

Przyżyciowe metody oceny użytkowości mięsnej bydła

Andrzej Węglarz¹, Anna Balakowska¹, Zenon Choroszy²

¹Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Hodowli Bydła,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

²Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Genetyki i Hodowli Zwierząt, 32-083 Balice k. Krakowa

Metody przyżyciowej oceny cech rzeźnych bydła już dawno stały się nieodzownym narzędziem w hodowli. Zauważono istotność charakteryzowania poszczególnych osobników oraz szerszego wykorzystania wyników oceny dla racjonalnego i ekonomicznego chowu. Jednak, stosowana kiedyś ocena „na oko”, a następnie wprowadzone chwyt rzeźnicze czy pomiary zootechniczne okazały się w końcu niewystarczające. W celu lepszego i niezbędnego poznania cech użytkowości mięsnej bydła koniecznością stała się ocena składu tkankowego zwierząt na podstawie pomiarów przyżyciowych, z pominięciem badań poubojowych. Dlatego też, wprowadzenie różnych technik, m.in. komputerowej analizy obrazu i ultrasonografii, okazało się bardzo pomocne, pozwalając na przyżyciową ocenę interesujących hodowców cech. Techniki te, mające zastosowanie w selekcji bydła, dają możliwość wybrania do rozrodu zwierząt o odpowiednio uformowanym umięśnieniu oraz pożądanym składzie tkankowym.

W sytuacji, gdy znamy wartości cech danego osobnika, nie musimy przeprowadzać oceny na jego potomstwie, co pozwala zaoszczędzić czas i środki, z jakimi wiąże się odchów następnego pokolenia. Ponadto, hodowca może łatwo określać efektywność opasu i w razie potrzeby zmienić dawkę, a także wybrać moment sprzedaży zwierząt, gdy uzna, że dalszy opas nie będzie miał ekonomicznego uzasadnienia. Wreszcie, istnieje możliwość stwierdzenia, w jakiej klasie zostanie zakupione bydło, a więc jaki będzie przybliżony zysk.

Komputerowa analiza obrazu

Zakończone w połowie lat 80. XX w. badania wykazały przydatność komputerowej analizy obrazu do oceny cech rzeźnych bydła. Jednak, w tamtym okresie przeszkodą w rozszerzeniu zastosowania tej metody okazały się przyczyny techniczne. Obecnie możliwe jest konstruowanie stosunkowo niedrogich, poręcznych urządzeń, o wysokiej precyzji pomiarów oraz dużej szybkości przetwarzania danych (Miształ, 1984). Zwierzęta fotografowane są kamerą cyfrową na specjalnym stanowisku, posiadającym jednorodne tło. Obraz przenoszony jest następnie do komputera. Ważne, by kamery były stale umieszczone w jednakowej odległości od badanych zwierząt. W celu dokładnego skalowania obrazu na stanowisku umieszcza się specjalne łaty miernicze. Następnie, aby uzyskać bardziej wyraziste zdjęcia, obraz jest filtrowany cyfrowo w celu wyrównania poziomu tła, poprawy kontrastu i eliminacji zakłóceń, czego skutkiem jest lepsza jakość zdjęcia (Sakowski i in., 1996 a). Na poprawionych już obrazach przeprowadza się pomiary liniowe, powierzchniowe i kątowe. Program pozwala na wykonanie kilkudziesięciu rodzajów pomiarów oraz wprowadzenie zupełnie nowych, zaproponowanych przez użytkownika. Wyniki zapisywane są w bazie danych (Sakowski i in., 1996 a).

Sakowski i in. (1996 a) w celu sprawdzenia dokładności metody przeprowadzili badania przy użyciu kamery elektronicznej Canon typu ION RC – 260. Porównano dwie grupy

zwierząt o różnych typach użytkowych (tab.1). W skład pierwszej grupy wchodziło 106 buhajków rasy czarno-białej (cb), drugą stanowiły głównie mieszańce ras mięsnych w ilości 107 sztuk. Otrzymane wyniki wskazują, że buhajki z drugiej grupy charakteryzowały się większą powierzchnią obrysu udźca, mierzoną z lewego

boku, większą masą wyrębów wartościowych i zawartością w nich mięsa niż w przypadku buhajków rasy czarno-białej (tab. 1). Ponadto, zauważono zróżnicowanie między powierzchnią udźca z boku i tułowia z boku, mierzonymi komputerowo, a także masą mięsa w wyrębach wartościowych dla obu grup.

Tabela 1. Charakterystyka statystyczna buhajków rasy czarno-białej i mieszańców ras mięsnych (Sakowski i in., 1996 a)
Table 1. Statistical characteristics of Black-and-White bulls and beef breed crosses (Sakowski et al., 1996 a)

Cecha Trait	Rasa czarno-biała Black-and-White breed				Mieszańce ras mięsnych Beef breed crosses			
	średnia mean	sd	min.	maks. max	średnia mean	sd	min.	maks. max
OBAR	46,1	3,0	39,5	53,8	46,0	4,3	37,1	57,1
OPUDB	2663,6	483,2	1742,8	3675,4	2823,6	415,4	1899,6	3685,7
OPTB	9813,1	1469,1	7085,8	13018,2	9745,9	1194,1	7261,0	11794,7
OSDC	147,2	9,9	127,9	170,0	139,4	11,2	116,2	162,1
OKRZ	126,7	9,0	108,3	144,5	128,6	8,0	116,2	162,1
MTZ	239,5	28,3	173,0	300,0	238,2	43,6	151,0	334,0
MWWAR	76,0	10,6	53,6	103,3	78,1	14,0	49,7	105,8
MMWAR	53,3	7,7	35,5	75,5	56,5	10,7	34,7	79,5
MC	448,8	43,0	346,0	556,0	439,6	60,1	270,0	580,0

OBAR – szerokość w stawach barkowych mierzona komputerowo (cm), OPUDB – powierzchnia udźca z boku mierzona komputerowo (cm²), OPTB – powierzchnia tułowia z boku mierzona komputerowo (cm²), OSDC – skośna długość tułowia mierzona komputerowo (cm), OKRZ – wysokość w krzyżu mierzona komputerowo (cm), MTZ – masa tuszy zimnej (kg), MWWAR – masa wyrębów wartościowych (kg), MMWAR – masa mięsa w wyrębach wartościowych (kg), MC – masa ciała po 24-godzinnym głodzeniu (kg).

OBAR – shoulder joint width, measured by computer image analysis (cm), OPUDB – lateral surface of round, measured by computer image analysis (cm²), OPTB – lateral surface of trunk, measured by computer image analysis (cm²), OSDC – oblique body length, measured by computer image analysis (cm), OKRZ – hip height, measured by computer image analysis (cm), MTZ – cold carcass weight (kg), MWWAR – weight of valuable cuts (kg), MMWAR – weight of meat in valuable cuts (kg.), MC – body weight after 24 h fasting (kg).

Z kolei, w badaniach Sakowskiego (2006) analiza komputerowa, przeprowadzona na 461 buhajkach ras: Angus, Charolaise, Hereford, Limousine, Simental, cb oraz mieszańcach rasy cb z włoskimi rasami mięsnymi wykazała, że wymiarami, charakteryzującymi się najwyższym wskaźnikiem zmienności, były: szerokość w kulszach, powierzchnia obrysu udźca z boku i tyłu, a także powierzchnia obrysu tułowia w rzucie z boku. Można to tłumaczyć m.in. tym, że położenie miejsc pomiaru na dwuwymiarowym zdjęciu jest dość umowne. Najmniejszą zmiennością charakteryzowały się skośna długość tułowia i szerokość w biodrach – wymiary te uzyskano pomiędzy punktami, które są łatwe do zaznaczenia na zdjęciu.

Dla buhajków rasy cb i mieszańców ras

mięsnych zauważono dość wysokie korelacje między pomiarami komputerowymi a wartościami, jakie otrzymano po dysekcji tusz (około 0,77). Wyjątkiem okazał się związek pomiaru szerokości w stawach barkowych z cechami mięsności u buhajków czarno-białych. Współczynniki korelacji były w tym przypadku dość niskie lub umiarkowane i wynosiły od 0,31 do 0,49, a więc znacznie mniej niż u mieszańców ras mięsnych (Sakowski i in., 1996 a). Sakowski (2006) stwierdza, że najwyższą korelację z wybranymi cechami rzeźnymi, takimi jak: masa ciała, masa tuszy zimnej, masa wyrębów wartościowych i masa mięsa w wyrębach wartościowych, wykazały komputerowe wartości pomiarów powierzchni obrysu tułowia z lewego boku, Powierzchnia obrysu udźca z lewego boku,

Tabela 2. Wskaźniki korelacji fenotypowych między cechami użytkowości rzeźnej a wymiarami buhajów określonymi komputerowo na obrazie cyfrowym (Sakowski, 2006)
 Table 2. Coefficients of phenotypic correlations between slaughter traits and bull measurements determined on computer from digital images (Sakowski, 2006)

Cecha Trait	WKLB	WKRZ	DC	SDC	STWB	SK	SB	UUD	ULO	PUDB	PUDT	PTB	PTG
LOPR	0,52	0,52	0,54	0,60	0,36	0,22	0,41	0,55		0,71	0,61	0,69	0,33
RANR	0,31	0,30	0,30	0,35	0,24		0,31	0,30	0,42	0,24	0,22	0,30	0,33
ROZR	-0,43	-0,43	-0,13		0,66	0,30	0,27	-0,23	0,16		0,24		0,35
UDZR	0,43	0,43	0,49	0,58	0,49	0,32	0,51	0,49	0,12	0,68	0,67	0,65	0,41
SZYR	0,45	0,43	0,54	0,57	0,37	0,18	0,35	0,48		0,66	0,55	0,66	0,26
CPP	0,42	0,40	0,48	0,57	0,52	0,27	0,51	0,47	0,30	0,57	0,56	0,59	0,48
CPT	-0,23	-0,24		0,16	0,73	0,35	0,42		0,26	0,14	0,38	0,13	0,49
CLP	0,26	0,25	0,41	0,51	0,60	0,29	0,51	0,35	0,28	0,50	0,52	0,53	0,50
CLT	-0,11	-0,12	0,13	0,23	0,71	0,36	0,44		0,24	0,24	0,45	0,22	0,49
MAPG	0,30	0,28	0,44	0,53	0,61	0,33	0,57	0,41	0,35	0,51	0,55	0,55	0,61
MATU		0,06	0,28	0,40	0,72	0,37	0,52	0,22	0,30	0,39	0,54	0,40	0,54
WYDRZ	-0,27	-0,26			0,60	0,28	0,30		0,12		0,32		0,25
MAWW	0,32	0,32	0,45	0,54	0,60	0,33	0,54	0,42	0,23	0,60	0,63	0,58	0,49
PRWW	0,35	0,37	0,36	0,35				0,33	-0,37	0,55	0,38	0,50	
MAMWW	0,25	0,25	0,38	0,49	0,59	0,30	0,48	0,34	0,18	0,55	0,58	0,52	0,41

LOPR – masa łopatki (kg), RANR – masa rozbicia z antrykotem (kg), ROZR – masa rosthufu (kg), UDZR – masa udźca (kg), SZYR – masa szyi (kg), CPP – masa ćwierci prawej przedniej półtuszy (kg), CPT – masa ćwierci prawej tylnej półtuszy (kg), CLP – masa ćwierci lewej przedniej półtuszy (kg), CLT – masa ćwierci lewej tylnej półtuszy (kg), MAPG – masa ciała po 24-godzinnym schłodzeniu (kg), MATU – masa tuszy zimnej (kg), WYDRZ – wydajność rzeźna (%), MAWW – masa wyrębów wartościowych (kg), PRWW – procent wyrębów wartościowych (%), MAMWW – masa mięsa w wyrębach wartościowych (kg), WKLB – wysokość w kłębie (cm), WKRL – wysokość w krzyżu (cm), DC – długość tułowia (cm), SDC – skośna długość tułowia (cm), STWB – szerokość w stawach barkowych (cm), SK – szerokość w guzach kulizowanych (cm), SB – szerokość w stawach biodrowych (cm), UUD – długość uwypuklenia udźca mierzona od pierwszego kręgu krzyżowego po staw skokowy (cm), ULO – długość uwypuklenia łopatki (cm), PUDB – powierzchnia obrysu udźca w rzucie z boku (cm x cm), PUDT – powierzchnia obrysu udźca w rzucie z tyłu (cm x cm), PTB – powierzchnia obrysu tułowia w rzucie z boku (cm x cm), PTG – powierzchnia obrysu tułowia w rzucie z góry (cm x cm).

Wszystkie zamieszczone r_p są istotne przy $P \leq 0,01$, nietożne pominięto.

LOPR – weight of shoulder (kg), RANR – weight of fore ribs and best ribs (kg), ROZR – weight of hind half-carass (kg), UDZR – weight of rump cut (kg), SZYR – weight of neck (kg), CPP – weight of right quarter of front half-carass (kg), CPT – weight of right quarter of hind half-carass (kg), CLP – weight of quarter of left front half-carass (kg), CLT – weight of quarter of left hind half-carass (kg), MAPG – body weight after 24-h chilling (kg), MATU – cold carcass weight (kg), WYDRZ – dressing percentage (%), MAWW – weight of valuable cuts (kg), PRWW – percentage of valuable cuts (%), MAMWW – weight of meat in valuable cuts (kg), WKLB – height at withers (cm), WKRL – hip height (cm), DC – body length (kg), oblique body length (cm), STWB – width of shoulder joints (cm), SK – width of pins (cm), SB – width of hips (cm), UUD – length of round protuberance measured from first sacral vertebra to hockjoint (cm), ULO – length of shoulder protuberance (cm), PUDB – round outline surface, lateral view (cm x cm), PUDT – round outline surface, back view (cm x cm), PTB – trunk outline surface, lateral view (cm x cm), PTG – trunk outline surface, top view (cm x cm).

All r_p are significant at $P \leq 0,01$, non-significant ones are omitted.

szerokość w stawach barkowych oraz skośna długość tułowia. Korelacje te wyniosły od 0,62 do 0,79 (tab. 2). Wyniki uzyskane przez tego autora są zbieżne z otrzymanymi przez innych badaczy (Reklewski, 1974; Jankowski i in., 1978; Misztal, 1986; Stouffer i in., 1989; Nogalski, 2002). W pracy Sakowskiego i in. (1996 a) korelacje między cechami buhajków rasy cb i mieszańców ras mięsnych, mierzonymi komputerowo, wyniosły od 0,17 do 0,95. Zarówno u buhajków cb, jak i mieszańców najsilniej skorelowana była skośna długość tułowia z obrysem powierzchni tułowia lewego boku. Ta zależność, jak i kolejna – między skośną długością tułowia a szerokością w stawach barkowych, pozytywnie świadczą o czułości metody oraz możliwości rozpoznawania sylwetek zwierząt o większym kalibrze.

W swoich badaniach Sakowski (2006) analizował również zależności między różnymi wymiarami ciała zwierząt (tab. 3). Ujemnie sko-

relowane ze sobą wartości wysokości w kłębie i szerokości w guzach biodrowych ($r = -0,15$) wskazują, że wyższe zwierzęta miały węższe zady, a tym samym gorsze umięśnienie. Silną dodatnią korelację widać natomiast między wysokością w kłębie a wysokością w krzyżu, długością tułowia, skośną długością tułowia (r od 0,73 do 0,93), a także uwypukleniem udźca oraz powierzchniami obrysu tułowia i udźca w rzucie z boku ($r = 0,76-0,81$).

Podobne wartości korelacji z tymi cechami otrzymano dla wysokości w krzyżu. Powierzchnie obrysu tułowia i udźca w rzucie z boku były silnie skorelowane z większością wymiarów ciała ($r = 0,76-0,92$). Małe zależności stwierdzono między szerokością w stawach biodrowych, guzach biodrowych i kulszowych. Zwierzęta szersze w barkach były niższe, co znalazło odzwierciedlenie w ujemnym skorelowaniu tego wymiaru z wysokością w kłębie i krzyżu ($r = -0,17$ oraz $-0,18$).

Tabela 3. Wskaźniki korelacji fenotypowych (r_p) między wymiarami buhajków określonymi komputerowo na obrazie cyfrowym (Sakowski, 2006)

Table 3. Coefficients of phenotypic correlations (r_p) between bull measurements determined on computer from digital images (Sakowski, 2006)

Cecha Trait	WKRZ	DC	SDC	STWB	SK	SB	UUD	ULO	PUDB	PUDT	PTB	PTG
WKLB	0,93	0,72	0,73	-0,17		0,18	0,78		0,76	0,35	0,81	
WKRZ		0,73	0,76	-0,18		0,17	0,80		0,79	0,37	0,82	
DC			0,85		0,12	0,18	0,70		0,76	0,42	0,84	0,16
SDC				0,12	0,14	0,24	0,74	0,10	0,81	0,45	0,92	0,22
STWB					0,33	0,65		0,47	0,11	0,29	0,12	0,72
SK						0,32		0,19	0,14	0,47	0,14	0,30
SB							0,24	0,47	0,32	0,39	0,31	0,82
UUD									0,81	0,42	0,78	0,19
ULO										0,15		0,58
PUDB										0,51	0,89	0,22
PUDT											0,52	0,31
PTB												0,23

Objaśnienia jak w tabeli 2.

Wszystkie zamieszczone r_p są istotne przy $P \leq 0,01$, nieistotne pominięto.

For explanations see Table 2.

All r_p are significant at $P \leq 0,01$, non-significant ones are omitted.

Wśród buhajków rasy cb można zauważyć znacznie silniejsze powiązanie wysokości w krzyżu z pozostałymi pomiarami komputerowymi. Wyjątkiem jest tu szerokość w stawach barkowych ($r = 0,17-0,22$). Wartość szerokości w stawach barkowych jest umiarkowanie skore-

lowana z innymi wartościami, otrzymanymi poprzez pomiary komputerowe, w przypadku buhajków mieszańców ras mięsnych oraz nisko skorelowana w odniesieniu do buhajków rasy cb. Zatem, dla oceny cech wartości rzeźnej bydła na podstawie komputerowej analizy obrazu naj-

większe znaczenie miałyby: skośna długość tułowia, powierzchnia obrysu tułowia z lewego boku, obrys powierzchni udźca z lewego boku oraz dla buhajków rasy cb – wysokość w krzyżu, natomiast dla buhajków ras mięsnych – szerokość w stawach barkowych (Sakowski i in., 1996 a). Jankowski i in. (1978) wykazali w swoich badaniach, że zależności między pomiarami stereofotogrametrycznymi i poubojowymi bydła były jeszcze bardziej zróżnicowane; wartości współczynników korelacji uzyskanych przez

tych autorów wynosiły od 0,20 do 0,71.

Sakowski i Cytowski (1995) prowadzili badania, wykonując zdjęcia zwierząt – 156 buhajków o średniej masie ciała 470 kg i 36 jałówek, o średniej masie około 450 kg. Po uboju przeprowadzono dysekcję prawych półtuszy oraz podzielono je na podstawowe tkanki – mięso, tłuszcz, kości. Wyniki statystycznego porównania wybranych cech oraz korelacje między cechami mięsności a pomiarami komputerowymi przedstawiono w tabelach 4 i 5.

Tabela 4. Podstawowe charakterystyki statystyczne wybranych cech i pomiarów (Sakowski i Cytowski, 1995)
Table 4. Basic statistical characteristics of selected traits and measurements (Sakowski and Cytowski, 1995)

Cecha Trait	Wartość średnia Mean value	Odchylenie standardowe Standard deviation	Wartość – Value	
			min.	maks. max
OBAR	46,0	4,3	37,1	57,1
OPUDB	2823,6	415,4	1899,6	3685,7
OPTB	9745,9	1194,1	7261,0	11794,7
OSDC	139,4	11,2	116,2	162,1
MC	439,6	60,1	270,0	580,0
MTZ	238,2	43,6	151,0	334,0
MWWAR	78,1	14,0	49,7	105,8
MMWAR	56,5	10,7	34,7	79,5

Objaśnienia jak w tabeli 1.

For explanations see Table 1.

Analiza uzyskanych danych wskazuje na najwyższą korelację z wybranymi cechami mięsności (masą ciała, masą tuszy zimnej, masą wyrębów wartościowych, masą mięsa w wyrębach wartościowych) pomiarów komputerowych sylwetki zwierzęcia, takich jak: powierzchnia tułowia z lewego boku, powierzchnia udźca z lewego boku, szerokość w stawach barkowych i skośna długość tułowia (Sakowski i Cytowski, 1995).

Wskaźniki korelacji między pomiarami a cechami mięsności wynosiły 0,62–0,79. Wartości korelacji między cechami mierzonymi komputerowo wahały się od 0,52 do 0,92, a najsilniejszy związek wystąpił między skośną długością tułowia i boczną powierzchnią tułowia; autorzy nie podali jednak, czy uzyskane wyniki były statystycznie istotne (tab. 5).

Tabela 5. Korelacje między cechami mięsności a pomiarami komputerowymi (Sakowski i Cytowski, 1995)
Table 5. Correlations between meat traits and computer measurements (Sakowski and Cytowski, 1995)

Cecha – Trait	OPTB	OPUDB	OBAR	OSDC
MC	0,72	0,69	0,69	0,73
MTZ	0,72	0,75	0,62	0,78
MWWAR	0,73	0,78	0,67	0,79
MMWAR	0,68	0,74	0,68	0,75

Objaśnienia jak w tabeli 1.

For explanations see Table 1.



Dr Zenon Choroszy przeprowadza badania ultrasonograficzne buhajów
Dr. Zenon Choroszy performs an ultrasound examination of bulls
(Designer Genes Technologies, Inc., Harrison, Arkansas, USA)

Jak wskazują Sakowski i in. (1996 b), na podstawie badań przeprowadzonych na buhajach o masie ciała około 450 kg, dotyczących możliwości szacowania powierzchni mięśnia najdłuższego grzbietu (pomiar poubojowy) na podstawie znajomości powierzchni boku zwierzęcia (pomiar przyżyciowy), korelacje między tymi dwiema wartościami wynoszą 0,61–0,68.

Ultrasonograf

Pierwsze pomiary metodą ultrasonograficzną miały miejsce w latach 50. ubiegłego wieku. Otrzymywane wyniki były wykorzysty-

wane w równaniach regresji, także łącznie z innymi pomiarami (Temple, 1956 za Turner i in., 1990). W Polsce próby użycia tej metody do badań przyżyciowych podjęto w latach 70. XX w., wykorzystując dość prymitywny defektoskop ultrasonograficzny (Jankowski i in., 1978). W latach 80. posługiwano się już ultrasonografami nowej generacji, pozwalającymi otrzymać obraz tkanek w czasie rzeczywistym. Posiadały one rozdzielczość 1–2 mm i umożliwiały zbadanie tkanek, znajdujących się od kilku do kilkunastu cm pod powierzchnią skóry (Porter i in., 1990). Użycie ultrasonografu w pomiarach przyżyciowych umożliwia pomiar przekroju tkanek do głębokości 20 cm (Litwińczuk i in., 2004).

Tabela 6. Korelacja między masą tuszy i jej składników a pomiarami USG. Współczynniki korelacji prostej (r) oraz korelacji resztkowej (r') po uwzględnieniu regresji na masę ciała (Słoniewski i in., 1996)

Table 6. Correlation between weight of carcass and its components and ultrasound measurements. Coefficients of simple correlation (r) and residual correlation (r') after accounting for regression on body weight (Słoniewski et al., 1996)

Miejsce pomiaru <i>Measurement point</i>	Warstwa tkanek <i>Tissue layer</i>	Masa tuszy <i>Carcass weight</i>		Masa składników półtuszy dysekowanej <i>Weight of dissected half-carcass components</i>					
				mięso <i>meat</i>		tłuszcz <i>fat</i>		kości <i>bones</i>	
		r	r'	r	r'	r	r'	r	r'
Za łopatką I <i>Behind shoulder I</i>	m	0,53 ^{xx}	0,10	0,58 ^{xx}	0,29 ^{xx}	0,30 ^{xx}	0,09	0,31 ^{xx}	-0,18
	s	0,21	0,10	0,10	-0,15	0,28 ^x	0,21	0,16	0,02
Za łopatką II <i>Behind shoulder II</i>	m	0,46 ^{xx}	0,05	0,42 ^{xx}	0,01	0,40 ^{xx}	0,13	0,24 ^x	-0,23 ^x
	s	0,14	0,09	0,15	0,08	0,08	0,01	0,11	0,02
Ostatnie żebro <i>Last rib</i>	m	0,44 ^{xx}	0,23 ^x	0,36 ^{xx}	0,01	0,44 ^x	0,25 ^x	0,33 ^x	0,03
	s	0,13	-0,01	0,07	-0,12	0,13	0,05	0,06	-0,09
Lędźwie I <i>Loin I</i>	m	0,46 ^{xx}	0,37 ^{xx}	0,37 ^{xx}	0,08	0,48 ^{xx}	0,32 ^{xx}	0,16	-0,23 ^x
	s	0,01	-0,14	0,08	0,08	-0,08	-0,15	0,06	-0,04
Lędźwie II <i>Loin II</i>	m	0,52 ^{xx}	0,43 ^{xx}	0,42 ^{xx}	0,09	0,57 ^{xx}	0,41 ^{xx}	0,24 ^x	-0,17
	s	0,21	-0,20	0,25 ^x	0,01	0,10	-0,13	0,18	-0,05
Pośladek <i>Buttock</i>	m	0,51	0,12	0,48	0,10	0,46	0,19	0,21	-0,31 ^{xx}
	s	0,16	0,07	0,17	0,08	0,17	0,09	-0,04	-0,25 ^x
Udo <i>Thigh</i>	m	0,46 ^{xx}	0,11	0,44 ^{xx}	0,11	0,32 ^{xx}	0,01	0,33 ^{xx}	-0,03
	s	0,31 ^{xx}	0,20	0,33 ^{xx}	0,22	0,19	0,01	0,25 ^x	0,07
Łopatką <i>Shoulder</i>	m	0,26 ^x	0,20	0,26 ^x	0,16	0,18	0,04	0,19	0,04
	s	0,25 ^x	-0,06	0,21	-0,07	0,25 ^x	0,10	0,18	-0,06

^{xx}P<0,01, ^xP<0,05.

Badania potwierdziły, że wykonując przyżyciowo pomiary USG przekroju mięśnia najdłuższego grzbietu na wysokości 10. kręgu można z dość dużą dokładnością oszacować ma-

sę mięsa i tłuszczu w półtuszy (odpowiednio r = 0,94 i 0,83) (Priyanto i in., 1993). Mniej dokładne wyniki daje natomiast estymacja masy tłuszczu okrywowego i wyrębów wartościowych na

podstawie grubości warstwy tłuszczu nad mięśniami najdłuższym grzbietu i powierzchni przekroju tego mięśnia. Współczynnik r wynosi tu odpowiednio 0,78 i 0,81 (Hamlin i in., 1995).

Prowadzone były również prace nad metodyką, a więc wyborem miejsca i mierzonych wielkości wykonywania pomiarów USG na żywych zwierzętach. W tym celu zbadano 81 buhajków fryzyjskich, ubijanych w wieku 15 miesięcy. Na 7 dni przed ubojem wykonywano pomiary łącznej grubości warstwy mięśni od podłoża kostnego do tkanki podskórnej (symbol m) oraz grubości skóry z warstwą podskórną, czyli tłuszczem i tkanką łączną (symbol s). Po uboju dokonywano dysekcji prawej półtuszy (Słoniewski i in., 1996). Ustalono współczynniki korelacji prostych wartości pomiarów przyżyciowych z masą tuszy zimnej oraz ilością mięsa, kości i tłuszczu w półtuszy poddanej dysekcji (tab. 6). Zauważono statystycznie istotne dodatnie korelacje grubości warstwy mięśni we wszystkich poddanych pomiarom punktach – z masą tuszy, a także masą mięsa i tłuszczu dysekcyjnego. Wartości korelacji między grubością skóry i warstwy podskórnej a masą tuszy i jej składem były natomiast ogólnie niższe i istotne statystycznie tylko w przypadku części pomiarów. Oczekiwano decydującego wpływu masy ciała na wartość pomiarów USG i wyników dysekcji, dlatego obliczono też współczynniki korelacji resztkowej (r') pomiarów z wynikami dysekcji, biorąc pod uwagę regresję zmiennych na masę ciała. Wartości r znacznie odbiegają od r' , dlatego można wnioskować, że zmienność wartości pomiarów USG jest skutkiem różnic masy ciała, jak i budowy badanych zwierząt. Z uwagi na masę zwierzęcia, najwyżej skorelowana z masą mięsa w półtuszy okazała się grubość mięśni na grzbiecie za łopatką ($r' = 0,29$). Wartość masy tłuszczu w tuszy okazała się najmocniej powiązana z grubością warstwy mięśni na lędźwiach w obu badanych punktach ($r' = 0,32$ i $0,41$). Najwyższą korelację w stosunku do masy kości w półtuszy okazała się mieć natomiast grubość mięśni na pośladku ($r' = -0,31$), a także na lędźwiach w punkcie I i za łopatką w punkcie II ($r' = -0,23$).

W sytuacji, gdy nie brano pod uwagę zmienności, spowodowanej zmianą masy ciała zwierząt, okazało się, że wartości uzyskane w badaniu grubości skóry, tkanki podskórnej i tłuszczu okrywającego mięśnie nie są w istotny

statystycznie sposób powiązane z masą składników tuszy określonych dysekcyjnie. Wyjątek stanowił pomiar na pośladku, skorelowany istotnie z masą kości ($r' = -0,25$). Porównanie możliwości szacowania masy i składu tuszy na podstawie różnych pomiarów wykonywanych przyżyciowo wykazało decydujące znaczenie masy ciała zwierzęcia przed ubojem. Mniejszą wartość ma tu natomiast ilość kości i tłuszczu. Na podstawie uzyskanych danych można wnioskować, że szacowanie składu tuszy wyłącznie przy użyciu pomiarów USG charakteryzuje się znacznym błędem i jest mniej dokładne niż w przypadku estymacji na podstawie masy ciała.

Bardziej dokładne scharakteryzowanie tuszy jest możliwe przy zastosowaniu w równaniach regresji zarówno informacji o masie ciała, jak i wartości pomiarów USG (Słoniewski i in., 1996). Porównanie efektywności przewidywania masy i składu tuszy w oparciu o pomiary wykonane przyżyciowo przedstawiono w tabeli 7. W równaniach znalazły się wyłącznie zmienne, mające istotny statystycznie wpływ na efektywność przewidywania wyników dysekcji. Wartości zmiennej cząstkowej charakteryzują korelacje odpowiednich zmiennych niezależnych, „poprawionych” na wpływ znajdujących się w równaniu pozostałych zmiennych, włączonych do równania ze zmienną zależną, także „poprawioną” na wszystkie inne zmienne niezależne z równania.

Przeważający wpływ masy ciała na masę składników tuszy, określoną na podstawie dysekcji, stwierdzili także inni autorzy (Jankowski i in., 1978; Hamlin i in., 1995; Faulkner i in., 1990; Waldner i in., 1992). Zauważono dodatnie korelacje wartości grubości mięśni z ilością mięsa, tłuszczu i kości w tuszach. Według niektórych badań Faulknera i in. (1990), najlepszym wyznacznikiem otluszczenia tuszy jest grubość warstwy tłuszczu.

Opracowanie wyników, dotyczących korelacji wartości pomiarów, uzyskanych metodą USG przyżyciowo i poubojowo potwierdza przydatność pomiarów na zwierzętach, zwłaszcza w przypadku grubości warstwy tłuszczu (tab. 8).

Mniejszą dokładnością charakteryzują się pomiary powierzchni oka połędwicy. Czynnikiem różnicującym dokładność może być między innymi płeć zwierząt (Greiner i Rouse, 2003; Charagu i in., 2000).

Tabela 7. Porównanie efektywności przewidywania wyników dysekcji na podstawie różnych kombinacji pomiarów przyżyciowych (Słoniewski i in., 1996)

Table 7. Comparison of efficiency of predicting dissection results based on different combinations of live measurements (Słoniewski et al., 1996)

Przewidywana cecha <i>Predicted trait</i>	Rodzaj pomiarów wykorzystanych w równaniu regresji <i>Type of measurements used in regression equation</i>			
	współczynniki determinacji R – <i>coefficients of determination R</i>			
	I	II	III	IV
Masa tuszy zimnej <i>Cold carcass weight</i>	0,96	0,73	0,97	0,98
Masa wyrębów wartościowych <i>Weight of valuable cuts</i>	0,94	0,73	0,95	0,96
Masa mięsa w tuszy <i>Carcass meat weight</i>	0,89	0,71	0,91	0,92
Masa tłuszczu w tuszy <i>Carcass fat weight</i>	0,68	0,65	0,75	0,85
Masa kości w tuszy <i>Carcass bone weight</i>	0,78	0,49	0,82	0,86

I – masa ciała przed ubojem, II – pomiary ultrasonograficzne, III – masa ciała przed ubojem i pomiary ultrasonograficzne, IV – masa ciała przed ubojem, pomiary ultrasonograficzne i pomiary zoometryczne.

I – preslaughter weight, II – ultrasound measurements, III – preslaughter weight and ultrasound measurements, IV – preslaughter weight, ultrasound measurements and zoometric measurements.

Tabela 8. Korelacja pomiarów USG przyżyciowych i poubojowych
Table 8. Correlation between live ultrasound and post-slaughter measurements

Cecha mierzona ultradźwiękowo <i>Ultrasound measured trait</i>	Płeć <i>Sex</i>	Korelacja r <i>Correlation r</i>	Źródło <i>Source</i>
Powierzchnia oka połędwicy (cm ²) <i>Loin eye area (cm²)</i>	jałówki – <i>heifers</i> buhajki – <i>bulls</i> wolce – <i>steers</i> wolce – <i>steers</i>	0,40 0,48 0,38 0,86	Charagu i in./ <i>et al.</i> (2000) Charagu i in./ <i>et al.</i> (2000) Charagu i in./ <i>et al.</i> (2000) Greiner i/and Rouse (2003)
		(pomiar poubojowy wykonany planimetrym – <i>post-slaughter measurement using a planimeter</i>)	
Grubość warstwy tłuszczu podskórnego (mm) <i>Thickness of subcutaneous fat layer (mm)</i>	jałówki – <i>heifers</i> buhajki – <i>bulls</i> wolce – <i>steers</i>	0,78 0,87 0,52	Charagu i in./ <i>et al.</i> (2000) Charagu i in./ <i>et al.</i> (2000) Charagu i in./ <i>et al.</i> (2000)
Grubość warstwy tłuszczu podskórnego przy 12 żebrze (mm) <i>Thickness of subcutaneous fat layer at 12th rib (mm)</i>	wolce – <i>steers</i>	0,89*	Greiner i/and Rouse (2003)

* P < 0,001.

Pomiary ultrasonograficzne mięśnia najdłuższego grzbietu (*mld*) wykorzystuje się w Polsce w ocenie buhajów ras mięsnych na podstawie użyteczności własnej, według metody opracowanej w Instytucie Zootechniki PIB (Choroszy i in., 2010). Omawiana metoda wy-

magiała konstrukcji dwóch wskaźników, tj. Wskaźnika Rozwoju (WR) oraz Zmodyfikowanego Wskaźnika Mięsności (ZWM). Do predykcji mięsności w 5 podstawowych wyrębach przeprowadzono równania regresji, zawierające pomiar USG, które przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Najlepsze równia regresji do szacowania procentowego udziału mięsa w 5 podstawowych wyrębach (WM) (Choroszy i in., 2010)

Table 9. Best regression equations for estimating meat percentage in 5 primal cuts (WM) (Choroszy et al., 2010)

Ilość zmiennych niezależnych No. of independent variables	Najlepsze równania regresji Best regression equations	R ²
1	WM = 60,117 + 2,776 x USG	0,49
2	WM = 72,524 - 0,062 x M210 + 3,041 x USG	0,69
3	WM = 52,786 - 0,068 x M210 + 0,176 x WKL + 3,056 x USG	0,72
4	WM = 50,742 + 0,168 x WKL - 0,075 x M210 + 0,012 x M420 + + 2,942 x USG	0,73
5	WM = 60,953 + 0,248 x WKL - 0,069 x M210 + 0,018 x M420 + + 2,696 x USG - 0,121 x OKLP	0,74

M210 – masa ciała w wieku 210 dni, M420 – masa ciała w wieku 420 dni, WKL – wysokość w kłębie, OKLP – obwód klatki piersiowej, USG – pomiar ultrasonograficzny *mld*.

M210 – body weight on day 210, M420 – body weight on day 420, WKL – height at withers, OKLP – chest circumference, USG – ultrasound measurement of mld.

Do predykcji mięsności wybrano ostatecznie równanie 4. Wyliczone wskaźniki WR i ZWM stanowiły podstawę do wyliczenia Zmodyfikowanego Wskaźnika Oceny Zbiorczej (ZWOZ):

$$ZWOZ = 0,6 \times ZWM + 0,4 \times WR$$

Wskaźnik ten pozwala na wyrażenie wartości użytkowej buhaja za pomocą jednej wielkości oraz uszeregowanie (ranking) buhajów według malejącej wartości tego wskaźnika. Metodą tą wyceniono dotychczas w Polsce 1860 buhajów różnych ras mięsnych, używanych w inseminacji i rozrodzie naturalnym.

Newlalic i in. (2013) przeprowadzili badania na 217 buhajach ras: Red Angus, Charolaise, Hereford, Limousine, Salers i mięsnej odmiany rasy Simental, przy różnych wzmocnieniach USG. Uzyskane wyniki potwierdzają statystycznie istotne zależności między pomiarami USG a przeprowadzonymi na tuszach, co wskazuje na wysoką przydatność techniki USG bez względu na stopień wzmocnienia.

Tomografia komputerowa

Techniką, pozwalającą – podobnie jak ultrasonograf – na uzyskanie obrazów przekrojów poprzecznych ciała zwierzęcia jest tomografia komputerowa. Dostarcza ona również informacji na temat grubości warstwy tłuszczowej i powierzchni mięśnia najdłuższego grzbietu,

a dodatkowo pozwala na ocenę marmurkowatości (Houghton i Turlington, 1992). W skład urządzenia wchodzi bramka zaopatrzona w 3 przewody, emitujące promienie Roentgena i 3 detektory, umieszczone na obwodzie bramki. Przewody znajdują się w równych odstępach, wynoszących 120°. Średnica powierzchni skanowania wynosi 900 mm. W czasie pomiaru przewody i detektory obracają się wokół zwierzęcia. Platforma stanowiska jest zaopatrzona w ogrodzenie, w celu ograniczenia możliwości przemieszczania się zwierzęcia. Wysuwa się ona z bramki i unieruchamia zwierzę tak, aby bramka mogła zostać przesunięta wzdłuż jego ciała. Bramka może przemieszczać się na odległość od 0 do 1200 mm, a jej ruch jest wyznaczany przez panel, znajdujący się w pomieszczeniu kontrolnym. Czas skanowania może wynosić 12 lub 24 s, a grubość przekrojów 5 lub 10 mm (Nade i in., 2005). Ruch bramki jest kontrolowany przez trzy konsole, połączone z konsolą główną. Kąt padania promieni jest korygowany przez komputer w zależności od informacji, przekazywanych przez system gromadzący dane, co wpływa na jakość obrazu. Wielkość obrazu wynosi 512 x 512 pikseli przy 256 stopniach szarości (Nade i in., 2005).

Badania, przeprowadzone na próbie czterech buhajków rasy Japanese Black i czterech krowach mieszańcach ras Japanese Black i holsztyńskiej, pozwoliły uzyskać tomogram, na którym można wyraźnie wyróżnić mięśnie oraz tłuszcz. Szczególnie dobrze widoczne są *m. longissimus* oraz *m. trapezius* (Nade i in., 2005).

Współczynniki korelacji, wyliczone na podstawie porównania ze sobą dwóch metod, wskazują na większą zbieżność wykonanych różnymi metodami pomiarów w przypadku grubości warstwy tłuszczu oraz powierzchni *m. longissimus* niż *m. trapezius* (tab. 10). Prawdopodobną przyczyną różnic korelacji może być fakt, że niektóre zwierzęta nieco się poruszają w momencie ekspozycji na promieniowanie, przez co *m. trapezius* może wydawać się wtedy szerszy niż jest w rzeczywistości (Nade i in., 2005).

W ocenie marmurkowatości trudność

może sprawić występowanie jej w niewielkim tylko stopniu. Problem ten, jak i możliwość poruszania się zwierząt podczas pomiarów są przedmiotem prac, dążących do udoskonalenia techniki (Nade i in., 2005).

Pomimo pewnych niedogodności, różni autorzy uważają tomografię komputerową za przydatną metodę, mogącą uzupełniać pomiary, wykonywane ultrasonografem o nowe dane, takie jak różnice we wzroście mięśni na całej ich powierzchni (Harada i Kumazaki, 1979; Houghton i Turlington, 1992; Hamlin i in., 1995).

Tabela 10. Powierzchnia *m. longissimus* i *m. trapezius*, grubość warstwy tłuszczu podskórnego widoczne na obrazie z tomografu oraz na fotografii tuszy, współczynnik korelacji między wartościami uzyskanymi przy pomiarach tomografem oraz na podstawie fotografii (Nade i in., 2005).

Table 10. Area of *m. longissimus* and *m. trapezius*, thickness of subcutaneous fat layer seen on tomographic image and carcass photograph, coefficient of correlation between values obtained with tomography measurement and photography (Nade et al., 2005)

Cecha – Trait	Tomograf Computer tomography	Fotografia tuszy Carcass photograph	r (n=8)	SE
Powierzchnia <i>m. longissimus</i> (cm ²) Area of <i>m. longissimus</i> (cm ²)	50,4±3,8*	43,8±4,1	0,843	6,743
Powierzchnia <i>m. trapezius</i> (cm ²) Area of <i>m. trapezius</i> (cm ²)	34,7±3,0	30,5±3,1	0,585	7,709
Grubość warstwy tłuszczu podskórnego (mm) Thickness of subcutaneous fat layer (mm)	2,5±0,4	2,7±0,4	0,926	0,403

* ± SE – średnia wartość z trzech pomiarów wykonanych przy użyciu komputerowej analizy obrazu, r – współczynnik korelacji między wartościami uzyskanymi przy badaniu tomografem oraz na tuszy, SE – błąd standardowy.

* ± SE – mean value of three measurements obtained using computer image analysis, r – coefficient of correlation between values obtained by tomography and carcass measurement, SE – standard error.

Technika rozcieńczeń izotopowych

Metoda ta ma na celu określenie zawartości wody w organizmie w oparciu o niezawierające tłuszczu części ciała. Wykorzystywana jest tu właściwość tłuszczu, polegająca na niższej niż w przypadku innych tkanek zawartości wody. Badanie polega na wprowadzeniu wskaźnika rozpuszczalnego w wodzie, a po upływie czasu, potrzebnego na dystrybucję w organizmie, pobraniu próbek i określeniu stężenia wskaźnika. Rozprzestrzenianie się wskaźnika musi być odpowiednio szybkie i swobodne we wszystkich częściach ciała zwierzęcia. Co więcej, nie może dochodzić do jego strat przez ustaleniem się stanu równowagi, a stężenie w próbce musi być reprezentatywne dla stężenia w całym organizmie. W przypadku przeżuwaczy zachodzi

pewna trudność, wynikająca z dużych zmian w ilości pobieranej i wydalanej wody. Z tego powodu wykorzystuje się wieloprzedziałowe modele jej dystrybucji (Shields i in., 1983; Dunshea i in., 1986). Zasady prowadzenia badań mówią, że próbka powinna być pobrana kilka godzin po iniekcji wskaźnika. Użyty wskaźnik powinien zawierać ciężką wodę (TOH, D₂O), antypiren i mocznik. Zaletą TOH jest łatwy pomiar, natomiast D₂O nie posiada właściwości radioaktywnych. Antypiren i mocznik są prawdopodobnie niewystarczająco dokładne, aby można było stwierdzić różnice między zwierzętami o tej samej masie ciała. Możliwość wzrostu dokładności wyników daje zastosowanie wskaźnika dojrzałości oraz równań alleometrycznych zamiast modeli liniowych (Donnelly i Freer, 1974). Technika ta może mieć zastosowanie zarówno w przypadku

zwierząt rosnących (Rule i in., 1986), jak i będących w laktacji (Trigg i Topps, 1981).

Przewodnictwo elektryczne

Z powodu wyższej zawartości wody i elektrolitów tkanki pozbawione tłuszczu wykazują wyższe przewodnictwo od tkanek posiadających w swym składzie tłuszcz. Tak więc, istnieje możliwość określenia ogólnego przewodnictwa prądu przez organizm (TOBEC – Total Body

Electrical Conductivity), a przez to zawartości w organizmie zwierzęcia poszczególnych tkanek. Pomiaru dokonuje się poprzez scharakteryzowanie zakłóceń pola elektromagnetycznego prądu, którym doprowadzany jest prąd. Wyniki badań pokazują wysoką skuteczność w szacowaniu ilości tkanek otłuszczonych i pozbawionych tłuszczu (Boileau, 1988). Prototyp urządzenia testowano w CSIRO's Cannon Hill Meat Laboratory. Uzyskane wyniki potwierdzają, że jest to metoda szybka, niedroga i mogąca mieć zastosowanie w produkcji żywca (Sainz i Tulloh, 1990).

Literatura

- Boileau R.A. (1988). Designing Foods. Utilization of total body electrical conductivity in determining body composition. National Research Council (National Academy Press Washington DC); pp. 251–277.
- Charagu P.K., Crews D.H., Kemp R.A. Jr., Mwansa P.B. (2000). Machine effects on accuracy of ultrasonic prediction of backfat and ribeye area in beef bulls, steers and heifers. *Can. J. Anim. Sci.*, 80: 19–24.
- Choroszy Z., Szewczyk A., Choroszy B. (2010). Konstrukcja wskaźników wykorzystanych w metodzie oceny wartości użytkowej buhajów ras mięsnych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 37, 2: 123–129.
- Donnelly J.R., Freer M. (1974). Prediction of body composition in live sheep. *Austr. J. Agric. Res.*, 25: 825–834.
- Dunshea F.R., Trigg T.E., Chandler K.D., Bell A.W. (1986). A two-pool model of tritiated water kinetics to predict body composition in lactating goats. *Proc. Nutr. Soc. Austr.*, 11: p. 148.
- Faulkner D.B., Parrett D.F., McKeith F.K., Berger L.L. (1990). Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. *J. Anim. Sci.*, 68: 604–610.
- Greiner S.P., Rouse G.H. (2003). The relationships between ultrasound measurements and carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 81: 676–682.
- Hamlin K.E., Green R.D., Cundiff L.V., Wheeler T.L., Dikeman M.E. (1995). Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and *longissimus* muscle area: II Relationship between ultrasound measures and carcass retail yield. *J. Anim. Sci.*, 73: 1725–1734.
- Harada H., Kumazaki K. (1979). Estimating fat thickness, cross sectional area of *m. long. thoracis* and marbling score by use ultrasonic scanning scope on live beef cattle. *Jap. J. Zoot. Sci.*, 50: 305–311.
- Houghton P.L., Turlington L.M. (1992). Application of ultrasound for feeding finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.*, 70: 930–941.
- Jankowski W., Reklewski Z., Laurans A. de, Gałka E. (1978). Wyniki przyżyciowej oceny wartości rzeźnej bydła. *Pr. Mat. Zoot.*, 16: 33–50.
- Litwińczuk Z. (red.) (2004). Surowce zwierzęce: ocena i wykorzystanie. PWRiL, Warszawa; 236–237.
- Misztal I. (1984). Zastosowanie komputerowego systemu przetwarzania obrazów do przyżyciowej oceny wartości rzeźnej bydła. Praca dokt., IHBiPM SGGW-AR w Warszawie.
- Misztal I. (1986). Estimation of carcass composition in live cattle using picture processing system. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 13, 2: 9–15.
- Nade T., Fujita K., Fujii M., Yoshida M., Haryu T., Misumi S., Okumura T. (2005). Development of x-ray computed tomography for live standing cattle. *Anim. Sci. J.*, 76: 513–517.
- Newlacił I., Demkowicz M., Paczyńska K., Kuropka P., Szulc T. (2013). Factors affecting ultrasound intramuscular fat content in *musculus longissimus dorsi* of beef bulls estimated with BIA Pro Plus software. *Ann. Anim. Sci.*, 13, 3: 633–644.
- Nogalski Z. (2002). Szacowanie masy ciała opasów na podstawie wymiarów ciała. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.*, 62: 243–252.

- Porter S.J., Owen M.G., Page S.J., Fisher A.V. (1990). Comparison of seven ultrasonic techniques for *in vivo* estimation of beef carcass composition with special references to performance testing. *Anim. Prod.*, 51 (3): 489–495.
- Priyanto R., Jahnson E.R., Taylor D.G. (1993). Prediction of carcass composition in heavy-weight grass-fed and grain-fed beef cattle. *Anim. Prod.*, 57 (1–3): 65–72.
- Reklewski Z. (1974). Opracowanie uproszczonych metod oceny wartości rzeźnej tusz buhajków oraz próba wyboru wskaźników użytkowości mięsnej do pracy selekcyjnej nad bydłem ncb. *Rozpr. hab., IGIHZ PAN, Jastrzębiec*, 5, 44 ss.
- Rule D.C., Arnold R.N., Hentges E.J., Beitz D.C. (1986). Evaluation of urea dilution as a technique for estimating body composition of beef steers *in vivo*: validation of published equations and comparison with chemical components. *J. Anim. Sci.*, 63: 1935–1948.
- Sainz R.D., Tulloh N.M. (1990). Measurement of body composition in farm animals: research and practical applications. *Proc. Nutr. Austr.*, 15: 196–201.
- Sakowski T. (2006). Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do przyżyciowego szacowania wartości cech użytkowości rzeźnej buhajów. *Pr. Mat. Zoot., Rozpr. hab.*, 17, 74 ss.
- Sakowski T., Cytowski J. (1995). Możliwości wykorzystania komputerowej analizy obrazu w przyżyciowej ocenie mięsności buhajów. *Prz. Hod.*, 5: 51–52.
- Sakowski T., Cytowski J., Dymnicki E., Oprządek J.M. (1996 a). Dokładność przyżyciowej oceny mięsności dwóch grup buhajów za pomocą komputerowej analizy obrazu. *Pr. Mat. Zoot., zesz. spec.*, 6: 27–36.
- Sakowski T., Cytowski J., Słowiński M. (1996 b). Komputerowa analiza obrazu w obiektywnej ocenie wartości rzeźnej bydła i jakości mięsa wołowego. *Prz. Hod.*, 8: 9–11.
- Shields R.G., Mahan D.C., Byers F.M. (1983). Efficacy of deuterium oxide to estimate body composition of growing swine. *J. Anim. Sci.*, 57: 66–73.
- Słoniewski K., Oprządek J.M., Dymnicki E. (1996). Wykorzystanie ultrasonografii do oceny umięśnienia bydła. *Mat. symp. nauk.*, ss. 23–35.
- Stouffer J.R., Perry T.C., Fox D.G. (1989). New techniques for real time ultrasonic evaluations of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 67 (Suppl. 1): p. 121.
- Trigg T.E., Topps J.H. (1981). Composition of body-weight change during lactation in Hereford × British Friesian cows. *J. Agric. Sci. Camb.*, 97: 147–157.
- Turner J.W., Pelton S.L., Cross H.R. (1990). Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. *J. Anim. Sci.*, 68 (11): 3502–3506.
- Waldner D.N., Dikeman M.E., Schalles R.R., Olson W.G., Houghton P.L., Unruh J.A., Corah L.R. (1992). Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, *longissimus* muscle areas and composition of Brangus bulls from 4 month to 2 years of age. *J. Anim. Sci.*, 70: 3044–3054.

METHODS FOR LIVE EVALUATION OF MEAT PERFORMANCE IN CATTLE

Summary

This paper reviews different techniques for performance testing of cattle meatiness, which are a useful tool in selective breeding. They enable animals with proper muscling and desirable tissue composition to be chosen for reproduction. In the computer image analysis technique, animals are photographed with a digital camera, the images are transferred to a computer and analysed. The studies discussed in the paper show that the coefficients of correlation between computer measurements and meatiness traits are $r = 0.62$ – 0.9 . Ultrasound technique enables measuring the cross-section of animal tissues, including thickness of fat layer, some muscles, and *longissimus dorsi* cross-sectional area. Ultrasound measurements of the *longissimus dorsi* muscle are used to evaluate the productive value of beef breed bulls in Poland using the method elaborated at the National Research Institute of Animal Production. Computer assisted tomography produces cross-sectional images of the animal body and provides information about fat layer thickness, *longissimus dorsi* area, and marbling of meat. Other live evaluation methods, such as isotope solution technique and electrical conductivity technique have less practical use.