3(4)- β -glukanaza oraz endo-1,4- β -ksylanaza). Zwierzęta w grupie W żywiono mieszanką KN z dodatkiem preparatu wieloenzymatycznego, w skład którego wchodziły zarówno fitaza mikrobiologiczna, jak i enzymy uczestniczące w hydrolizie frakcji polisacharydów nieskrobiowych (ksylanaza, β -glukanaza, celuloza).

W doświadczeniu II świnie grup FM, WM, FK oraz WK otrzymywały mieszankę jak w grupie KN, uzupełnioną, odpowiednio, w grupie FM – fitazą mikrobiologiczną oraz preparatem zawierającym kwas mrówkowy i jego sól potasową, w grupie WM – preparatem wieloenzymatycznym oraz preparatem zawierającym kwas mrówkowy i jego sól, w grupie FK – fitazą mikrobiologiczną oraz kalcytriolem i w grupie WK – preparatem wieloenzymatycznym i kalcytriolem.

W doświadczeniu III zwierzęta z grupy FKM oraz WKM otrzymywały mieszankę KN, uzupełnioną, odpowiednio, w grupie FKM – fitazą mikrobiologiczną, kalcytriolem oraz preparatem zawierającym kwas mrówkowy i jego sól potasową, a w grupie WKM – preparatem wieloenzymatycznym, kalcytriolem i preparatem zawierającym kwas mrówkowy i jego sól potasową.

Preparat wieloenzymatyczny stosowany dla świń zarówno w doświadczeniu I, II, jak i III w ilości 0,1 g kg^{-1} , stanowił mieszaninę fitazy mikrobiologicznej (500 PU kg^{-1} paszy) oraz enzymów hydrolizujących frakcje polisacharydów nieskrobiowych – ksylanazę (560 U kg^{-1}), β -glukanazę (250 U kg^{-1}), celulazę (550 U kg^{-1}). Mieszanki dla zwierząt z grupy E oraz FE w doświadczeniu I wzbogacano o dodatek enzymów paszowych w ilości 2 g kg^{-1} dla wszystkich okresów technologicznych. W skład ich wchodziły endo-1,3(4)- β -glukanaza (250 U kg^{-1}) oraz endo-1,4- β -ksylanaza (560 U kg^{-1}), czyli enzymy wspomagające trawienie frakcji polisacharydów nieskrobiowych. Zwierzęta z grup: FK, WK (dośw. II) oraz FKM i WKM (dośw. III) otrzymywały w mieszankach dodatek biologicznie aktywnej formy witaminy D₃ zwanej kalcytriolem (1 α ,25(OH)₂D₃ – 1,25-dihydroksycholekalcyferol). Ilość tej witaminy o nieco odmiennej aktywności niż cholekalcyferol podawana była stosownie do okresu technologicznego, w dolnych wartościach zaleceń norm żywienia świń (13). W doświadczeniu II i III w grupach FM, WM, a także FKM i WKM oprócz dodatków enzymatycznych zastosowano również preparat, w skład którego wchodził kwas mrówkowy i jego sól potasowa, w ilościach zgodnych ze wskazaniem producenta (ciąża i laktacja – 10 g kg^{-1} ; prosięta – 18 g kg^{-1} ; warchlaki 12 g kg^{-1} ; tuczniki w okresie grower – 9 g kg^{-1} , a finisz – 6 g kg^{-1}).

Tab. 1. Aktywność wybranych enzymów (U l⁻¹) w osoczu krwi świń (dośw. I)

Wskaźnik	Grupy technologiczne		Grupy żywieniowe						SEM
			KP	KN	F	E	FE	W	
AST	Lochy	Ciąża	32,64 ^{ab}	30,51 ^a	34,15 ^b	28,15 ^a	30,16 ^a	27,09 ^a	5,88
		Laktacja	36,62 ^b	30,62 ^a	39,51 ^b	35,11 ^{ab}	32,22 ^a	31,52 ^a	6,98
	Tuczniki	Starter	40,82 ^c	35,04 ^b	36,50 ^b	30,10 ^a	35,04 ^b	38,93 ^c	4,99
		Grower	36,30 ^c	29,64 ^b	26,79 ^{ab}	21,35 ^a	24,78 ^a	40,02 ^d	6,21
		Finisz	33,48 ^{ab}	30,57 ^a	35,46 ^b	29,74 ^a	32,77 ^a	38,10 ^c	7,67
ALT	Lochy	Ciąża	33,81	31,68	35,10	33,12	35,26	34,73	4,11
		Laktacja	35,28	31,12	34,62	33,68	31,11	33,29	5,82
	Tuczniki	Starter	29,70 ^{ab}	27,49 ^a	24,65 ^a	30,84 ^{ab}	35,18 ^b	36,19 ^b	4,76
		Grower	34,62 ^a	36,12 ^{ab}	39,31 ^b	32,65 ^a	34,34 ^a	34,68 ^a	6,43
		Finisz	38,70 ^b	30,75 ^a	39,72 ^b	31,69 ^a	34,29 ^{ab}	34,98 ^{ab}	4,69
AP	Lochy	Ciąża	169,8	176,2	165,6	170,2	166,5	189,4	19,8
		Laktacja	175,6	162,1	179,9	168,5	190,4	188,2	21,4
	Tuczniki	Starter	234,4 ^b	138,19 ^a	140,62 ^a	143,49 ^a	136,92 ^a	183,43 ^b	20,7
		Grower	172,3 ^b	131,51 ^a	177,69 ^b	146,79 ^{ab}	183,82 ^b	184,70 ^b	18,9
		Finisz	168,2 ^b	128,71 ^a	182,22 ^b	128,42 ^a	179,71 ^b	174,80 ^b	23,1
LDH	Lochy	Ciąża	1715,1	1521,6	1705,9	1520,0	1752,0	1927,4	98,1
		Laktacja	1228,5 ^b	829,6 ^a	1011,2 ^{ab}	991,6 ^a	1010,4 ^a	1264,0 ^b	88,5
	Tuczniki	Starter	1235,9 ^b	916,5 ^{ab}	934,9 ^{ab}	854,3 ^a	759,7 ^a	1049,2 ^b	76,8
		Grower	1066,7 ^b	711,3 ^a	905,6 ^a	884,3 ^a	962,9 ^a	1215,1 ^b	66,9
		Finisz	1140,9 ^b	853,0 ^a	991,4 ^a	956,4 ^a	1221,0 ^b	1185,3 ^b	91,3

Objaśnienia: a, b, c, d – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; SEM – błąd standardowy dla średnich

Krew pobierano od wszystkich loch w grupach w 84. dniu ciąży i 21. dniu laktacji oraz od ośmiu rosnących świń (4 loszki i 4 wieprzki) z każdej grupy w okresie starterowym (56. dzień odchowu), growerowym (98. dzień życia) i finiszowym (154. dzień życia). Krew pobierano do heparynizowanych probówek o objętości 10 ml z żyły czezej szyjnej przez lekarza weterynarii. W osoczu krwi oznaczono aktywność aminotransferazy alaninowej i asparaginianowej, fosfatazy zasadowej oraz dehydrogenazy mleczkowej, metodami kolorymetrycznymi, przy użyciu monostestów firmy Cormay.

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, a istotność różnic między średnimi wyznaczono testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA, za pomocą wielokrotnego przedziału ufności Duncana.

Wyniki i omówienie

Aktywność oznaczanych enzymów w osoczu krwi (AST, ALT, AP i LDH) zwierząt we wszystkich analizowanych grupach doświadczalnych mieściła się w granicach wartości referencyjnych (8, 18).

W doświadczeniu I nie zanotowano istotnych różnic między grupami odnośnie do aktywności AP w osoczu krwi u loch zarówno w okresie ciąży, jak i laktacji (tab. 1). Natomiast przez cały okres tuczu (starter, grower i finisz) u zwierząt z grup KP oraz W zanotowa-

no istotnie wyższą aktywność tego enzymu w porównaniu ze zwierzętami z grupy KN. W doświadczeniu II do istotnego wzrostu ($p \leq 0,05$) aktywności AP w osoczu krwi u loch przyczynił się dodatek kompleksu wieloenzymatycznego łącznie z kalcytriolem (WK) (tab. 2). U tuczników istotny wzrost aktywności AP odnotowano w grupie FM i WM. Łączny dodatek mieszaniny enzymów, kalcytriolu oraz kwasu mrówkowego i jego soli (WKM) przyczynił się do istotnego wzrostu aktywności AP w osoczu krwi loch w ciąży i podczas laktacji. Zależności takiej nie odnotowano podczas tuczu (tab. 3).

W doświadczeniu I istotnie wyższą aktywność AST odnotowano u prosiąt i tuczników młodszych w grupie W i KP. Niższą aktywnością tego enzymu w osoczu krwi podczas tuczu cechowały się zwierzęta z grupy E (tab. 1). Bardzo podobne zależności odnotowano w przypadku aktywności dehydrogenazy mleczkowej. Istotny wzrost aktywności ALT w grupie FE i W stwierdzono u prosiąt. Dodatek pozostałych czynników doświadczalnych zarówno w doświadczeniu II, jak i III nie przyczynił się do istotnych różnic między grupami dotyczących aktywności ALT (tab. 2, 3). Z kolei największą aktywność AST w doświadczeniu II wykazywały lochy otrzymujące dodatek preparatu wieloenzymatycznego łącznie z kalcytriolem (WK). Również

Tab. 2. Aktywność wybranych enzymów ($U\ l^{-1}$) w osoczu krwi świń (dośw. II)

Wskaźnik	Grupy technologiczne		Grupy żywieniowe						SEM
			KP	KN	FM	WM	FK	WK	
AST	Lochy	Ciąża	37,86 ^b	33,63 ^a	37,84 ^b	39,67 ^b	42,62 ^{bc}	45,81 ^c	4,87
		Laktacja	39,41 ^b	31,21 ^a	39,83 ^b	42,85 ^b	40,81 ^b	47,18 ^c	3,88
	Tuczniki	Starter	34,41 ^a	32,07 ^a	39,44 ^b	39,54 ^b	36,21 ^{ab}	36,74 ^{ab}	7,89
		Grower	30,23 ^a	29,34 ^a	36,90 ^b	36,20 ^b	33,65 ^{ab}	35,20 ^{ab}	7,11
		Finisz	28,51 ^a	26,18 ^a	33,26 ^b	32,58 ^b	28,65 ^{ab}	30,60 ^b	9,43
ALT	Lochy	Ciąża	33,48	35,33	30,88	32,15	34,71	33,09	5,87
		Laktacja	36,72	30,78	33,47	33,90	36,29	34,18	4,66
	Tuczniki	Starter	34,78	32,56	38,60	35,35	33,91	34,02	4,98
		Grower	36,12	33,16	32,85	38,65	33,47	35,06	7,81
		Finisz	33,46	30,28	35,12	34,11	31,98	33,47	8,99
AP	Lochy	Ciąża	162,8 ^a	154,8 ^a	150,7 ^a	153,1 ^a	176,4 ^b	188,3 ^b	17,98
		Laktacja	165,1 ^{ab}	145,1 ^a	147,6 ^a	147,1 ^a	158,2 ^a	184,2 ^b	15,76
	Tuczniki	Starter	162,1 ^{ab}	150,48 ^a	183,54 ^b	177,5 ^b	160,6 ^{ab}	169,3 ^{ab}	19,22
		Grower	159,2 ^b	129,2 ^a	186,2 ^c	190,7 ^c	155,1 ^b	164,2 ^b	12,65
		Finisz	148,6 ^{ab}	136,1 ^a	160,8 ^b	159,8 ^b	160,6 ^b	164,8 ^b	15,76
LDH	Lochy	Ciąża	1390,3	1244,4	1391,5	1357,1	1455,2	1311,0	84,76
		Laktacja	1333,2 ^b	1315,3 ^b	1090,9 ^a	1010,1 ^a	1212,1 ^{ab}	1321,4 ^b	49,98
	Tuczniki	Starter	1436,7 ^b	1236,2 ^a	1394,7 ^{ab}	1167,8 ^a	1276,4 ^{ab}	1401,2 ^b	66,78
		Grower	1234,4 ^a	1436,4 ^{ab}	1324,3 ^a	1368,2 ^a	1357,5 ^a	1657,6 ^b	87,45
		Finisz	1323,7 ^a	1632,1 ^b	1433,83 ^{ab}	1506,5 ^{ab}	1267,8 ^a	1746,3 ^b	82,96

Objaśnienia: a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; SEM – błąd standardowy dla średnich

w grupach KP, FM, WM oraz FK odnotowano wzrost aktywności tego enzymu w porównaniu ze zwierzętami z grupy KN. Rozpatrując aktywność AST u świń w czasie tuczu, znaczący wzrost zarówno u prosiąt, jak i u tuczników młodszych i starszych odnotowano u zwierząt otrzymujących oprócz enzymów paszowych dodatek kwasu mrówkowego i jego soli potasowej (FM, WM).

Aktywność LDH między grupami była bardzo zróżnicowana w poszczególnych okresach tuczu, jednak najwyższą wartość średnią odnotowano dla tuczników w grupie WK (tab. 2). Aktywność zarówno aminotransferazy asparaginianowej, jak i dehydrogenazy mleczanowej w całym cyklu w osoczu krwi świń, które otrzymywały mieszankę z dodatkiem enzymów paszowych, kalcytriolu oraz kwasu mrówkowego i jego soli potasowej (FKM, WKM) była istotnie wyższa ($p \leq 0,05$) w porównaniu ze zwierzętami z grupy KN (dośw. III, tab. 3).

Dodatek fitazy mikrobiologicznej do mieszanek dla świń przyczynia się do zwiększenia dostępności fosforu z pasz roślinnych w granicach 20-30% (6, 15). Wykorzystując te wskazania, w przeprowadzonych badaniach mieszanki dla zwierząt kontroli negatywnej zawierały o około $30 \pm 5\%$ mniej fosforu ogólnego we wszystkich okresach technologicznych niż w kontroli

pozytywnej (dodatek fosforanu wapniowego). Wyeliminowanie z mieszanek dodatku fosforanu wapniowego przyczyniło się do zmniejszenia poziomu wapnia o około $25 \pm 3\%$. Takie postępowanie pozwoliło na określenie wpływu dodatku fitazy na biodostępność wapnia i fosforu z pasz roślinnych (6). Zauważyć też należy, że zwierzęta monogastryczne nie syntetyzują własnych enzymów hydrolizujących frakcje polisacharydów nieskrobiowych, które są związkami antyodżywczymi, mogącymi pogorszyć efekty produkcyjne oraz zwiększyć częstotliwość występowania biegunk u prosiąt (7). Wyniki uzyskane w doświadczeniu I wskazują na łączny wpływ enzymów występujących w preparacie wieloenzymatycznym (W), zawierającym oprócz fitazy β -glukanazę, ksylanazę oraz celulazę. U zwierząt w tej grupie odnotowano istotny wzrost aktywności AST, AP oraz LDH, który dotyczył przede wszystkim tuczników. Stosowane enzymy paszowe czy to w formie pojedynczej, czy też mieszaniny enzymów nie wywarły jednak istotnego wpływu na aktywność oznaczanych enzymów osocza krwi loch.

Poprawę efektywności działania enzymów paszowych, a przede wszystkim fitazy mikrobiologicznej upatruje się w działaniu ich w połączeniu z kwasami organicznymi: mrówkowym, cytrynowym, mlekowym

Tab. 3. Aktywność wybranych enzymów (U I⁻¹) w osoczu krwi świń (dośw. III)

Wskaźnik	Grupy technologiczne		Grupy żywieniowe				SEM
			KP	KN	FKM	WKM	
AST	Lochy	Ciąża	38,25 ^b	31,11 ^a	46,25 ^c	48,47 ^c	6,12
		Laktacja	35,11 ^{ab}	30,15 ^a	45,17 ^b	41,44 ^b	8,66
	Tuczniki	Starter	35,12 ^{ab}	31,34 ^a	40,26 ^b	41,18 ^b	4,56
		Grower	33,62 ^a	30,25 ^a	38,31 ^b	45,72 ^c	6,96
		Finisz	36,21 ^{ab}	32,32 ^a	41,27 ^b	40,80 ^b	4,12
ALT	Lochy	Ciąża	30,15	31,05	30,44	30,80	7,62
		Laktacja	31,69	30,11	33,09	30,24	3,76
	Tuczniki	Starter	33,54 ^a	33,77 ^a	44,91 ^b	34,94 ^a	6,55
		Grower	36,41	35,91	33,65	34,50	2,45
		Finisz	35,01	34,12	30,99	35,01	4,54
AP	Lochy	Ciąża	165,5 ^{ab}	159,9 ^a	171,2 ^b	180,50 ^b	12,12
		Laktacja	172,8 ^{ab}	168,1 ^a	170,6 ^{ab}	190,64 ^b	11,78
	Tuczniki	Starter	189,2	181,8	175,2	174,22	16,87
		Grower	195,1 ^{ab}	178,2 ^a	189,2 ^a	203,77 ^b	17,45
		Finisz	179,2	180,9	195,4	191,60	15,43
LDH	Lochy	Ciąża	1432,1 ^b	1002,5 ^a	1432,1 ^b	1322,17 ^b	98,76
		Laktacja	1234,5	1345,4	1276,1	1421,10	69,80
	Tuczniki	Starter	1092,2 ^a	989,0 ^a	1654,3 ^b	1681,33 ^b	66,21
		Grower	1201,3 ^{ab}	1020,1 ^a	1498,5 ^b	1436,50 ^b	78,48
		Finisz	1382,1 ^b	1101,1 ^a	1436,7 ^b	1746,30 ^c	87,34

Objaśnienia: jak w tab. 2

i fumarowym (10). Zarówno u loch, jak i tuczników podczas całego okresu tuczu odnotowano znaczący wzrost aktywności AST oraz AP w osoczu krwi zwierząt otrzymujących oprócz enzymów paszowych dodatek kwasu mrówkowego i jego soli potasowej (FM, WM). Podobne wyniki uzyskano we wcześniejszych badaniach własnych, w których łączne stosowanie fitazy mikrobiologicznej z kwasem mrówkowym w żywieniu świń przyczyniło się do wzrostu aktywności enzymów przemian białkowych (ALT i AST), a także zwiększenia aktywności fosfatazy zasadowej (AP) oraz zawartości fosforu i wapnia w osoczu krwi (4, 16). Uzyskane różnice były związane prawdopodobnie z właściwościami kwasu mrówkowego i jego soli (ze względu na niskie pH). Dodatek ten przyczynił się do zmniejszenia pH treści przewodu pokarmowego, a w szczególności w dwunastnicy (o około 0,4 w ciągu 4 godzin po podaniu), co wpłynęło stymulująco na działanie m.in. fitazy mikrobiologicznej. Działanie tego enzymu jest bowiem najbardziej efektywne w zakresie pH od 2,5 do 5,5 (6).

Znaczący wzrost aktywności AST przy jednoczesnym wzroście LDH, jak to miało miejsce w przypadku loch w grupie WK (dośw. II) oraz FKM, WKM (dośw. III), świadczyć może o oddziaływaniu kalcytriolu i fitazy na aktywność tych enzymów. Na uwa-

gę zasługuje wzrost aktywności AP w osoczu krwi loch w okresie ciąży i laktacji, otrzymujących w paszy kompleks wieloenzymatyczny oraz kalcytriol (WK oraz WKM). Fosfataza zasadowa należy do grupy enzymów (fosfataz, o optimum aktywności w pH między 9 a 10), których zadaniem jest hydroliza monoestrów i uwalnianie grup PO_3^{-2} z połączeń organicznych w komórkach ustroju (5). Fosfataza zasadowa odgrywa znaczącą rolę w procesach fosforylacji i defosforylacji, i jest enzymem ściśle związanym z procesami metabolizmu fosforu. Uzyskane rezultaty we wszystkich grupach badanych zwierząt mieściły się jednak w granicach wartości referencyjnych, a więc różnice między grupami nie wynikały z jakichkolwiek stanów patologicznych, tylko były efektem stosowania czynników doświadczalnych. Z badań wynika, że dodatek witaminy D₃ przyczynia się do poprawy efektywności działania fitazy (2). Aktywną formą tej witaminy jest kalcytriol (1 α ,25(OH)₂D₃-1,25-dihydroksycholekalcyferol). Zdaniem Waldroup i wsp. (17), dodatek kalcytriolu do mieszanek dla drobiu przyczynił się do znacznej poprawy efektywności

działania fitazy, natomiast nie stwierdzono takiej zależności w żywieniu prosiąt (1).

Rezultaty badań własnych przeprowadzonych na świniach w pełnym cyklu produkcyjnym, żywionych mieszankami pozbawionymi dodatku fosforanu wapniowego, a wzbogaconymi dodatkiem fitazy mikrobiologicznej, enzymami hydrolizującymi frakcje polisacharydów nieskrobiowych, kalcytriolem czy też preparatem zawierającym kwas mrówkowy i jego sól potasową świadczą o stymulującym wpływie stosowanych dodatków na aktywność enzymów z grupy transferaz, fosfatazy zasadowej oraz dehydrogenazy mleczanowej. W żadnej z analizowanych grup zwierząt nie odnotowano znaczących odchyłeń od wartości przyjętych jako referencyjne w aktywności oznaczanych enzymów (8, 18).

Piśmiennictwo

1. Biehl R. R., Baker D. H.: Efficacy of supplemental l-alpha-hydroxycholecalciferol and microbial phytase for young pigs fed phosphorus- or amino acid-deficient corn-soybean meal diets. *J. Anim. Sci.* 1996, 74, 2960-2966.
2. Biehl R. R., Baker D. H., Deluca H. F.: Activity of various hydroxylated vitamin D₃ analogs for improving phosphorus utilization in chicks receiving diets adequate in vitamin D₃. *Br. Poultry Sci.* 1998, 39, 408-412.
3. Czech A.: Efektywność fitazy w żywieniu zwierząt. *Medycyna Wet.* 2007, 63, 1034-1039.
4. Czech A.: Effect of microbial phytase and formic acid supplementation in sow diets on biochemical parameters of blood. *Ann. Anim. Sci.* 2004, 2, 105-109.

5. Dembińska-Kieć A., Naskalski W. J.: Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej. Urban&Partner, Wrocław 2002.
6. Eeckhout W., De Paepe M.: In vitro and in vivo comparison of microbial and plant phytase, [w:] Coelho M. B., Kornegay E. T. (eds): Phytase in Animal Nutrition and Waste Management. BASF Corporation, Mount Olive, NJ 1996, 237-240.
7. Fang Z. F., Peng J., Liu Z. L., Liu Y. G.: Responses of non-starch polysaccharide-degrading enzymes on digestibility and performance of growing pigs fed a diet based on corn, soya bean meal and Chinese double-low rapeseed meal. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2007, 91, 361-368.
8. Friendship R. M., Henry S. C.: Cardiovascular system, haematology and clinical chemistry, [w:] Leman A. D., Straw B. E., Mengeling W. L., D'Allaire S., Taylor D. J. (eds.): Diseases of Swine. Iowa State Univ. Press 1996, 3-11.
9. Grell E. R., Matras J., Czech A., Krasucki W.: Influence of microbial phytase supplementation to diet with high or low native phytase activity on sow reproductive traits and colostrum and milk composition. J. Anim. Feed Sci. 2010, 19, 418-429.
10. Jongbloed A. W., Mroz Z., van der Weij-Jongbloed R., Kemme P. A.: The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. Livest. Prod. Sci. 2000, 67, 113-122.
11. Lindberg J. E., Lyberg K., Sands J.: Influence of phytase and xylanase supplementation of a wheat-based diet on ileal and total tract digestibility in growing pigs. Livest. Sci. 2007, 109, 268-270.
12. Metzler-Zebeli B. U., Vahjen W., Baumgärtel T., Rodehutschord M., Mosenthin R.: Ileal microbiota of growing pigs fed different dietary calcium phosphate levels and phytase content and subjected to ileal pectin infusion. Anim. Sci. 2010, 88, 147-158.
13. Normy Żywienia Świń: Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kiełanowskiego, PAN, Omnitech Press, Warszawa 1993.
14. Rokicki E., Kolbuszewski T.: Higiena zwierząt. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1996.
15. Sands J. S., Ragland D., Baxter C., Joern B. C., Sauber T. E., Adeola O.: Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. J. Anim. Sci. 2001, 79, 2134-2142.
16. Stahl C. H., Roneker K. R., Pond W. G., Lei X. G.: Effects of combining three fungal phytases with a bacterial phytase on plasma phosphorus status of weanling pigs fed a corn-soy diet. J. Anim. Sci. 2004, 82, 1725-1731.
17. Waldroup P. W., Kersey J. H., Saleh E. A., Fritts C. A., Yan F., Stilborn H. L., Crum R. C., Raboy Jr. V.: Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broilers fed diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase. Poult. Sci. 2000, 79, 1451-1459.
18. Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2008.

Adres autora: dr hab. Anna Czech, prof. nadzw., ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: anna.czech@up.lublin.pl