

# Wyniki produkcyjne oraz poziom wskaźników metaboliczno-hormonalnych w kompensacyjnym tuczu świń<sup>\*)</sup>

JUSTYNA WIĘCEK, ANNA REKIEL, JACEK SKOMIAŁ\*

Zakład Hodowli Trzody Chlewnej Katedry Szczegółowej Hodowli Zwierząt,  
\*Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW,  
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

Więcek J., Rekiel A., Skomiał J.

## Production results and the level of metabolic-hormonal rates in compensatory fattening of pigs

### Summary

The aim of the research was to determine the influence of a mixture enriched by linseed oil, after a restricted feeding period, on production results and the concentration of selected hormones (GH, TSH, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, insulin) as well as protein-lipid transformation indicators (TP, ALB, GLU, BUN, TG, CH) in fatteners. The experimental fattening was carried out on 56 fatteners (Polish Large White x Polish Landrace x Duroc) (gilts : barrows, 1 : 1). In the first stage of fattening (23-60 kg of body weight) the animals were fed semi ad libitum or restrictively (less by 25%) on feeds without the linseed oil supplement. In the second fattening stage (60-102 kg of body weight) all the animals were fed semi ad libitum on mixtures with 0 or 4% share of linseed oil.

Restricted feeding in the first fattening stage caused a reduction of growth rate ( $p \leq 0.001$ ) as well as changes in hormonal management, i.e. the increase of GH and decrease of T<sub>4</sub> and insulin. The level of protein-lipid transformation indicators decreased, including total cholesterol and its LDL fraction, which decreased high-significantly ( $p \leq 0.01$ ). The increase in the feeding level during the second fattening stage led to hormonal "normalisation", and a small compensatory growth was found only in animals receiving the feed with oil. The linseed oil supplement to the feed sped up the growth rate of the swines ( $p \leq 0.05$ ), which was connected with changes of some hormone levels (T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, insulin) as well as protein-lipid transformation indicators (TP, ALB, TG).

**Keywords:** pigs, feeding level, blood biochemical indicators

Wzrost kompensacyjny to adaptacyjny proces, w którym po okresie ograniczonego żywienia następuje, z różną intensywnością, w zależności od tkanki i narządu, przyspieszenie wzrostu (9). Po okresie ograniczonej podaży paszy lub podaży paszy o obniżonej jakości stwierdza się różne reakcje zwierząt. Zależą one od masy ciała, przy której rozpoczęto żywienie restrykcyjne, długości okresów żywienia ograniczonego i realimentacji (12, 13).

Na tempo wzrostu i regulację hormonalną organizmu wpływa m.in. rasa zwierząt (10) i poziom żywienia (11). W okresie ograniczenia podaży paszy obserwuje się niski poziom hormonów tarczycy (11) oraz wzmożoną produkcję i wydzielanie hormonu wzrostu (GH) przez przysadkę mózgową, przy zmniejszeniu liczby receptorów GH (9). Zmiany w białkach wiążących GH wywołują oporność GH, co wiąże się ze zmniejszeniem wydzielania insulinopodobnego czyn-

nika wzrostu IGF-I. Przywrócenie poziomu żywienia u świń powoduje wzrost kompensacyjny, któremu towarzyszy gwałtowne zwiększenie wydzielania insuliny (3, 9).

Celem badań było określenie wpływu stosowania mieszanki wzbogaconej w olej lniany po okresie restrykcyjnego żywienia na wyniki produkcyjne oraz stężenie wybranych hormonów i wskaźników przemiany białkowo-lipidowej u tuczników.

### Materiał i metody

Eksperyment przeprowadzono na 56 tucznikach (28 wieprzkach i 28 loszkach) mieszańcach (wbp × pbz) × duroc. Doświadczenie rozpoczęto przy masie ciała ok. 23 kg. Na początku eksperymentu ubito 8 sztuk (loszki : wieprzki, 1 : 1) (grupa 0). Pozostałe 48 tuczników przydzielono na zasadzie analogów do dwóch grup: A i R. Zwierzęta żywiono indywidualnie mieszankami na I (23-60 kg m.c.) i II (60-102 kg m.c.) okres tuczu (tab. 1). W I okresie tuczu zwierzęta z grupy A żywiono *semi ad libitum*, a z grupy R

<sup>\*)</sup> Badania wykonane w ramach grantu KBN 3 P06Z 014 23.

Tab. 1. Procentowy skład mieszanek oraz ich wartość pokarmowa

Składniki	Mieszanki na:		
	I okres tuczu	II okres tuczu	
		grupa AC i RC	grupa AO i RO
Śruta pszenna	18	19	19
Śruta jęczmienna	59,25	66,61	60,93
Otręby pszenne	3	-	-
Poekstrakcyjna śruta sojowa	17,2	11,8	13,2
Olej lniany*	-	-	4
Witamina E	-	-	0,3
Mieszanka mineralno-witaminowa	2,10	2,25	2,25
L-lizyna	0,27	0,24	0,22
DL-metionina	0,09	0,04	0,04
L-treonina	0,09	0,06	0,06
Skład chemiczny (%)			
Białko ogólne	15,34	13,43	14,66
Tłuszcz surowy	1,26	0,96	4,18
Włókno surowe	4,02	3,84	3,13
Popiół surowy	3,41	3,39	4,12
EM, MJ**	12,5	12,5	13,5
Profil kwasów tłuszczowych (%)			
SFA	24,9	23,6	18,4
MUFA	17,0	19,0	25,2
PUFA n-6	53,2	48,7	28,8
PUFA n-3	4,9	8,7	27,6

Objaśnienia: \* – profil kwasów tłuszczowych oleju lnianego: SFA – nasycone kwasy tłuszczowe ( $C_{14:0}$ ,  $C_{15:0}$ ,  $C_{16:0}$ ,  $C_{17:0}$ ,  $C_{18:0}$ ,  $C_{20:0}$ ,  $C_{22:0}$ ,  $C_{24:0}$ ) – 10,1%, MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe ( $C_{16:1}$ ,  $C_{17:1}$ ,  $C_{18:1}$ ,  $C_{20:1}$ ) – 23,4%, PUFA wielonienasycone kwasy tłuszczowe: n-6 ( $C_{18:2}$ ) – 17,5%, n-3 ( $C_{18:3}$ ) – 49,0%; wartość energetyczna 1 kg – 36 MJ EM; AC – okres tuczu: I – żywienie *semi ad libitum*, II – 0% dodatek oleju lnianego; RC – okres tuczu: I – żywienie restrykcyjne, II – 0% dodatek oleju lnianego; AO – okres tuczu: I – żywienie *semi ad libitum*, II – 4% dodatek oleju lnianego; RO – okres tuczu: I – żywienie restrykcyjne, II – 4% dodatek oleju lnianego; \*\* – zawartość energii na podstawie Norm Żywienia Świń (1)

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 grup AC i RC, otrzymywały pasze bez dodatku oleju lnianego. Dodatek 4% oleju lnianego do paszy wprowadzono w II okresie tuczu dla grup AO i RO.

Po zakończeniu pierwszego okresu tuczu, przy masie ciała 60 kg ubito z grupy A i R po 8 sztuk losowo wybranych loszek i wieprzków (1 : 1), łącznie 16 sztuk. Po zakończeniu drugiego okresu tuczu, przy masie ciała 102 kg ubito pozostałe zwierzęta, po 8 sztuk z grup AC, AO, RC, RO.

W trakcie doświadczenia kontrolowano masę ciała zwierząt i pobranie paszy. Od 32 tuczników pobrano trzykrotnie krew: przed rozpoczęciem I okresu tuczu (*v. cava cranialis*), po zakończonym I (*v. auricularis lateralis*) i II (*a. carotus communis*) okresie tuczu. Krew pobierano 4 godziny po porannym odpasie. Krew odwirowano (10 min. 3500 obr./min.) i w surowicy oznaczono poziom hormonów metodą radioimmunologiczną. Badania analityczne obejmowały oznaczenia hormonów: wzrostu (GH), tyreotropowego (TSH), trijodotyroniny ( $T_3$ ), tyroksyny ( $T_4$ ) oraz insuliny. Do oznaczeń użyto licznika promieniowania gamma – Cobra II firmy Canberra Packard, wykorzystując hormony znakowane  $I^{125}$ .

W surowicy krwi pobranej przy uboju ( $n = 56$ ) oznaczono wskaźniki biochemiczne metodą tzw. suchej chemii z zastosowaniem aparatu VITROS DT 60 II System oraz zestawów diagnostycznych ICN Instruments Polska Sp. z o.o. Oznaczono: białko całkowite (TP), albuminę (ALB), glukozę (GLU), azot mocznika (BUN), triacyloglicerole (TG), cholesterol całkowity (CH) oraz frakcje lipoprotein o dużej (HDL), małej (LDL) i bardzo małej gęstości (VLDL).

Wyniki opracowano statystycznie, stosując jedno- lub dwuczynnikową analizę wariancji z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów, uwzględniając w I okresie tuczu wpływ poziomu żywienia, a w II okresie tuczu wpływ poziomu żywienia i dodatku oleju lnianego. Wartości cech zwierząt przy masie ciała ok. 23 kg przedstawiono jako średnie arytmetyczne.

## Wyniki i omówienie

Zmniejszenie tempa wzrostu tuczników w I okresie tuczu o ok. 25% po obniżeniu im poziomu żywienia o ok. 23% potwierdza obserwowaną przez innych autorów (17) liniową zależność pomiędzy pobraniem paszy a tempem wzrostu (tab. 2). Po zakończonym I okresie tuczu w surowicy krwi zwierząt żywionych w tym okresie intensywnie (grupa A), w porównaniu do żywionych restrykcyjnie (grupa R), stwierdzono wyższy poziom  $T_4$  i insuliny, i niższy GH. Stwierdzony w grupie R wyższy poziom GH w surowicy jest typowy dla większości gatunków zwierząt, poddanych ograniczonemu żywieniu i jest związany z opornością GH (8, 13, 14). Zmiana ta jest efektem dwóch sumujących się procesów. Obniżona ilość dostarczonych do organizmu zwierzęcia składników pokarmowych zmniejsza uwalnianie somatostatyny przez podwzgórze, a tym samym ogranicza jej negatywny wpływ na syntezę i uwalnianie GH (14). Obniżony poziom hormonów, takich jak insulina,  $T_3$  i  $T_4$ , prowadzi do obniżenia syntezy receptorów GH i poziomu białek wiążących GH w osoczu. Dochodzi do zmniejszonego przyłączania GH do docelowych receptorów tkankowych, a następnie do usuwania GH z osocza. Podczas ograniczenia podaży paszy wysoki poziom GH krążącego we krwi zwiększa mobilizację tłuszczu z organizmu. W procesie tym bierze też udział insulina (9).

Obniżenie poziomu żywienia wiąże się z obniżeniem poziomu insuliny,  $T_3$  i  $T_4$  w surowicy (3, 5, 8, 11). W badaniach własnych poziom  $T_3$  był taki sam

**Tab. 2.** Wyniki produkcyjne w I okresie tuczu oraz poziom hormonów i wskaźników przemiany białkowo-lipidowej w surowicy krwi tuczników na początku (m.c. 23 kg) i końcu okresu restrykcyjnego (m.c. 60 kg)

Oznaczone parametry	Grupa 0	Grupa		S <sub>e</sub>	p
		A	R		
Przyrosty dobowe (g)		731	550	7,93	0,001
Dzienne pobranie paszy (kg)		1,83	1,41	0,02	0,001
Zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (kg)		2,52	2,58	0,04	n.i.*
GH (μIU ml <sup>-1</sup> )	0,20	0,18	0,20	0,01	n.i.
TSH (μIU ml <sup>-1</sup> )	0,13	0,12	0,12	0,01	n.i.
T <sub>3</sub> (nmol l <sup>-1</sup> )	1,32	0,94	0,94	0,05	n.i.
T <sub>4</sub> (nmol l <sup>-1</sup> )	119,2	112,5	106,4	3,32	n.i.
Insulina (μIU ml <sup>-1</sup> )	12,67	20,58	18,71	1,25	n.i.
TP (mmol l <sup>-1</sup> )	60,2	69,3	68,1	0,79	n.i.
ALB (g l <sup>-1</sup> )	31,7	38,5	36,4	0,60	n.i.
GLU (mmol l <sup>-1</sup> )	5,85	8,09	7,51	0,37	n.i.
BUN (mmol l <sup>-1</sup> )	3,88	4,16	3,69	0,13	n.i.
TG (mmol l <sup>-1</sup> )	0,60	0,45	0,41	0,02	n.i.
CH (mmol l <sup>-1</sup> )	2,91	2,62	2,30	0,06	0,007
HDL (mmol l <sup>-1</sup> )	1,10	0,96	0,89	0,03	n.i.
LDL (mmol l <sup>-1</sup> )	1,57	1,50	1,23	0,05	0,009
VLDL (mmol l <sup>-1</sup> )	0,24	0,16	0,18	0,01	n.i.

Objaśnienia: \*n.i. – nieistotne przy  $p > 0,05$ ; grupa: 0 – początek doświadczenia, A – żywienie *semi ad libitum*, R – żywienie restrykcyjne

**Tab. 3.** Wyniki produkcyjne w II okresie tuczu oraz poziom hormonów i wskaźników przemiany białkowo-lipidowej w surowicy krwi tuczników na końcu okresu realimentacji (m.c. 102 kg)

Oznaczone parametry	Grupa				S <sub>e</sub>	Wpływ	
	AC	AO	RC	RO		Poziomu żywienia	Dodatku oleju
Przyrosty dobowe (g)	805	863	775	879	15,95	n.i.*	0,017
Dzienne pobranie paszy (kg)	2,78	2,75	2,74	2,75	0,01	n.i.	n.i.
Zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (kg)	3,49	3,23	3,57	3,16	0,06	n.i.	0,014
GH (μIU ml <sup>-1</sup> )	0,19	0,18	0,19	0,18	0,01	n.i.	n.i.
TSH (μIU ml <sup>-1</sup> )	0,14	0,14	0,12	0,12	0,01	n.i.	n.i.
T <sub>3</sub> (nmol l <sup>-1</sup> )	0,97	1,18	1,15	1,32	0,06	n.i.	n.i.
T <sub>4</sub> (nmol l <sup>-1</sup> )	110,9	127,5	117,2	119,2	3,61	n.i.	n.i.
Insulina (μIU ml <sup>-1</sup> )	6,83	8,00	7,18	11,69	0,58	n.i.	0,02
TP (g l <sup>-1</sup> )	67,4	70,3	65,4	68,8	0,90	n.i.	n.i.
ALB (g l <sup>-1</sup> )	42,3	47,5	43,4	47,3	0,68	n.i.	0,002
GLU (mmol l <sup>-1</sup> )	4,63	4,54	4,53	4,88	0,10	n.i.	n.i.
BUN (mmol l <sup>-1</sup> )	4,20	4,37	4,51	4,42	0,13	n.i.	n.i.
TG (mmol l <sup>-1</sup> )	0,54	0,45	0,51	0,46	0,03	n.i.	n.i.
CH (mmol l <sup>-1</sup> )	2,76	2,64	2,44	2,49	0,08	n.i.	n.i.
HDL (mmol l <sup>-1</sup> )	0,98	0,84	0,91	0,92	0,02	n.i.	n.i.
LDL (mmol l <sup>-1</sup> )	1,56	1,61	1,32	1,39	0,07	n.i.	n.i.
VLDL (mmol l <sup>-1</sup> )	0,22	0,18	0,21	0,19	0,01	n.i.	n.i.

Objaśnienia: \*n.i. – nieistotne przy  $p > 0,05$ ; jak w tab. 1.

u zwierząt z grup A i R, ale inni autorzy (5, 8, 11) stwierdzili niższy jego poziom w surowicy zwierząt żywionych restrykcyjnie. Niskie stężenie hormonów tarczycy częściowo wynika ze zmniejszonej reaktywności tarczycy na hormon stymulujący tarczycę (15). Niższe stężenia T<sub>3</sub> i T<sub>4</sub> pozwalają organizmowi zaoszczędzić energię poprzez obniżenie podstawowej przemiany materii.

Podczas wzrostu kompensacyjnego obserwuje się przyspieszony metabolizm, charakteryzujący się znacznie większą syntezą w stosunku do rozkładu białka, początkowo w narządach wewnętrznych, następnie w mięśniach (9, 16). W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono pełnej kompensacji wzrostu (tab. 3), czego przyczyną był prawdopodobnie zbyt długi okres żywienia restrykcyjnego. Kompensacja wzrostu u świń występuje, gdy ograniczenie żywienia nie jest zbyt duże lub zbyt długie (12). Niewielki wzrost kompensacyjny stwierdzono u zwierząt otrzymujących paszę z dodatkiem oleju lnianego. Nie był on skutkiem większego pobrania paszy, lecz lepszego jej wykorzystania.

Zdaniem Hornicka i wsp. (9), w okresie realimentacji trudno jest wykryć różnice w statusie hormonalnym pomiędzy zwierzętami wykazującymi wzrost kompensacyjny a zwierzętami kontrolnymi, ponieważ poziom hormonów szybko wraca do normy. Jednym z pierwszych efektów przywróconego poziomu żywienia jest normalizacja poziomu insuliny w osoczu. W początkowej fazie realimentacji może nastąpić przejściowy wzrost wydzielania insuliny, nawet wyższy niż u zwierząt kontrolnych. Zjawisko to może pojawić się w ciągu kilku dni lub tygodni od momentu rozpoczęcia tej fazy (3, 15). W badaniach własnych po zakończeniu II okresu tuczu w surowicy krwi zwierząt z grup AO i RO, w porównaniu do grup AC i RC, stwierdzono większy poziom T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> i insuliny ( $p \leq 0,05$ ) (tab. 3). Wprowadzenie w II okresie tuczu paszy z dodatkiem oleju lnianego spowodowało znaczny wzrost stężenia insuliny. Według Bluma i wsp. (3), wyższe stężenie insuliny może dawać sygnał do rozpoczęcia proce-

ty, ponieważ poziom hormonów szybko wraca do normy. Jednym z pierwszych efektów przywróconego poziomu żywienia jest normalizacja poziomu insuliny w osoczu. W początkowej fazie realimentacji może nastąpić przejściowy wzrost wydzielania insuliny, nawet wyższy niż u zwierząt kontrolnych. Zjawisko to może pojawić się w ciągu kilku dni lub tygodni od momentu rozpoczęcia tej fazy (3, 15). W badaniach własnych po zakończeniu II okresu tuczu w surowicy krwi zwierząt z grup AO i RO, w porównaniu do grup AC i RC, stwierdzono większy poziom T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> i insuliny ( $p \leq 0,05$ ) (tab. 3). Wprowadzenie w II okresie tuczu paszy z dodatkiem oleju lnianego spowodowało znaczny wzrost stężenia insuliny. Według Bluma i wsp. (3), wyższe stężenie insuliny może dawać sygnał do rozpoczęcia proce-

sów anabolicznych. W późniejszym okresie realimentacji stwierdza się wysokie stężenie insuliny w osoczu, które może przyczyniać się do zwiększonego odkładania tłuszczu u zwierząt przechodzących kompensację wzrostu. Stosunkowo wysokie stężenie insuliny może stymulować wychwytywanie przez podwzgórze metabolitów, m.in. glukozy, co prowadzi do zmniejszenia produkcji i wydzielania GH (4). Obniżenie poziomu tego hormonu jest jedną z cech wzrostu kompensacyjnego (3).

Wraz z wiekiem (grupy A i R w porównaniu z grupą 0) obserwowano wzrost poziomu wskaźników przemiany białkowej i glukozy oraz spadek wartości wskaźników lipidowych (tab. 2). W okresie żywienia restrykcyjnego i realimentacji wraz ze zmianą statusu hormonalnego organizmu zmianie ulegają również wskaźniki przemiany białkowo-lipidowej. Po zakończeniu I okresu tuczu u zwierząt, którym zmniejszono poziom żywienia o 25% w stosunku do świń z grupy A, stwierdzono nieznaczne obniżenie w surowicy krwi TP, ALB, GLU, BUN i TG. Jeżeli stężenie glukozy we krwi maleje, to zarówno mięśnie, jak i wątroba wykorzystują kwasy tłuszczowe jako materiał energetyczny (2). Większe różnice stwierdzono w poziomie cholesterolu ogólnego ( $p \leq 0,01$ ) oraz jego frakcji związanej z lipoproteinami o małej gęstości ( $p \leq 0,01$ ). Podobne zależności zaobserwowali Sawosz i wsp. (11), gdy przez 100 dni podawali tucznikom dietę o niskim poziomie białka i energii. Zwiększenie poziomu żywienia w okresie realimentacji wpłynęło na zwiększenie poziomu wskaźników przemiany białkowej podobnie jak w doświadczeniach Fabian i wsp. (6) oraz Hayden i wsp. (7). W badaniach własnych, po zakończeniu II okresu tuczu, w surowicy krwi zwierząt żywionych restrykcyjnie w I okresie tuczu, niezależnie od rodzaju pobieranej przez świnię mieszanki (grupy RC i RO), stwierdzono mniejszy poziom cholesterolu ogólnego oraz jego frakcji LDL w porównaniu do zwierząt z grup AC i AO. Dodatek oleju do paszy wpłynął na zwiększenie poziomu ALB ( $p \leq 0,01$ ) i TP oraz na obniżenie TG. Nie stwierdzono jednoznacznego, potwierdzonego statystycznie wpływu dodatku oleju lnianego na poziom cholesterolu ogólnego oraz jego frakcji. Gdy w organizmie jest nadmiar substratów energetycznych, wówczas kwasy tłuszczowe ulegają estryfikacji i przechodzą do krwi w formie lipoprotein o bardzo małej gęstości (2). Brak podwyższenia poziomu VLDL świadczy o tym, że 4% dodatek oleju lnianego do diety nie spowodował nadmiernego podwyższenia energetyczności pasz w stosunku do potrzeb rosnących zwierząt.

Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że ograniczenie poziomu żywienia świń o 25% w I okresie tuczu (23-60 kg m.c.) wpłynęło na tempo wzrostu zwierząt oraz gospodarkę hormonalną i przemiany metaboliczne. Zwiększenie poziomu żywienia w II okresie tuczu spowodowało „normalizację” hormonalną, a niewielki wzrost kompensacyjny

stwierdzono tylko u zwierząt otrzymujących paszę z olejem. Dodatek oleju lnianego do paszy zwiększył tempo wzrostu świń, a tym samym przyczynił się do zmian poziomu niektórych hormonów i wskaźników przemiany białkowo-lipidowej.

## Piśmiennictwo

1. Anon.: Normy Żywienia Świń. IFiZZ PAN. Omnitech-Press, Warszawa 1993.
2. Berg J. M., Tymoczko J. L., Stryer L.: Biochemia. PWN, Warszawa 2005, 851-856.
3. Blum J. W., Schmyder W., Kunz P. L., Blom A. K., Bickel H., Schürch A.: Reduced and compensatory growth: endocrine and metabolic changes during food restriction and refeeding in steers. *J. Nutr.* 1985, 115, 417-424.
4. Buonomo F. C., Baile C. A.: The neurophysiological regulation of growth hormone secretion. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1990, 7, 435-450.
5. Carroll J. A., Veum T. L., Matteri R. L.: Endocrine responses to weaning and changes in post-weaning diet in the young pig. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1998, 15, 183-194.
6. Fabian J., Chiba L. I., Frobish L. T., McElhenney W. H., Kuhlers D. L., Nadarajah K.: Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 2004, 82, 2579-2587.
7. Hayden J. M., Williams J. E., Collier R. J.: Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin, and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers undergoing compensatory gain after dietary energy restriction. *J. Anim. Sci.* 1993, 71, 3327-3338.
8. Hornick J. L., van Eenaeme C., Diez M., Minet V., Istasse L.: Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue bulls: II. Plasma metabolites and hormones. *J. Anim. Sci.* 1998, 76, 260-271.
9. Hornick J. L., van Eenaeme C., Gérard O., Dufrasne I., Istasse L.: Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2000, 19, 121-132.
10. Migdal W., Koziec K., Koczanowski J., Tuz R., Borowiec F., Furgal K., Gardzińska A.: Cechy tkankowe tuczników mieszańców. *Medycyna Wet.* 1999, 55, 403-407.
11. Sawosz E., Chwalibog A., Skomial J., Kosieradzka I., Zięcik A. J.: The effect of dietary energy concentration on the hormone profile and lipid metabolism in growing pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 2005, 14, Suppl. 1, 393-396.
12. Skiba G.: Physiological aspects of compensatory growth in pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 2005, 14, Suppl. 1, 191-203.
13. Therkildsen M., Vestergaard M., Busk H., Jensen M. T., Riis B., Karlsson A. H., Kristensen L., Erthbjerg P., Oksbjerg N.: Compensatory growth in slaughter pigs – in vitro muscle protein turnover at slaughter, circulating IGF-I, performance and carcass quality. *Lives. Prod. Sci.* 2004, 88, 63-75.
14. Thomas G. B., Mercer J. E., Karalis T., Rao A., Cummins J. T., Clarke I. J.: Effect of restricted feeding on the concentrations of growth hormone (GH), gonadotropins, and prolactin (PRL) in plasma, and on the amounts of messenger ribonucleic acid for GH, gonadotropin subunits, and PRL in the pituitary glands of adult ovariectomized ewes. *Endocrinology* 1990, 126, 1361-1367.
15. Wester T. J., Britton R. A., Klopfenstein T. J., Ham G. A., Hickok D. T., Krehbiel C. R.: Differential effects of plane of protein or energy nutrition on visceral organs and hormones in lambs. *J. Anim. Sci.* 1995, 73, 1674-1688.
16. Więcek J., Rekiel A., Skomial J.: Weight of internal organs of pigs fed restrictively during the growing period and given linseed oil diets during the finishing period. *Ann. Anim. Sci.* 2006, Suppl. 2/1, 225-229.
17. Więcek J., Skomial J., Rekiel A., Florowski T., Dasiewicz K., Kosińska M.: Fattening and slaughter parameters in the first period of fattening of pigs fed restrictive or semi ad libitum diets. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2008, 58, 3, 329-334.

Adres autora: dr Justyna Więcek, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa;  
e-mail: justyna\_wiecek@sggw.pl