

Wpływ warunków tuczu na aktywność wybranych enzymów krwi świń

SZYMON KLUCZEK, JULIAN PIOTR KLUCZEK

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

Kluczek S., Kluczek J. P.

Influence of feeding conditons on the activity of some choosen enzymes of pig blood

Summary

The aim of the study was to evaluate changes in enzymatic activity taking place in the organisms of fattening pigs, located in two different places; with closed and opened runs – with their breeding conditions in accordance with animal husbandry standards (on average: temperature – 21.1°C; 79.2% – humidity; velocity of air movement – 0.3 m/s²; cooling – mWxcm²). The animals were fed with identical mash mixtures *ad libitum* (with no limits). The increase of body mass and the daily average growth of both sexes of the examined cross-breeds during their feeding period proceeded correctly. However, when the animals were located in two different places during the entire feeding period feeding, the most beneficial growth occurred in the animals held in places with opened runs (850 and 895 g). Changes in the activity of the examined enzymes in the blood serum of the animals were also found, especially during the final period of feeding. An increase in the maximum content of LDH enzyme took place in the blood serum of gilts and amounted to 55%. A similar tendency was found in hogs and amounted to 50%. Nevertheless, when this data was compared with the initial statistics the highest activity during the period of feeding was demonstrated by creatine kinase, since gilts had an average increase of that indicator of 112%, and hogs – 101%. The rapid change of the enzymatic profile of both LDH and CK in intensive feeding of fattening pigs has an adverse effect on their health.

Keywords: feeding condition, blood serum, pig

Istotną kwestią dotyczącą metabolizmu świń w okresie tuczu jest znajomość reakcji wskaźników biochemicznych krwi warunkujących cały przebieg funkcjonowania organizmu. Problem intensywnego tuczu świń zwrócił uwagę fizjologów, biochemików i hodowców na kierunek procesów metabolicznych w ustroju. Podobnie doniesienia literaturowe dowodzą, że różny system utrzymania i żywienia stanowić może zagrożenie dla zdrowia zwierząt (14, 15-17). Z licznych prac naukowych dotyczących intensywnego tuczu zwierząt gospodarskich (16, 17) wynika, iż stał się on jakby modelem w hodowli świń szybko rosnących. Celem podjętych badań było ustalenie zależności pomiędzy aktywnością wybranych enzymów w surowicy krwi a procesem wzrostu i tuczu świń mieszańców chowanych w pomieszczeniu zamkniętym i otwartym z wybiegiem.

Materiał i metody

Obiektem badań były świny pochodzące z prywatnej fermy tuczu trzody chlewnej w województwie kujawsko-pomorskim. Doświadczenie prowadzono w latach 2001-2002. W każdym roku badawczym eksperymentem objęto 80 losowo wybranych warchlaków obu płci, mieszańców rasy wbp♀ × pbz♂ w wieku od 3 miesięcy. Tucz trwał 12

tygodni w dwóch różnych środowiskach: w pomieszczeniu zamkniętym (A) i otwartym z wybiegiem (B), ukończony ubojem zwierząt. Budynki były wyposażone w automatyczne karmidła i poidła. W obu siedliskach mierzono temperaturę, wilgotność, ruch oraz ochładzanie „suchego” powietrza.

Świny obu grup przez cały okres tuczu żywione były takimi samymi mieszankami pełnoporcjowymi *ad libitum*: Pelnop I do masy ciała 50 kg i Pelnop II do zakończenia okresu tuczu, wyprodukowanymi przez firmę Rolnik S.A. W skład pasz wchodziły następujące komponenty: śruty zbożowe (jęczmień, pszenżyto), śruta z nasion strączkowych (groch), śruty poekstrakcyjne (rzepakowa, zamieniona na nasiona rzepaku), śruta sojowa, dodatek witaminowo-mineralny firmy Intarel. W trakcie skarmiania pobierano próbki mieszanek do badań chemicznych. Analizę chemiczną składu pasz wykonano w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Zootechnicznego ATR w Bydgoszczy.

Analiza składu chemicznego wykazała, że zawartość składników odżywczych w badanych paszach była typowa dla mieszanek pochodzenia roślinnego. Stwierdzono stosunkowo niewielki poziom tłuszczu surowego od 1,91% do 2,56%, zawartość energii metabolicznej w mieszankach pełnoporcjowych wynosiła od 12,4 do 12,6 MJ w 1 kg. Zawartość białka ogólnego w okresie tuczu odpowiadała

normom żywieniowym i zawierała się w przedziale od 15,1% do 17,0%. Poziom Ca i P w skarmianych paszach był również stabilny (około 0,68-0,80% Ca i 0,55-0,60% P na dobę). Podobnie zawartość mikroelementów (Fe i Cu) oraz witamin A, C i E w skarmianych mieszankach była zgodna z wartościami standardowymi (2, 9).

Zwierzęta przez cały okres doświadczenia objęte były rutynowymi zabiegami profilaktyczno-weterynaryjnymi. Masę ciała określano indywidualnie, ważąc zwierzęta w czterech cyklach tuczu od 3. do 6. miesiąca życia. Każdy okres tuczu (I-IV) trwał 3 tygodnie. Na tej podstawie obliczono dzienny przyrost masy ciała. Krew do analiz pobierano z żyły szyjnej przedniej (*vena cava cranialis*) przed skarmianiem zawsze o tej samej porze dnia, czterokrotnie w odstępach 3 tygodni. Wyniki 2-letnich badań prowadzonych w poszczególnych okresach tuczu potraktowano łącznie, wyznaczając średnią arytmetyczną dla każdego okresu, z zakresem jej wahań. Poziom fosfatazy zasadowej (AP) i cholinesterazy (ChE) w surowicy krwi oznaczono zestawem

firmy Biochemtest, natomiast biotestem firmy Lachema oznaczono kreatynokinazę (CK), zaś dehydrogenazę kwasu mlekowego (LDH) testem firmy Biosystem. Zawartość ceruloplazminy (Cp) określono metodą Huochina (20).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie obliczając średnią arytmetyczną (\bar{x}) i odchylenie standardowe (Sx) oraz wieloczynnikową analizę wariancji. Istotność analizy wariancji weryfikowano wielokrotnym testem rozstępu Duncan. Dla wskazania zależności między poszczególnymi aktywnościami enzymatycznymi w surowicy krwi świń a przebiegiem tuczu wykorzystano program komputerowy Statistica 6, obliczając współczynniki korelacji (r) i regresji (b), ustalając istotność na poziomie 0,05 i 0,01.

Wyniki i omówienie

Doświadczenia prowadzono w sprzyjających warunkach atmosferycznych, które charakteryzowały się dużą ilością pogodnych i ciepłych dni. Mimo tych korzystnych warunków mikroklimat pomieszczeń (A i B), w których prowadzono badania, nieznacznie różnił się w poszczególnych okresach tuczu. Temperatura powietrza wahała się w granicach 21,2-26,6°C (średnio 22,1°C), a wilgotność względna kształtowała się na poziomie 76,1-82,4%. Także prędkość ruchu powietrza w obu pomieszczeniach ulegała niewielkim wahaniom, przyjmując wartości optymalne 0,25-0,35 m·s⁻¹. Średnie wartości ochładzania „suchego” powietrza w poszczególnych okresach tuczu również wahały się

Tab. 1. Charakterystyka statystyczna wybranych enzymów u tuczników mieszańców

Cecha	Pomieszczenia			
	zamknięte		otwarte	
	loszki	wieprzki	loszki	wieprzki
Masa ciała, kg				
początkowa	27,6 ± 1,8	25,3 ± 1,2	26,0 ± 4,3	25,6 ± 3,2
końcowa	104,2 ± 2,9 ^{aA}	102,9 ± 3,7 ^A	104,6 ± 5,3 ^{aA}	101,1 ± 4,2 ^A
Średni przyrost dzienny, g				
początkowy	789 ± 36	805 ± 39	827 ± 31	863 ± 36
końcowy	966 ± 42 ^A	1013 ± 54 ^{aA}	1017 ± 60 ^A	1041 ± 56 ^A
Średnia za cały okres tuczu	850 ± 38 ^A	862 ± 42 ^A	873 ± 40 ^{aA}	895 ± 41 ^{aA}
AP, UI/l				
początkowy	71,9 ± 8,4	74,6 ± 10,3	69,8 ± 5,3	70,6 ± 8,2
końcowy	78,9 ± 10,6 ^{aA}	83,1 ± 11,2 ^A	80,2 ± 8,2 ^A	80,9 ± 7,7 ^A
LDH, UI/l				
początkowy	400,9 ± 39,8	379,6 ± 23,4	376,3 ± 18,0	378,3 ± 27,0
końcowy	566,3 ± 88,8 ^{AB}	560,6 ± 49,8 ^A	584,8 ± 96,2 ^A	582,2 ± 102,2 ^A
CK, UI/l				
początkowy	92,1 ± 10,3	92,8 ± 13,3	88,6 ± 8,4	97,0 ± 16,7
końcowy	192,9 ± 16,7	184,4 ± 27,4 ^A	189,9 ± 16,2 ^{Ab}	196,8 ± 23,9 ^{Ab}
ChE, UI/l				
początkowy	0,737 ± 0,2	0,741 ± 0,1	0,680 ± 0,07	0,686 ± 0,1
końcowy	0,842 ± 0,2 ^{Ac}	0,890 ± 0,1 ^{Ab}	0,785 ± 0,10 ^{aA}	0,836 ± 0,1 ^{aA}
Cp, UI/l				
początkowy	289,3 ± 19	273,7 ± 20	268,7 ± 22	266,7 ± 22
końcowy	234,2 ± 26 ^{AB}	243,7 ± 23 ^{AC}	224,7 ± 18 ^{aC}	217,5 ± 13 ^{aA}

Objaśnienia: a, A – średnie dla grup oznaczone literą w obrębie kolumny różnią się od siebie istotnie; mała litera – p < 0,05, duża – p < 0,01; b, B – różnice istotne pomiędzy loszkami a wieprzkami w grupach; mała litera – p < 0,05, duża – p < 0,01; c, C – różnice między pomieszczeniem zamkniętym a otwartym z wybiegiem w grupach tuczników; mała litera – p < 0,05, duża – p < 0,01

nieznacznie i oscylowały w zakresie od 28,31 do 46,56 mW·cm².

Najważniejszym czynnikiem warunkującym opłacalność produkcji tuczników są dzienne przyrosty masy ciała bez względu na płeć zwierząt i ich utrzymanie (tab. 1). Zwierzęta przebywające w pomieszczeniu zamkniętym (A) uzyskiwały dzienne przyrosty za cały okres tuczu 856 g, natomiast tuczniki chowane w budynku otwartym z wybiegiem (B) – 884 g. Badane zwierzęta charakteryzowały się wysokim i względnie umiarkowanym tempem wzrostu. Do grupy o wysokim tempie wzrostu w obu pomieszczeniach zaliczono wieprzki, u których średni przyrost dzienny wynosił 1013-1041 g w III okresie tuczu, a do grupy o umiarkowanym tempie wzrostu loszki z obu pomieszczeń, z przyrostami poniżej 990 g na dobę. Środowisko również istotnie wpływało na przyrost masy ciała, a zwłaszcza w budynku otwartym. Do podobnych wniosków doszli również Gentry i wsp. (8).

W tab. 1 przedstawiono aktywność różnych enzymów w surowicy krwi świń mieszańców o różnym tempie wzrostu. Z badań wynika, iż intensywny tucz świń na początku doświadczenia przyczyniał się do istotnego spadku poziomu fosfatazy zasadowej (AP) w surowicy krwi (0,22-1,05 UI/l). W pozostałych okresach badań odnotowano zmiany aktywności AP, polegające na jego wzroście, średnio o 12,2% u tuczników

Tab. 2. Analiza wariancji zmian wskaźników enzymatycznych w surowicy krwi świń mieszańców

F obliczeniowe badanego wskaźnika	Źródło wariancji między grupami			Interakcja
	ze względu na sposób utrzymania	ze względu na okres badań	ze względu na płęć	
AP	0,803	128,385 ^{xx}	1,091	31,081 ^{xx}
LDH	0,649	308,200 ^{xx}	0,169	8,662 ^x
CK	10,699 ^x	817,254 ^{xx}	0,275	23,149 ^{xx}
ChE	3,919	49,631	1,864	10,072 ^x
CP	25,004	114,508 ^{xx}	0,492	12,066 ^x

Objaśnienie: ^x – $p < 0,05$; ^{xx} – $p < 0,01$

Tab. 3. Współczynniki korelacji (r) i regresji (b) pomiędzy przyrostami masy ciała a aktywnością enzymatyczną w surowicy krwi świń mieszańców

Wskaźnik	Zwierzęta ogółem	Pomieszczenia		Tuczniki		
		zamknięte	otwarte	loszki	wieprzki	
AP	r	0,026	0,150	0,064	0,175	-0,261 ^x
	b	0,289	0,776	0,325	0,677	-0,167 ^x
LDH	r	0,155	-0,202	-0,047	-0,270 ^x	0,056
	b	0,279	-2,035	-0,045	-2,731 ^x	0,866
CK	r	0,035	-0,026	-0,016	-0,012	-0,018
	b	0,165	-0,014	-0,013	-0,476	-0,012
ChE	r	-0,037	0,081	0,174	-0,010	-0,096
	b	-0,001	0,004	0,008	-0,112	-0,013
Cp	r	-0,269 ^x	-0,066	-0,180	-0,270 ^x	-0,267 ^x
	b	-1,919 ^x	-0,168	-0,766	-0,067 ^x	-0,136 ^x

Objaśnienie: ^x – $p < 0,05$; ^{xx} – $p < 0,01$

chowanych w pomieszczeniu (A), natomiast u zwierząt w budynku (B) o 14,7% ($p < 0,01$) w porównaniu do wartości wyjściowych. Nie stwierdzono różnic statystycznie znamiennych między grupami loszek i wieprzków z wyjątkiem okresu tuczu ($p < 0,05$). Jednak współzależność między aktywnością fosfatazy zasadowej a bezwzględnym przyrostem masy ciała zachodziła tylko u wieprzków ($r = -0,261$, $p < 0,05$) (tab. 3). Wartości referencyjne aktywności AP w surowicy krwi świń przedstawiają szeroki zakres: 92-294 UI/I (21), jednak w badaniach własnych poziomy tego enzymu we wszystkich grupach były zbliżone, mieszcząc się w granicach 69,8-83,1 UI/I. Zmiany poziomu AP odzwierciedlają aktywność komórek kościotwórczych, a te z kolei są pobudzane przez obciążenie osłabionego kośćca (krzywica). Obserwowany wzrost aktywności AP w surowicy krwi tuczników jest następstwem nadmiernie szybkiego wzrostu kości (5).

Wyniki badań dehydrogenazy kwasu mlekowego (LDH), uzyskane w surowicy krwi świń przed tuczem, nie odbiegały od normy niezależnie od sposobu utrzymania i płci zwierząt. Stwierdzono, iż intensywne żywienie tuczników charakteryzuje znamienny wzrost aktywności tego enzymu w surowicy u większości zwierząt. Statystycznie istotnie najwyższą aktywność LDH odnotowano w surowicy krwi zwierząt w koń-

cowym okresie tuczu. Wzrost maksymalnej zawartości tego wskaźnika o 55,1-55,4% stwierdzono u loszek, podobne tendencje wzrostowe o 47,6-53,8% uzyskano u wieprzków ($p < 0,01$). Analiza wariancji (tab. 2) wykazała, iż kształtowanie się tego enzymu u obu grup tuczników była zależna od czasu badania ($p < 0,01$), chociaż okres doświadczenia, jak i płęć zwierząt nakładały się na siebie, wskazując na istotność interakcji ($p < 0,01$). Z obliczeń statystycznych wynika, że współzależność między aktywnością LDH w surowicy a przyrostami masy ciała była na poziomie $p < 0,05$ tylko dla loszek chowanych w obu pomieszczeniach. Wysokie tempo wzrostu tuczników prowadzi do zmiany samego charakteru przemian metabolicznych w rozwijającym się organizmie, prowadząc do uwalniania z komórek enzymów, głównie cytoplazmatycznych, takich jak dehydrogenaza kwasu mlekowego. Wydaje się, że występujące zmiany toru metabolicznego LDH mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia zwierząt (12).

Spośród badanych enzymów najwyższą aktywnością w surowicy krwi świń podczas tuczu charakteryzuje się kreatynokinaza (CK). Badania na zwierzętach oraz obserwacje ich tempa wzrostu wykazały, że podwyższenie aktywności CK w surowicy jest wprost proporcjonalne do okresu tuczu. Ocena kształtowania się dziennych przyrostów tuczników na podstawie analizowania aktywności CK w poszczególnych cyklach jest zgodna z normą. Na szczególną uwagę zasługuje odnotowanie aktywności CK u zwierząt w zależności od sposobu ich utrzymania, bowiem u tuczników chowanych w pomieszczeniu A w 5. miesiącu życia zaobserwowano wzrost tego enzymu o 43,6-45,5%, natomiast osobniki utrzymywane w pomieszczeniu B cechowały się jeszcze wyższą aktywnością CK o 51,7-53,2% w porównaniu z wartościami wyjściowymi ($p < 0,01$). Maksymalną aktywnością tego wskaźnika, zwłaszcza pod koniec tuczu, cechowały się loszki (109-114,3%), zaś u wieprzków była ona nieco niższa (98,5-102,8%) w odniesieniu do danych wyjściowych ($p < 0,01$). Różne kształtowanie się aktywności CK w surowicy krwi świń zależało przede wszystkim od wysokiego tempa wzrostu podczas tuczu ($p < 0,01$), częściowo od sposobu ich utrzymania ($p < 0,01$), a w mniejszym stopniu od płci zwierząt (tab. 2). Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że nagły intensywny wysiłek może doprowadzić do wydłużenia fazy beztlenowej przemiany węglowodanów w mięśniach (22). Jakubowski i wsp. (11) również badali powysiłkową aktywność kreatynokinazy w surowicy krwi świń po zastosowaniu witaminy E i selenu. Z badań własnych wynika, że u klinicznie zdrowych i szybko rosnących świń wraz z wiekiem oraz ich rozwojem zmieniają się wzajemne zależności ilościowe poszczególnych tkanek, którym towarzyszy proporcjonalny wzrost poziomu kreatynokinazy w surowicy krwi (1, 3). Należałoby przyjąć, iż wzrost aktywności tego enzymu podczas wysokiego tempa wzrostu tuczników świadczy

o wzmożonym metabolizmie spowodowanym intensywnym żywieniem (13).

W badaniach własnych określono również kształtowanie się poziomu enzymu cholinesterazy (ChE) w surowicy krwi świń podczas tuczu. Stopień podwyższenia aktywności ChE w II okresie tuczu wykazywał zależność od tempa wzrostu, bowiem zawartość tego wskaźnika była wyższa o 10,5-14,6% u zwierząt w pomieszczeniu zamkniętym, zaś u osobników w budynku otwartym z wybiegiem o 5,4-8,7%, utrzymując się na identycznym poziomie w III cyklu. Biorąc pod uwagę fakt, iż enzym ten jest nieodzowny dla przewodzenia i przenoszenia bodźców nerwowych, można przypuszczać, że na wzrost ChE wywierały wpływ – oprócz dużego tempa wzrostu – również stresogenne czynniki środowiska, zwłaszcza u osobników chowanych w pomieszczeniu zamkniętym. W końcowym okresie tuczu wystąpił jeszcze wyższy wzrost aktywności ChE w porównaniu z wartościami wyjściowymi o 14,2-20,1% u zwierząt utrzymywanych w pomieszczeniu A i o 15,4-21,8% u osobników w budynku B ($p < 0,01$). Przyczyna wzrostu ChE w obserwowanych cyklach tuczu nie jest jasna. Jak wiadomo, cholinesteraza występuje w surowicy w różnych formach molekularnych, które mogą przechodzić jedna w drugą i znajdują się w stanie określonej równowagi, przy czym w syntezie bierze udział 5 genów (19). Biologiczne znaczenie tego enzymu wynika z roli, jaką spełnia w organizmie rozkładany przez niego substrat – acetylocholina (20). W przypadku oznaczenia ceruloplazminy (Cp) w surowicy krwi świń stwierdzono tendencję do obniżania się zawartości tego enzymu podczas prowadzonego doświadczenia (tab. 1). Wyniki badań własnych wskazują, że aktywność Cp w surowicy zwierząt w II, III i IV okresie tuczu była niższa w porównaniu z wartościami wyjściowymi. W końcowym cyklu tuczu odnotowano najwyższy spadek aktywności Cp u zwierząt w pomieszczeniu B o 16,4-18,5%, zaś u osobników chowanych w budynku A o 10,9-11,0% ($p < 0,01$). Analiza statystyczna dowiodła jednak (tab. 2), że na poziom tego enzymu u świń podczas tuczu wywierał wpływ sposób utrzymania zwierząt ($p < 0,01$) oraz czas prowadzenia doświadczenia ($p < 0,01$). Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 3, ujemne powiązania korelacyjne aktywności Cp w surowicy krwi z wydajnością masy ciała świń ustalono w całej populacji zwierząt ($r = -0,269$, $p < 0,05$) oraz loszek ($r = -0,270$, $p < 0,05$) i wieprzków ($r = -0,267$, $p < 0,05$). Malinowska podaje (18), iż zawartość Cp w surowicy macior ciężarnych w początkowym okresie ciąży była niższa niż w surowicy świń nieciężarnych. Równocześnie stwierdzono, że surowica płodów świń zawiera niewielkie ilości tego enzymu, a obniżenie się jego poziomu podczas rozwoju płodów przemawia za tym, że w początkowym okresie ciąży ceruloplazmina nie jest syntetyzowana w organizmie płodów, lecz pochodzi od matki. Wydaje się jednak mało prawdopodobne, by czynnikiem decydu-

jącym o spadku poziomu Cp u klinicznie zdrowych świń w czasie tuczu była obniżona synteza zależnej od miedzi oksydazy cytochromowej (4, 6, 7, 10).

Reasumując, w przebiegu intensywnego żywienia – tuczu zwierząt wzrasta w surowicy krwi aktywność enzymów AP, LDH, CK, ChE z wyjątkiem ceruloplazminy. W końcowym cyklu tuczu stwierdzono najwyższy wzrost aktywności LDH średnio u loszek o 55,2% a u wieprzków o 50,7%, natomiast enzym CK średnio u loszek o 111,8%, zaś u wieprzków o 100,6%. Gwałtowne podwyższenie obu enzymów w surowicy krwi tuczników może stanowić zagrożenie dla ich zdrowia. Odnotowano spadek aktywności Cp, który był uzależniony od warunków utrzymywania zwierząt. Obniżenie tego enzymu w krwi tuczników w pomieszczeniu zamkniętym wynosiło 10,9%, a u zwierząt w budynku otwartym – 17,4%.

Piśmiennictwo

1. Annesley T. M., Walker J. B.: Energy metabolism of skeletal muscle containing, cyclocreatine phosphate. *J. Biol. Chem.* 1980, 255, 3924-3930.
2. Anon.: NRC: Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press, New York 1998.
3. Boehm E. A., Radda G. K., Tomlin H., Clark J. F.: The utilisation of creatine and its analogues by cytosolic and mitochondrial creatine kinase. *Biochim. Biophys. Acta* 1996, 1274, 119-128.
4. Chidambaram M. V., Barnes G., Frieden E.: Inhibition of ceruloplasmin and other copper oxidases by thiomolybdate. *J. Inorg. Biochem.* 1984, 22, 231-239.
5. Coleman J. E.: Structure and mechanism of alkaline phosphatase. *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.* 1992, 21, 441-458.
6. Denko C. W.: Protective role of ceruloplasmin in inflammation. *Agents Act.* 1979, 9, 333-335.
7. Frieden E., Hsieh H. S.: Ceruloplasmin: the copper transport protein with essential oxidase activity. *Adv. Enzymol.* 1976, 44, 187-236.
8. Gentry J. G., McGlone J. J., Miller M. F., Blanton J. R. Jr.: Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 2004, 82, 209-217.
9. Grela E., Studziński T.: Fizjologiczno-technologiczne uwarunkowanie żywienia świń. *Medycyna Wet.* 1994, 50, 106-110.
10. Harris D. C., Aisen P.: Facilitation of Fe (II) autoxidation by Fe (III) complexing agents. *Biochim. Biophys. Acta* 1973, 329, 156-158.
11. Jakubowski K., Roszko E., Fitko R., Kowalski A.: Powysiłkowa aktywność kinazy kreatynowej w surowicy krwi świń miniaturowych po stosowaniu witaminy E i seleniu. *Medycyna Wet.* 1987, 43, 378-381.
12. Kaneko J. J.: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, New York 1989.
13. Kluczek S.: Enzymatic activity in blood serum and welfare of animals in the course of fattening. *Ann. Anim. Sci.* 2004, Suppl. 1, 231-234.
14. Kluczek S.: Level of serum albumin in crossbred during the fattening period. *Ann. Anim. Sci.* 2002, Suppl. 2, 311-314.
15. Kluczek S.: Profil metaboliczny białka i jego frakcji w surowicy krwi świń w przebiegu tuczu. *Pr. Kom. Nauk. Rol. Biol. BTN*, ser. B 2005a, 55, 69-74.
16. Kluczek S.: Współzależność między masą ciała a poziomem miedzi i ceruloplazminy w surowicy krwi świń mieszańców w okresie tuczu. *Pr. Kom. Nauk. Rol. Biol. BTN*, ser. B 2006, 59, 27-32.
17. Kluczek S.: Zmiany w profilu metabolicznym lipidów u świń podczas intensywnego tuczu. *Pr. Kom. Nauk. Rol. Biol. BTN*, ser. B 2005b, 55, 75-80.
18. Malinowska A.: Zmiany zawartości cynku, miedzi i ceruloplazminy w płynach biologicznych i tkankach macior i ich płodów podczas ciąży. *Medycyna Wet.* 1986, 42, 368-372.
19. Rogulski J., Spooner R.: *Enzymologia kliniczna*, [w:] S. Angielski A., Jakubowski Z., Dominiczak M. H. (red.): *Biochemia kliniczna*. PZWL, Gdańsk 1996, 150-163.
20. Szczeklik E.: *Enzymologia kliniczna*. PZWL Warszawa, 1974, 287-290.
21. Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW, Warszawa 2002.
22. Wyss M., Kaddurah-Daouk R.: Creatine and creatinine metabolism. *Physiol. Rev.* 2000, 80, 1107-1182.

Adres autora: prof. dr hab. Julian Piotr Kluczek, ul. Szarych Szeregów 10/30, 85-829 Bydgoszcz; e-mail: kluczeks@atr.bydgoszcz.pl