

Wpływ poziomu żywienia świń oraz dodatku oleju lnianego do paszy na wybrane wskaźniki gospodarki mineralnej organizmu*

Justyna Więcek¹, Tomasz Szara², Anna Rekiel¹,
Martyna Batorska¹, Grażyna Tokarska¹

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Nauk o Zwierzętach,
Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt,
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa;

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Katedra Nauk Morfologicznych,
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

W doświadczeniu przeprowadzonym na 48 tucznikach badano wpływ poziomu żywienia oraz dodatku oleju lnianego na stopień mineralizacji organizmu oraz gęstość kości. Po zakończeniu I okresu tuczu (23-60 kg) u zwierząt żywionych restrykcyjnie (-25% paszy), w porównaniu do żywionych *semi ad libitum*, stwierdzono większą aktywność fosfatazy zasadowej ($P \leq 0,05$) oraz stężenie wapnia w surowicy krwi, mniejsze stężenie wapnia w *m. longissimus thoracis* oraz większy poziom popiołu, wapnia i fosforu w kościach oraz ich gęstość. W II okresie tuczu (60-102 kg) wszystkie zwierzęta żywiono *semi ad libitum*, paszami z 0% lub 4% udziałem oleju lnianego. Oprócz zawartości popiołu w kościach nie wykazano wpływu poziomu żywienia na zawartość Ca i P w poszczególnych tkankach. Ilość P w *m. longissimus thoracis* nie zależała ani od poziomu żywienia, ani od rodzaju stosowanych pasz. Dodatek oleju lnianego do paszy zmniejszył stężenie Ca w *m. longissimus thoracis* ($P \leq 0,05$) oraz zwiększył zawartość popiołu ($P \leq 0,001$), Ca i P w kościach oraz ich gęstość.

SŁOWA KLUCZOWE: świnię / poziom żywienia / olej lniany / Ca / P / gęstość kości

Na proces mineralizacji organizmu ma wpływ nie tylko rasa zwierząt [11], zawartość i dostępność wapnia (Ca) i fosforu (P) w paszy [1] oraz warunki utrzymania i tempo wzrostu [5], ale również ilość i stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych *n-6* i *n-3* w paszy [16]. Kwasy wielonienasycone są stymulatorami i inhibitorami proliferacji różnych typów komórek [10, 14]. Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe są

*Praca wykonana w ramach badań własnych SGGW 504-07030015

prekursorami prostaglandyn, mających wpływ zarówno na tworzenie, jak i rzeszotnienie kości [2]. Głównym budulcem kości jest Ca i P w postaci fosforanu, węglanu i fluororku wapnia [13]. W płynach ustrojowych Ca jest stosunkowo mało, ale spełnia on bardzo ważne funkcje, m.in. bierze udział w pracy mięśni szkieletowych, procesach przewodnictwa impulsów nerwowych oraz przepuszczalności błon komórkowych. Fosfor, oprócz tkanki kostnej (ok. 40% całego P), występuje w kwasach nukleinowych i związkach uczestniczących w procesach biochemicznych [8]. Niedobór P w żywieniu nie prowadzi do obniżenia jego zawartości w tkankach miękkich, ponieważ jest on czerpany z kości. Dlatego kości powinny być bogatym rezerwuarem tego składnika.

Gęstość kości może być zwiększona poprzez dodatek do paszy np. oleju rybiego [7]. Jednak kwasy wielonienasycone, aby poprawić mineralizację kośćca, powinny w żywieniu występować w odpowiednich proporcjach. Podanie w paszy kwasów tłuszczowych PUFA *n-6* i *n-3* w stosunku 3:1 spowodowało wzrost zawartości Ca w kościach, ale podanie tych kwasów w stosunku 1:1 lub 1:3 nie miało korzystnego wpływu na proces mineralizacji kości [2]. Zawartość Ca i P w ciele świń zmienia się wraz z ich wiekiem: wzrasta od urodzenia do momentu odsadzenia (8,5 kg), utrzymuje się na stałym poziomie w przedziale masy ciała 20-75 kg, a następnie wzrasta w przedziale masy ciała 75-145 kg. Zawartość wapnia wzrasta szybciej aniżeli zawartość fosforu [9].

Celem pracy była ocena wpływu poziomu żywienia świń oraz dodatku oleju lnianego do paszy na zawartość Ca i P w wybranych tkankach oraz zawartość popiołu i gęstość kości.

Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono na 48 tucznikach (24 loszki i 24 wieprzki) mieszańcach – locha mieszańcowa (locha wbp x knur pbz) x knur duroc. Zwierzęta żywiono indywidualnie mieszkankami przeznaczonymi na I (23-60 kg) i II (60-102 kg) okres tuczu. W I okresie tuczu zwierzęta z grupy A żywiono *semi ad libitum*, a z grupy R restrykcyjnie, tj. na poziomie 75% grupy A. W II okresie tuczu wszystkie zwierzęta żywiono *semi ad libitum*, a każdą z grup (A i R) podzielono na 2 podgrupy (C i O). W I okresie tuczu wszystkie zwierzęta, a w II okresie tuczu zwierzęta z podgrupy C otrzymywały pasze bez dodatku oleju lnianego. Dodatek 4% oleju lnianego do paszy wprowadzono w II okresie tuczu dla podgrupy O (tab. 1).

Po zakończeniu I okresu tuczu, przy masie ciała ok. 60 kg, ubito 16 zwierząt, po 8 szt. z grupy A i R. Po zakończonym tuczu, przy masie ciała ok. 102 kg, ubito 32 tuczniki, po 8 szt. z 4 grup żywieniowych (AC, AO, RC, RO). Przy uboju od wszystkich zwierząt pobrano krew z tętnicy szyjnej wspólnej (*a. carotus communis*). Krew odwirowano (10 min, 3500 obr./min) i w surowicy oznaczono zawartość wapnia, fosforu oraz aktywność fosfatazy zasadowej (ALP) metodą tzw. suchej chemii, stosując aparat VITROS DT 60 II System oraz zestawy diagnostyczne ICN Instruments Polska Sp. z o.o. Po 24-godzinym schłodzeniu półtusze pobrano: wycinek *m. longissimus thoracis* z okolic przedostatniego kręgu piersiowego w kierunku dogłowym, kość śródstopia

trzecią (*os metatarsale tertium*) i śródstopia czwartą (*os metatarsale quantum*) z kończyny miednicznej. Kość śródstopia czwartą odłuszczone i po spopieleniu próbek w piecu mufowym oznaczono wagowo popiół ogólny. Oznaczenia zawartości Ca i P w *m. longissimus thoracis* i *os metatarsale quantum* wykonano metodą emisyjnej spektrometrii atomowej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie ICP-OES. Kość śródstopia trzecia posłużyła do badań densytometrycznych metodą absorpcyjometrii radiograficznej. Wykonano radiogramy, umieszczając każdorazowo obok badanej kości klin aluminiowy, szlifowany w formie 12 stopni co 1 mm. Obraz rentgenowski klina posłużył do wykreślenia krzywej densytometrycznej, która wyraża zależność stopnia zaczernienia kliszy od grubości wzorca. Obrazy zostały zestandaryzowane, a następnie poddane analizie pod kątem stopnia zaczernienia badanych obiektów (kości). Wielkość ta (wyrażona w stopniach szarości) została odniesiona do krzywej densytometrycznej. Dla każdej kości obliczono średnią gęstość optyczną, posługując się 256-stopniową skalą szarości.

Wyniki opracowano statystycznie, stosując jedno- lub dwuczynnikową analizę wariancji z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów. W modelu statystycznym uwzględniono wpływ poziomu żywienia w I okresie tuczu (A, R) lub wpływ poziomu żywienia i dodatku oleju lnianego (C, O) w II okresie tuczu oraz interakcji tych czynników [15]. W tabelach zamieszczono średnie najmniejszych kwadratów wraz z ich błędami standardowymi (Se).

Wyniki i dyskusja

Zawartość Ca i P była we wszystkich mieszankach podobna i wynosiła, odpowiednio, ok. 7,5 g i 5,3 g (tab. 1). Różna była natomiast zawartość tłuszczu surowego oraz stosunek kwasów wielonienasyconych $n-6$ do $n-3$. W paszy skarmianej w I okresie tuczu stosunek ten wynosił 10:1, natomiast w II okresie w paszy z 0% lub 4% udziałem oleju lnianego, odpowiednio 6:1 i 1:1. W mieszance z dodatkiem oleju zawartość tłuszczu surowego była czterokrotnie większa niż w paszach bez tego dodatku.

Oznaczone w doświadczeniu wartości ALP, Ca i P w surowicy mieściły się w zakresie wartości referencyjnych dla gatunku [18]. Po zakończeniu I okresie tuczu poziom Ca i aktywność ALP ($P \leq 0,05$) w surowicy krwi zwierząt żywionych restrykcyjnie (grupa R) były większe aniżeli u świń żywionych *semi ad libitum* (grupa A), natomiast poziom P w surowicy krwi oraz zawartość Ca w *m. longissimus thoracis* były mniejsze (tab. 2). Aktywność fosfatazy zasadowej (ALP) w surowicy była większa u zwierząt o masie ciała 60 kg niż 102 kg (tab. 2 i 3), co wynika z jej czynności fizjologicznych. ALP jest enzymem odpowiedzialnym m.in. za funkcję osteoblastów podczas rozwoju i wzrostu kości [6]. Fizjologiczne podwyższenie aktywności ALP ma miejsce w okresie wzrostu kości [18]. Większa aktywność ALP w surowicy krwi, stwierdzona po zakończeniu I okresu tuczu u świń żywionych restrykcyjnie, wiązała się z większą zawartością w kościach popiołu, Ca i P oraz ich gęstością. Większy stopień mineralizacji kości u zwierząt wolniej rosnących potwierdza również Gajewczyk [5].

W II okresie tuczu wszystkie zwierzęta żywiono *semi ad libitum*, ale nie stwierdzono wzrostu kompensacyjnego u świń uprzednio żywionych restrykcyjnie [17]. Nie wy-

Tabela 1 – Table 1
Skład (%) i wartość pokarmowa mieszanek
Composition (%) and nutritive value of the mixtures

Wyszczególnienie Specification	I okres tuczu grupa A i R Growing period group A and R	II okres tuczu Finishing period	
		grupa C group C	grupa O group O
Składniki – Components (%)			
śruta pszenna wheat meal	18,00	19,00	19,00
śruta jęczmienna barley meal	59,25	66,61	60,93
otręby pszenne wheat bran	3,00	–	–
poekstrakcyjna śruta sojowa soybean meal	17,20	11,80	13,20
olej lniany linseed oil	–	–	4,00
witamina E vitamin E	–	–	0,30
mieszanka mineralno-witaminowa mineral-vitamin mix	2,10	2,25	2,25
L-lizyna L-lysine	0,27	0,24	0,22
DL-metionina DL-methionine	0,09	0,04	0,04
L-treonina L-threonine	0,09	0,06	0,06
Wartość pokarmowa 1 kg mieszanki Nutritive value of 1 kg of mixture			
energia metaboliczna (MJ) metabolizable energy (MJ)	12,5	12,5	13,5
białko ogólne (%) total protein (%)	15,3	13,4	14,7
tłuszcz surowy (%) ether extract (%)	1,26	0,96	4,18
włókno surowe (%) crude fibre (%)	4,02	3,84	3,13
popiół (%) ash (%)	3,41	3,39	4,12
Ca (%)	0,71	0,75	0,75
P (%)	0,53	0,51	0,51
PUFA <i>n-6/n-3</i>	10	6	1

Grupy – Groups: A – żywienie *semi ad libitum* – *semi ad libitum* feeding; R – żywienie restrykcyjne – restriction feeding; C – pasza bez oleju – feed without oil; O – pasza z olejem – feed with oil

kazano wpływu poziomu żywienia na wybrane parametry gospodarki mineralnej organizmu (oprócz zawartości popiołu w kościach) – tabela 3. Ilość P w *m. longissimus thoracis* nie zależała ani od poziomu żywienia, ani od rodzaju stosowanych pasz.

W organizmie wapń i fosfor magazynowany jest przede wszystkim w kościach, a niewielkie jego ilości odkładane są w mięśniach. Mieńkowska-Stępniewska i wsp. [11] stwierdzili, że zawartość składników mineralnych w mięśniach zależy od rasy świń. W badaniach własnych, u świń mieszańców (wbp x pbz) x duroc, zawartość tych pierwiastków była większa niż w mięśniu pozyskanym od świń czysto rasowych: wbp, pbz, pietrain, duroc i linii 990 w badaniach Mieńkowskiej-Stępniewskiej i wsp. [11]. Zmiany w składzie chemicznym organizmu zachodzą również w czasie wzrostu zwierząt. Migdał i wsp. [12] stwierdzili, że w mięśniach świń młodych (70-80 kg) stężenie

Tabela 2 – Table 2

Poziom parametrów mineralnych po zakończeniu I okresu tuczu
Level of mineralization parameters at the end of the growing period

Wyszczególnienie Specification	Grupa – Group		Se
	A	R	
Surowica – Serum:			
Ca (mmol/l)	2,64	2,76	0,05
P (mmol/l)	2,67	2,52	0,09
ALP (U/l)	174,9 ^a	199,7 ^a	5,30
<i>M. longissimus thoracis</i>: (mg w 100 g mięśnia) (mg in 100 g of muscle)			
Ca	7,08	6,26	0,31
P	256	255	2,39
Kości – Bones:			
popiół – ash (%)	50,14	51,22	0,55
Ca (%)	18,96	20,28	0,32
P (%)	9,31	9,59	0,14
gęstość – density	76,8	85,6	3,08

Grupy – groups: A – żywienie *semi ad libitum* – *semi ad libitum* feeding; R – żywienie restrykcyjne – restriction feeding

a – $P \leq 0,05$

Tabela 3 – Table 3

Poziom parametrów mineralnych po zakończeniu II okresu tuczu
Level of mineralization parameters at the end of the finishing period

Wyszczególnienie Specification	Poziom żywienia w I okresie tuczu Level of feeding in growing period		Poziom żywienia w II okresie tuczu Level of feeding in finishing period		Se	Poziom istotności – P Significance level – P		
	A	R	C	O		poziom żywienia level of feeding	dodatek oleju lnianego addition of linseed oil	inter- akcja inter- action
Surowica – Serum:								
Ca (mmol/l)	2,57	2,58	2,56	2,58	0,03	NS	NS	NS
P (mmol/l)	2,71	2,75	2,73	2,73	0,04	NS	NS	NS
ALP (U/l)	157,7	162,8	166,9	153,6	10,48	NS	NS	NS
<i>M. longissimus thoracis</i>: (mg w 100 g mięśnia) (mg in 100 g muscle)								
Ca	6,16	6,14	6,49	5,81	0,15	NS	0,035	NS
P	246	248	248	245	1,40	NS	NS	NS
Kości – Bones:								
popiół – ash (%)	52,32	53,82	51,42	54,73	0,30	0,002	0,001	NS
Ca (%)	18,72	19,23	18,61	19,33	0,32	NS	NS	NS
P (%)	8,48	8,68	8,40	8,77	0,13	NS	NS	NS
gęstość – density	132,3	127,5	123,1	136,8	5,21	NS	NS	NS

Grupy – Groups: A – żywienie *semi ad libitum* – *semi ad libitum* feeding; R – żywienie restrykcyjne – restriction feeding; C – pasza bez oleju – feed without oil; O – pasza z olejem – feed with oil

NS – poziom nieistotny $P > 0,05$ – non significance level $P > 0,05$

Ca, P, Mg, Zn, Cu, Mn i Co jest niższe w porównaniu z mięśniami świń starszych (100-110 kg). Nie potwierdzają tej zależności wyniki badań własnych. W mięśniach zwierząt ubitych przy masie ciała 60 kg stwierdzono większe stężenie Ca i P niż u świń cięższych (102 kg).

Dodatek oleju lnianego do paszy zmniejszył stężenie Ca w *m. longissimus thoracis* ($P \leq 0,05$) oraz zwiększył zawartość popiołu ($P \leq 0,001$), Ca i P w kościach oraz ich gęstość (tab. 3). Pozytywny wpływ oleju lnianego na mineralizację kości u myszy stwierdzili Cohen i wsp. [3]. Podanie 10% oleju lnianego w diecie (grupa kontrolna 10% oleju kukurydzianego) pozytywnie wpłynęło na wytrzymałość, gęstość oraz zawartość składników mineralnych kości udowej. Dodatek lnu, niezależnie od jego postaci (olej, nasiona, śruta), do paszy skarmianej w okresie wychowu loszek (88.-212. dzień życia) zwiększyło u nich BCE (bone collagen equivalent) [4], co należy uznać za efekt pozytywny, ponieważ włókna kolagenowe stanowią podstawę substancji organicznej kości [13]. Autorzy jednak stwierdzają, że dodatek lnu miał większy wpływ na profil kwasów tłuszczowych surowicy i mięszu gruczołu mlekowego niż na cechy kości.

Na podstawie uzyskanych wyników należy stwierdzić pozytywny wpływ obniżonego poziomu żywienia i dodatku oleju lnianego na zawartość popiołu i składników mineralnych w kościach. Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu tych czynników na stężenie Ca i P w surowicy i *m. longissimus thoracis*.

PIŚMIENNICTWO

1. BATORSKA M., SZARA T., WIĘCEK J., REKIEL A., TUREK B., 2003 – Wpływ dodatku mikrobiologicznej fitazy do diety dla tuczników na gęstość kości i zawartość w nich wapnia, fosforu i popiołu. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, sec. EE, vol. XXI, 33, 251-256.
2. CLAASSEN N., COETZER H., STEINMANN C.M.L., KRUGER M.C., 1995 – The effect of different n-6/n-3 essential fatty acid ratios on calcium balance and bone in rats. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 53, 13-19.
3. COHEN S.L., MOORE A.M., WARD W.E., 2005 – Flaxseed oil and inflammation-associated bone abnormalities in interleukin-10 knockout mice. *Journal of Nutritional Biochemistry* 16, 368-374.
4. FARMER C., PRIT H.V., WEILER H., CAPUCO A.V., 2007 – Effects of dietary supplementation with flax during prepuberty on fatty acid profile, mammarygenesis, and bone resorption in gilts. *Journal of Animal Science* 85, 1675-1686.
5. GAJEWCZYK P., 2001 – Wpływ różnych sposobów odchowu loszek w fermie przemysłowej na rozwój ich układu rozrodczego, użytkowość rozplodową oraz niektóre parametry krwi i kości. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Rozprawy CLXXXI*, nr 411, 1-66.
6. GAJEWCZYK P., 2003 – Poziom Ca, P i Mg oraz aktywność enzymów Ap i AspAT w surowicy krwi warchlaków z prawidłową i nieprawidłową budową nasad kości udowych. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 68, z. 2, 179-188.
7. GREEN K.H., FITZPATRICK WONG S.C., WEILER H.A., 2004 – The effect of dietary n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on femur mineral density and biomarkers of bone metabolism in healthy, diabetic and dietary-restricted growing rats. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 71, 121-130.

8. JAMROZ D., 2001 – Składniki mineralne. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. Fizjologiczne i biochemiczne podstawy żywienia zwierząt. Praca zbiorowa pod red. D. Jamroz. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 61-91.
9. MAHAN D.C., SHIELDS R.G., 1998 – Macro- and micromineral composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight. *Journal of Animal Science* 76, 506-512.
10. MAURIN A.C., CHAVASSIEUX P.M., VERICEL E., MEUNIER P.J., 2002 – Role of polyunsaturated fatty acids in the inhibitory effect of human adipocytes on osteoblastic proliferation. *Bone* 31, 260-266.
11. MIENKOWSKA-STEPNIEWSKA K., KULISIEWICZ J., BATORSKA M., REKIEL A., WIĘCEK J., 2007 – Mineral composition of loin meat in the Polish maternal and paternal breeds of pigs. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Animal Science* 44, 33-39.
12. MIGDAŁ W., KOCZANOWSKI J., KACZMARCZYK J., TUZ R., KLOCEK C., RADECKA B., GAWĘDA A., 1993 – Wpływ dodatku preparatu Wisol T-87 na zawartość Zn, Cu, Fe, Mn i Mg w wątrobie i mięśniach tuczników. *Medycyna Weterynaryjna* 49 (8), 364-365.
13. PRZESPOLEWSKA H., KOBRYŃ H., BARTYZEL B.J., SZARA T., 2005 – Zarys anatomii zwierząt domowych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 9-11.
14. SEIFERT M.F., WATKINS B.A., 1997 – Role of dietary lipid and antioxidants in bone metabolism. *Nutrition Research* 17, 1209-1228.
15. SPSS 10.0 for Windows user's guide, 2000 by SPSS Ins. USA.
16. WATKINS B.A., LIPPMAN H.E., LE BOUTEILLER L., LI Y., SEIFERT M.F., 2001 – Bioactive fatty acids: role in bone biology and bone cell function. *Progress in Lipid Research* 40, 125-148.
17. WIĘCEK J., REKIEL A., SKOMIAŁ J., 2008 – Wyniki produkcyjne oraz poziom wskaźników metaboliczno-hormonalnych w kompensacyjnym tuczcu świń. *Medycyna Weterynaryjna* (w druku).
18. WINNICKA A., 2004 – Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydanie III poprawione i uzupełnione. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Justyna Więcek, Tomasz Szara, Anna Rekiel,
Martyna Batorska, Grażyna Tokarska

The influence of swine feeding level and linseed oil supplement to the feed on the selected parameters of mineral management of the organism

Summary

In the experiment carried out on 48 fatteners the influence of feeding level and addition of linseed oil on the degree of mineralization of the organism as well as on bones' density was investigated. After completing the 1st fattening stage (23-60 kg), in the animals fed restrictively in that period, comparing to the ones fed *semi ad libitum*, there was found a higher activity of alkaline phosphatase ($P \leq 0.05$) and calcium concentration in blood serum, lower calcium concentration in *m. longissimus thoracis* and a higher level of ash, calcium and phosphorus in bones as well as their density. In the 2nd fattening stage (60-102 kg), all the animals were fed *semi ad libitum* with feeds,

containing 0% or 4% participation of linseed oil. Any influence of feeding level on organism's mineral management parameters (except for ash concentration in bones) was not shown. The quantity of phosphorus in *m. longissimus thoracis* depended neither on feeding level nor on the type of the feeds employed. The supplement of linseed oil to the feeds caused a decrease of calcium concentration in *m. longissimus thoracis* ($P \leq 0.05$) and an increase of ash ($P \leq 0.001$), calcium and phosphorus contents in bones as well as of their density.