

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

ANNA CZECH, EUGENIUSZ R. GRELA

*Wpływ dodatku chelatów mineralnych w mieszankach
dla rosnących świń na wzrost i składniki krwi*

Influence of Mineral Chelates in Growing Pigs' Diets on Performance
and Blood Composition

W optymalizacji żywienia świń uwzględnia się składniki mineralne. Ich dostępność zależy m.in. od formy połączeń poszczególnych pierwiastków. Oprócz dotychczas stosowanych soli żelaza, miedzi, cynku, manganu, selenu i kobaltu wprowadzane są organiczne połączenia w postaci chelatów lub białczanów [1, 4, 5]. Chelaty to specyficzne kompleksy jonów metali z aminokwasami, posiadające w swojej strukturze silne, podwójne wiązania kowalencyjne. Chelaty o niskiej masie cząsteczkowej (poniżej 1 500 daltonów) łatwiej przenikają barierę jelitową i są efektywniej wykorzystywane przez organizm prosiąt i tuczników, a przez to mogą lepiej przyczynić się do ograniczenia skutków niedokrwistości lub innych negatywnych następstw występujących w chowie świń [9]. Dzięki specyficznej budowie i wysokiej przyswajalności chelaty nie wchodzi w reakcje z wodorotlenkami, węglanami, fosforanami oraz tlenkami i mogą być w pełni wykorzystywane [1, 8]. Chelaty są doskonałym uzupełnieniem minerałów dla zwierząt o wysokiej produkcji, rozplodników oraz osobników o obniżonej odporności czy o upośledzonym wchłanianiu. Można przy tym zmniejszyć ilość elementu mineralnego dodawanego do paszy, a zwiększone zatrzymanie w organizmie zmniejszy obciążenie środowiska wydaliniami z kału i moczu [6, 7].

Celem badań było określenie wpływu dodatku preparatu chelatowego do mieszanek pełnodawkowych dla warchlaków i tuczników na wzrost zwierząt, zawartość wybranych składników mineralnych oraz biochemicznych krwi.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono na 60 warchlakach obu płci (30 loszek i 30 wieprzków), mieszańcach rasy (pbz x wbp) x pietrain, podzielonych równomiernie na dwie grupy. Zwierzęta grupy I kontrolnej (K) żywiono standardowymi mieszankami pełnodawkowymi typu PW, PT-1 i PT-2, w których składniki mineralne premiksu tworzyły sole Zn, Cu, Mn, Fe i Co. W grupie II (D) do wymienionych mieszanek zastosowano dodatek preparatu chelatowego BIOMAX, zawierającego chelaty Zn, Cu, Mn, Fe i Co (tab. 1). Wielkość składników mineralnych w postaci soli lub chelatów była w obu grupach taka sama, stosownie do poszczególnych składników. Przed rozpoczęciem badań żywieniowych prosięta (warchlaki) odrobaczono i poddano stosownym szczepieniom ochronnym. Warunki zoohigieniczne, tj. temperatura i wilgotność względna oraz ochładzanie, były identyczne dla obu grup żywieniowych i odpowiadały stosownym zaleceniom.

Prosięta żywione były mieszanką typu PW, zaś tuczniaki otrzymywały mieszanki pełnodawkowe typu PT-1 (26–65 kg) i PT-2 (66–110 kg), dla których skład recepturowy zestawiono w tabeli 1. Zwierzęta pobierały do woli mieszanki sypkie z automatów paszowych. Wodę pobierały z poidel automatycznych.

W paszach oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych oraz wybranych aminokwasów i składników mineralnych według standardowych procedur AOAC [2000]. W doświadczeniu zwierzęta były ważone: na początku badań, przy masie około 25 kg, 65 kg i przed ubojem. Zużycie mieszanki w odchowcie i tuczu kontrolowano przez ścisłe naważanie porcji do automatów paszowych w poszczególnych kojach.

W pobranych dwukrotnie (przy około 40 kg i 100 kg masy ciała zwierząt) próbkach krwi oznaczono metodą kolorymetryczną zawartość wybranych wskaźników biochemicznych, tj. białka ogólnego, glukozy, cholesterolu całkowitego, triglicerydów, frakcję HDL cholesterolu oraz obliczono zawartość frakcji LDL cholesterolu. W osoczu krwi oznaczono również zawartość wapnia, magnezu, cynku, miedzi, manganu i żelaza metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej (ASA), zaś fosforu metodą kolorymetryczną.

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie wariancji (ANOVA) i otrzymano wartości średnie dla grup, odchylenie standardowe, zaś istotność różnic między średnimi wartościami analizowanych cech wyznaczono testem t-Studenta.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Z analizy zawartości podstawowych składników pokarmowych oraz aminokwasów egzogennych, a także wapnia i fosforu (tab. 2) w mieszankach typu PW, PT-1 i PT-2 wynika, że ich wartość pokarmowa była zgodna z zaleceniami Norm Żywienia Świń [1993]. Dodatek składników mineralnych w postaci chelatów (BIOMAX) do mieszanek dla warchlaków i tuczniaków grupy II nie spowodował istotnych zmian w zawartości analizowanych składników mineralnych (tab. 2). Tuczniaki otrzymujące w mieszance chelaty mineralne Cu, Fe, Zn, Mn i Co cechowały się nieco lepszymi przyrostami dziennymi masy ciała, średnio o 3,3% w okresie odchowu oraz o 2,9% w pierwszym okresie tuczu i o 2,6% w końcowym. Dla tej też grupy zwierząt stwierdzono zmniejszone zużycie paszy, średnio o 1,6% podczas odchowu i o około 2,9% w tuczu. Zwierzęta grupy doświadczalnej (z dodatkiem chelatów) były spokojniejsze i w zasadzie nie stwierdzono objawów kanibalizmu.

Tab. 1. Skład recepturowy mieszanek typu PW, PT-1 i PT-2 stosowanych w żywieniu świń
Composition of mixture types PW, PT-1, PT-2 applied in pigs' diet

Składniki (%)	Nazwa mieszanki		
	PW (12–25 kg)	PT-1 (26–65 kg)	PT-2 (66–110 kg)
Śruta pszenna	45,0	20,0	-
Otręby pszenne	-	-	10,0
Śruta jęczmienna	28,1	61,2	75,9
Poekstrakcyjna śruta sojowa	20,0	14,0	3,0
Poekstrakcyjna śruta z rzepaku „00”	-	-	8,0
Olej rzepakowy	2,0	1,0	-
Kreda pastewna	0,7	0,7	0,6
Premiks mineralno-witaminowy*	4,0	3,0	2,5
Lizyna syntetyczna	0,2	0,1	-
Razem	100,0	100,0	100,0

*Skład 1 kg premiksu mineralno-witaminowego z udziałem aminokwasów: fosforan dwuwapniowy–300 g, L-lizyna–80 g, metionina–20 g; witaminy: witamina A–350 000 jm, witamina D₃–50 000 jm, witamina E–2 500 mg, witamina K₃–50 mg, witamina B₁–50 mg, witamina B₂–150 mg, witamina B₆–100 mg, witamina B₁₂–0,3 mg, kwas nikotynowy–750 mg, pantotnian wapnia–750 mg, kwas foliowy–25 mg, biotylna–5 mg, cholina–7 500 mg; mikroelementy (w postaci soli dla grupy I lub chelatów dla grupy II): **żelazo–2 000 mg, cynk–2 500 mg, mangan–750 mg, miedź–500 mg, kobalt–5 mg**, jod–10 mg, selen–5 mg; dodatki paszowe: awilamycyna–500 mg, zapach (Vanilia) –10 g, przeciwutleniacz–4 g, kreda pastewna do 1000 g.

Stosowanie premiksu jako dodatku do mieszanki pełnodawkowej: prosięta do 25 kg – 40 g/kg paszy, tuczniaki młodsze do 65 kg – 30 g/kg, tuczniaki starsze (do uboju) – 25 g/kg paszy pełnodawkowej

Tab. 2. Skład chemiczny mieszanek typu PW, PT-1 i PT-2 stosowanych w żywieniu świń
Composition of chemical mixture types PW, PT-1 and PT-2 applied in pigs' diet

Składniki	Nazwa mieszanki					
	PW		PT-1		PT-2	
	K	D	K	D	K	D
Sucha masa (%)	89,69	89,71	89,42	89,43	89,54	89,56
Białko ogólne (%)	18,17	18,19	17,12	17,13	15,24	15,26
Ekstrakt eterowy (%)	4,67	4,67	3,63	3,63	2,64	2,65
Włókno surowe (%)	3,46	3,47	4,28	4,27	5,81	5,80
Lizyna (%)	1,12	1,12	0,92	0,91	0,73	0,72
Metionina + cystyna (%)	0,62	0,62	0,55	0,56	0,51	0,51
Popiół surowy (%)	5,97	5,96	5,85	5,86	5,05	5,04
Wapń (g)	8,50	8,51	7,61	7,62	6,21	6,23
Fosfor ogólny (g)	6,70	6,70	5,92	5,94	4,73	4,71
Sód (g)	1,51	1,52	1,24	1,23	1,12	1,12
Żelazo (mg)	147,0	146,3	116,0	115,1	107,0	106,0
Miedź (mg)	26,2	26,1	21,3	21,3	15,6	15,6
Cynk (mg)	138,1	137,4	102,3	103,0	88,2	89,0
Mangan (mg)	48,0	47,1	43,1	43,2	38,3	39,1
Kobalt (mg)	0,41	0,42	0,34	0,33	0,29	0,28

Tab. 3. Zawartość składników mineralnych w osoczu krwi świń
Content of mineral elements in pigs' blood plasma

Cecha	Okres tuczu	Grupy żywieniowe						Ogółem średnia	SEM
		K			D				
Ca mmol l ⁻¹	P T - 1	3,37	±	0,36	3,41	±	0,38	3,39	0,14
	P T - 2	3,35	±	0,33	3,38	±	0,32	2,37	0,09
P mmol l ⁻¹	P T - 1	3,01	±	0,16	3,14	±	0,19	3,07	0,12
	P T - 2	2,89	±	0,17	2,87	±	0,23	2,88	0,11
Mg mmol l ⁻¹	P T - 1	1,27	±	0,15	1,26	±	0,18	1,27	0,08
	P T - 2	1,23	±	0,13	1,21	±	0,16	1,22	0,09
Fe μmol l ⁻¹	P T - 1	29,4	±	1,63	30,7	±	1,92	30,05	0,46
	P T - 2	31,8	±	2,52	32,6	±	2,33	32,20	0,39
Cu μmol l ⁻¹	P T - 1	14,8	±	1,05	15,1	±	1,18	14,95	0,17
	P T - 2	14,7 ^a	±	1,83	17,8 ^b	±	1,96	16,25	0,18
Mn μmol l ⁻¹	P T - 1	12,78	±	1,38	14,25	±	1,59	13,52	0,15
	P T - 2	14,28 ^a	±	0,75	17,73 ^b	±	1,70	16,01	0,14
Zn μmol l ⁻¹	P T - 1	22,81	±	1,82	22,13	±	2,01	22,47	0,51
	P T - 2	21,98 ^a	±	2,57	24,38 ^b	±	1,69	23,18	0,58

^{a, b} Wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Tab. 4. Zawartość wskaźników biochemicznych w osoczu krwi tuczników
Content of biochemical components in pigs' blood plasma

Cecha	Okrestuczu	Grupy żywieniowe						Ogółem średnia	SEM
		K			D				
Białko ogólne g l ⁻¹	P T - 1	67,6	±	3,89	66,7	±	2,63	67,15	0,85
	P T - 2	69,4	±	1,94	72,2	±	3,13	70,80	0,86
Glukoza mmol l ⁻¹	P T - 1	5,14	±	0,35	4,97	±	0,14	5,05	0,26
	P T - 2	4,07	±	0,76	4,27	±	0,39	4,17	0,25
Cholesterol całkow. mmol l ⁻¹	P T - 1	2,08	±	0,16	2,09	±	0,31	2,09	0,21
	P T - 2	2,01	±	0,24	1,92	±	0,23	1,96	0,22
HDL mmol l ⁻¹	P T - 1	0,74	±	0,03	0,77	±	0,06	0,76	0,07
	P T - 2	0,75	±	0,27	0,73	±	0,07	0,74	0,06
LDL mmol l ⁻¹	P T - 1	1,27	±	0,16	1,26	±	0,23	1,26	0,09
	P T - 2	1,42	±	0,17	1,17	±	0,20	1,30	0,10
TG mmol l ⁻¹	P T - 1	0,24	±	0,06	0,28	±	0,08	0,26	0,03
	P T - 2	0,26	±	0,13	0,28	±	0,16	0,27	0,03
% HDL	P T - 1	35,6	±	2,96	36,8	±	3,74	36,20	0,56
	P T - 2	37,3	±	3,92	38,0	±	2,93	37,65	0,47

W osoczu krwi oznaczono zawartość wapnia, fosforu, magnezu, żelaza, miedzi, manganu oraz cynku (tab. 3). Zawartość wszystkich oznaczanych elementów mineralnych mieściła się w granicach norm referencyjnych [8, 10]. Stosowanie dodatku chelatu mineralnego BIOMAX w żywieniu świń nie spowodowało istotnych zmian w zawartości wapnia, fosforu, magnezu i żelaza w osoczu krwi w początkowym i końcowym okresie tuczu. Dodatek do mieszanek chelatu mineralnego BIOMAX spowodował istotny wzrost zawartości miedzi, cynku i manganu w końcowym okresie tuczu w porównaniu z grupą kontrolną. Zawartość miedzi wzrosła w tym okresie o 21,1% w grupie doświadczalnej. Koncentracja cynku było wyraźnie wyższa w grupie doświadczalnej w końcowym okresie tuczu o 10,9%, a manganu o 24,2%. Niektórzy badacze sugerują [8], że zastosowanie składników mineralnych w postaci chelatów do diety zwierząt może przyczynić się do zwiększenia puli metabolicznej dostępnej dla zwierząt. Składniki te są lepiej wchłaniane z przewodu pokarmowego niż składniki pochodzenia nieorganicznego, które muszą najpierw przejść w stan jonowy, a następnie połączyć się z nośnikiem, którym najczęściej jest aminokwas lub białko i w takiej formie pokonać barierę błon białkowo-lipidowych. Niektóre połączenia organiczne mogą być również wbudowywane bezpośrednio w ciele zwierząt w ich tkanki. Spostrzeżenia te potwierdziły obecne badania, jak i inne wykonane przez wielu badaczy [1, 2, 3, 7].

Zawartość analizowanych wskaźników biochemicznych krwi w badanych okresach i grupach żywieniowych mieściła się w granicach norm referencyjnych [10]. Nie stwierdzono istotnych zmian w parametrach przemiany lipidowej krwi tuczników grupy kontrolnej i doświadczalnej (tab. 4), choć dało się zauważyć korzystną tendencję do zwiększenia koncentracji cholesterolu frakcji HDL w osoczu krwi tuczników grupy doświadczalnej. Nie zauważono również istotnych zmian ($p \geq 0,05$) w zawartości białka ogólnego oraz glukozy w osoczu krwi tuczników (tab. 4). Można było jednak zauważyć nieco wyższą (około 4,5%) koncentrację tych wskaźników w osoczu krwi zwierząt grupy doświadczalnej w końcowym okresie tuczu w porównaniu z grupą kontrolną.

WNIOSKI

1. Dodatek składników mineralnych: cynku, miedzi, manganu, żelaza i kobaltu w formie chelatu BIOMAX przyczynił się do uzyskania nieco lepszych przyrostów masy ciała zwierząt i mniejszego zużycia paszy.
2. Zastosowanie chelatu BIOMAX spowodowało istotny wzrost zawartości miedzi, manganu oraz cynku w osoczu krwi tuczników, natomiast nie wpłynęło istotnie na zawartość wapnia, fosforu, magnezu i żelaza oraz analizowanych wskaźników biochemicznych krwi.

3. Uzyskane wyniki badań na warchlakach i tucznikach potwierdzają zasadność stosowania dodatku chelatów do mieszanek pełnodawkowych w ilości zalecanej w rozporządzeniu UE [Nr 1334/2003 z 25 lipca 2003 r.].

PIŚMIENNICTWO

1. A c d a S. P., C h a e B. J.: A review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition. *Pakistan J. Nutr.*, 1, 25–30, 2002.
2. A r m s t r o n g T. A., C o o k D. R., W a r d M. M., W i l l i a m s C. M., S p e a r s J. W.: Effect of dietary copper source (cupric citrate and cupric sulfate) and concentration on growth performance and fecal copper excretion in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 82, 1234–1240, 2004.
3. A p g a r G. A., K o r n e g a y E. T., L i n d e m a n n M. D., N o t t e r D. R.: Evaluation of copper sulfate and a copper lysine complex as growth promoters for weanling swine. *J. Anim. Sci.*, 73, 2640–2646, 1995.
4. G r e l a E. R., C z e c h A., K a ń c z u g o w s k a B., Z e r r a h n J. E.: Efficacy of iron additive in sulphate or chelate form in piglet diet. *Ann. Anim. Sci.*, 5, 2, 357–364, 2005.
5. K e g l e y E. B., S p e a r s J. W., F l o w e r s W. L., S c h o e n h e r r W. D.: Iron methionine as a source of iron for the neonatal pig. *Nutr. Res.*, 22, 1209–1217, 2002.
6. R e v y P. S., J o n d r e v i l l e C., D o u r m a n d J. Y., G u i n o t t e F., N y s Y.: Bio-availability of two sources of zinc in weanling pigs. *Anim. Res.*, 51, 315–326, 2002.
7. S t a n s b u r y W. F., T r i b b l e L. F., O r r D. E. J.: Effect of chelated copper sources on performance of nursery and growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 68, 1318–1322, 1990.
8. S t u d z i ń s k i T., M a t r a s J., G r e l a E. R., V a l v e r d e P i e d r a J. L., T r u c h l i ń s k i J., T a t a r a M. R.: Minerals: functions, requirements, excessive intake and toxicity. In: *Biology of Nutrition in Growing Animals*. Eds. R. Mosenthin, J. Zentek, T. Żebrowska, Elsevier, vol. 4, 81–134, 2006.
9. W a r d T. L., B e r t r a m M. J., F a k l e r T. M.: Zinc and copper amino acid complexes improve growth performance of starter pigs. *Am. Assoc. Swine Pract.*, 139–148, 1998.
10. W i n n i c k a A.: Reference values of basic parameters in laboratory of veterinary medicine. SGGW, Warszawa 2004.

SUMMARY

The aim of the study was to determine the impact of chelate preparation “BIOMAX” added to the full feed mixtures for growing and finishing pigs on their growth contents of some selected minerals and biochemical blood parameters. The experiment was carried out on 60 growing pigs (Polish Lantraces x Polish Large) x Pietrain, divided randomly into 2 groups. The animals of group I (control) were fed with standard mixtures proper to their age (PW, PT-1 and PT-2), in which the mineral elements (Zn, Cu, Mn, Fe and Co) of premix were in the form of salts. In group II (experimental), chelate “BIOMAX” additive into the above-mentioned mixture was given, including Zn, Cu, Mn, Fe and Co chelats. The animals were weighed at the beginning, then at about 25 and 65 body mass and finally before the slaughter feed intake was controlled. Blood samples were collected twice (at about 40 and 100 kg body mass), and the content of total protein,

glucose, total cholesterol, triglycerides, HDL and LDL cholesterol fraction were analyzed. The samples of blood plasma were also analyzed to determine the content of calcium, magnesium, iron, zinc, copper, manganese and phosphorus. The supplementation of the diets with minerals such as zinc, copper, manganese, iron and cobalt in chelate form of "BIOMAX" contributed to a better body mass gains and feed utilization. The "BIOMAX" application led to a significant increase of copper, manganese and zinc content in pigs' blood plasma; however, it did not significantly influence the calcium, phosphorus, magnesium, iron content or the biochemical indices of blood. The obtained results in the growing and finishing pigs confirm the justification of chelate preparation additive to the standard full mixture in the amounts recommended in the regulation of UE, Nr 1334/2003.