

TOMASZ FLOROWSKI

PRÓBA ZASTOSOWANIA KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU DO OCENY JAKOŚCI MIĘSA WIEPRZOWEGO

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie zależności pomiędzy składowymi barwy (R, G, B) i marmurkowatością mięsa wieprzowego, wyznaczonymi metodą komputerowej analizy obrazu (KAO) a wybranymi wyróżnikami jego jakości technologicznej. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono przydatność KAO do szacowania jakości technologicznej mięsa wieprzowego. Wskazują na to statystycznie istotne korelacje pomiędzy składowymi barwy G i B a zdolnością utrzymywania wody własnej mięsa, składową barwy G i marmurkowatością a pH mięsa, jak również pomiędzy marmurkowatością a siłą cięcia. Stwierdzono również przydatność KAO do szacowania składu chemicznego mięsa. Wskazano na istotne statystycznie zależności pomiędzy składową B a zawartością wody, marmurkowatością mięsa a zawartością białka i tłuszczu oraz składowymi G i B a zawartością barwników hemowych.

Słowa kluczowe: mięso wieprzowe, ocena jakości mięsa, komputerowa analiza obrazu.

Wprowadzenie

Diagnozowanie odchyłeń jakości mięsa stanowi niezbędny element racjonalnego gospodarowania surowcem w zakładzie przetwórczym [21, 25].

W przemyśle mięsnym podejmowane są obecnie próby stosowania różnych metod służących do oceny jakości mięsa i wykrywania jego wad. Jedną z metod, bazujących na zróżnicowanym stanie i strukturze tkanki mięśniowej, jest pomiar jasności barwy mięsa [1].

O charakterze barwy decydują trzy czynniki tj: dostęp światła, obecność barwników w oglądanym obiekcie (ich ilość i stan chemiczny) oraz właściwości podłoża, na którym osadzone są barwniki [11].

Możliwości zastosowania pomiaru składowych barwy mięsa jako wskaźnika jego jakości wynikają z wpływu kwasowości czynnej mięsa na jej kształtowanie. Czynniki

kiem sprzyjającym głębokiemu wnikanii światła do mięsa jest uwodnienie białek mięśniowych. Wzrostowi uwodnienia białek sprzyja z kolei wysokie pH mięsa. Jest to główna przyczyna ciemnej barwy mięsa z wadą DFD. Natomiast zmniejszenie uwodnienia białek, towarzyszące niskim wartościom pH, oraz denaturacja białek sarkoplazmy są przyczyną nienaturalnego rozjaśnienia mięsa PSE [26].

Powiązanie pH mięsa z jasnością jego barwy spowodowało, że pomiar jasności stał się jednym z proponowanych parametrów wykorzystywanych przy szacowaniu jakości mięsa. Należy jednak pamiętać, że ocena przydatności technologicznej mięsa wieprzowego nie powinna opierać się wyłącznie na pomiarze jasności jego barwy. Obserwuje się występowanie nowych wad mięsa, przy których barwa nie może stanowić typowego wskaźnika jakości [21].

Jedną z nowych obiektywnych metod, umożliwiających szybki pomiar barwy mięsa, jest komputerowa analiza obrazu (KAO). Jest ona coraz częściej stosowana w przemyśle spożywczym, jako zasada systemów pomiarowych „on line” lub jako prosta i szybka metoda badawcza [13, 14, 15].

Prowadzone w ostatnich latach badania wskazują na możliwość zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny marmurkowatości mięsa wołowego oraz zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Wyniki uzyskane przy użyciu tej metody wykazują istotną korelację z wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu metod tradycyjnych [2, 5, 6, 7, 15].

Zastosowanie komputerowej analizy obrazu może być również pomocne w ocenie jakości technologicznej mięsa wołowego. Stwierdzono bowiem istotne korelacje pomiędzy składowymi barwy R, G, B a wieloma ważnymi wyróżnikami jakości technologicznej mięsa, takimi jak pH, zdolność utrzymywania wody własnej oraz parametry tekstury [4, 7].

W przetwórstwie mięsa wieprzowego KAO może być stosowana jako metoda szacowania mięsności tusz [24]. Analiza obrazu cyfrowego może stanowić uzupełnienie tej oceny o aspekty jakości mięsa.

Celem niniejszej pracy była próba określenia zależności pomiędzy składowymi barwy i marmurkowatością mięsa, wyznaczonymi metodą komputerowej analizy obrazu, a wybranymi wyróżnikami jego jakości technologicznej. Znalezienie takich zależności pozwoliłoby na zastosowanie wyników pomiarów do programowania produkcji (sterowania jakością), a w efekcie pewniejsze i szybsze podjęcie decyzji o efektywnym zagospodarowaniu surowca w zakładzie przetwórczym.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiło mięso wieprzowe. Do analiz pobierano część mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*) z okolic ostatniego kręgu piersiowego. Badaniom poddano 62 próbki mięsa o średniej masie 600 g. Celem zminimalizowania wpływu

czynników przyżyciowych na parametry jakości mięsa zwierzęta utrzymywane były w jednakowych warunkach środowiskowych i żywieniowych. Uboj następował po uzyskaniu masy ciała około 100 kg. Po 24 godz. od uboju z tusz wykrawano próbki mięsa, pakowano i transportowano z uboju do laboratorium Zakładu Technologii Mięsa SGGW w Warszawie, gdzie przechowywano je w warunkach chłodniczych (2°C) przez kolejne 24 godz.. Po tym czasie dokonywano pomiaru pH mięsa przy użyciu pehametru CP-551, stosując zespoloną elektrodę szklano-kalomelową, oraz jasności barwy (parametr L*) metodą odbiciową przy użyciu spektrometru Minolta CR-200. W celu wyznaczenia składowych barwy metodą KAO próbki mięsa (o grubości około 2 cm) umieszczano w statywie standaryzującym warunki oświetlenia (oświetlenie halogenowe 3 x 20 W) i odległość próbki od obiektywu (50 cm), a następnie wykonywano na czarnym tle zdjęcia aparatem cyfrowym Olympus C1400L. Uzyskany obraz posłużył, po przetworzeniu przez kartę graficzną i poddaniu analizie matematyczno-statystycznej, do wyznaczenia składowych barwy R, G, B (ang. red, green, blue – czerwona, zielona, niebieska) oraz marmurkowatości mięsa.

Po wykonaniu powyższych oznaczeń część próbki mięsa (około 300 g) rozdrabniano dwukrotnie w wilku laboratoryjnym z siatką o średnicy otworów 5 mm, a następnie dokładnie mieszano w celu ujednoczenia. W tak przygotowanym materiale oznaczano: ilość wycieku po obróbce termicznej (ogrzewając 30 g próbkę mięsa w przykrytej zlewce, w temp. 72°C przez 30 min), zdolność utrzymywania wody własnej metodą bibułową Grau'a i Hamma, zmodyfikowaną przez Pohja i Niinivaarę [22] oraz zawartość wody [17], białka metodą Kjeldahla [19], tłuszczu metodą Soxhleta [18] i barwników hemowych ogółem metodą Hornsey'a [9]. Pozostała nierozdrobniona część mięśnia najdłuższego (około 300 g) posłużyła do wyznaczenia siły cięcia. Pomiaru dokonywano przy użyciu maszyny wytrzymałościowej ZWICKI typ 1120 z zastosowaniem elementu tnącego Warnera-Bratzlera. Maksymalną siłę cięcia odczytywano przy przesuwie głowicy 50 mm/min. Pomiaru wykonywano na kawałku mięśnia solankowanego (1% NaCl, 24 godz.), następnie ogrzewanego (76°C, 60 min) i wychłodzonego (4°C, 24 godz.). Badaniom poddawano próbki o wymiarach 20 x 40 x 20 mm (wyniki pomiaru przeliczano na 1 cm² przekroju próbki). Poddane obróbce termicznej próbki mięsa posłużyły również do przeprowadzenia oceny sensorycznej smaku, zapachu i konsystencji, stosując 5-punktową skalę ocen. Panel oceniający stanowili studenci i pracownicy Zakładu Technologii Mięsa SGGW w Warszawie, sprawdzeni pod względem wrażliwości sensorycznej i przeszkoleni w przeprowadzaniu tego typu ocen. Karta 5-punktowej skali ocen została opracowana także w ZTM SGGW.

Uzyskane wyniki poddano statystycznej analizie regresji i korelacji przy użyciu komputerowego programu Startgraphics 4.1.

Wyniki i dyskusja

Charakterystyka surowca

Analiza podstawowego składu chemicznego (zawartość wody, białka, tłuszczu i barwników hemowych ogółem) mięśnia najdłuższego badanych świń wskazuje (tab. 1) na typowe dla chudego mięsa wieprzowego wartości [10, 12, 16].

Tabela 1

Wyniki analizy fizykochemicznej i sensorycznej mięsa wieprzowego.
Results of physical-chemical analyses and a sensory evaluation of pork meat.

Oznaczenia / Determination parameters		$\bar{x} \pm SD$		
Podstawowy skład chemiczny / Basic chemical composition				
Zawartość wody / Water content	[%]	75,1	±	0,57
Zawartość białka / Protein content	[%]	21,7	±	0,78
Zawartość tłuszczu / Fat content	[%]	1,6	±	0,56
Zawartość barwników hemowych ogółem / Total content of hem pigments	[ppm heminy]	73,1	±	9,0
Wybrane wyróżniki jakości technologicznej Selected indicators of a technological quality of meat				
pH ^a		5,54	±	0,14
Jasność [L*] / Brightness [L*]		50,58	±	3,69
Zdolność utrzymywania wody własnej / Water holding capacity	[cm ² /g]	24,7	±	3,75
Ilość wycieku po obróbce termicznej / Co- oking loss	[%]	8,3	±	1,80
Siła cięcia / Cutting force	[N/cm ²]	26,7	±	7,13
Ocena sensoryczna / Sensory evaluation				
Smak / Taste	[pkt]	4,5	±	0,24
Zapach / Odour	[pkt]	4,6	±	0,26
Konsystencja / Texture	[pkt]	4,4	±	0,33

\bar{x} – wartość średnia / mean value, SD – odchylenie standardowe / standard deviation;
a – pomiar po 48 godz. od uboju / Measurement taken 48 hours after the slaughter

Oceniając jakość technologiczną mięsa (pH, zdolność utrzymywania wody własnej, ilość wycieku po obróbce termicznej, siła cięcia) wykazano, że badany surowiec cechował się dobrą jakością przerobową. Wartości pH kształtowały się średnio na poziomie charakterystycznym dla mięsa „normalnego”, nieobarczonego wadami jakościowymi (tab. 1). Natomiast jasność barwy (L*) przyjmowała wartości graniczne pomiędzy mięsem „normalnym” a DFD [20]. Stwierdzono ponadto duże zróżnicowanie jakości technologicznej mięsa pomiędzy poszczególnymi próbkami, spowodowane najprawdopodobniej wpływem zmienności cech osobniczych. Stwierdzono statystycz-

nie istotny wpływ kwasowości czynnej na jakość technologiczną mięsa oraz jej powiązanie z jasnością barwy. Wraz z obniżeniem pH mięsa, czemu towarzyszyło rozjaśnienie jego barwy, obserwowano pogorszenie zdolności utrzymywania wody własnej oraz zwiększenie siły cięcia. Wskazuje to, że kwasowość czynna jest ważnym czynnikiem wpływającym na jakość mięsa i potwierdza przydatność pomiaru pH i jasności barwy do szacowania jego jakości technologicznej.

Wyniki oceny sensorycznej wskazują na dobrą jakość badanej wieprzowiny (tab. 1). Uzyskane wyniki oceny mięsa poddanego obróbce termicznej (smak, zapach, konsystencja) przyjmowały wartości z przedziału 4,4 - 4,6 pkt.

Uzyskane w niniejszej pracy, metodą KAO, średnie wyniki pomiarów parametrów barwy mięsa i jego marmurkowatości przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Wyniki pomiarów składowych barwy mięsa wieprzowego metodą komputerowej analizy obrazu (KAO).

Measuring results of pork meat's colour components using a method of digital image analysis

Oznaczenia / Determination parameters		$\bar{x} \pm SD$		
<u>Składowe barwy / colour components</u>				
R		211	±	4,2
G		127	±	15,0
B		109	±	9,4
Marmurkowatość Marbling	[%]	0,21	±	0,245

\bar{x} – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

Odniesienie uzyskanych wyników pomiarów składowych barwy i marmurkowatości metodą KAO do wyników uzyskiwanych przez innych autorów jest utrudnione, bowiem wykorzystywanie tej metody pomiaru jest zagadnieniem nowym w analizie jakości mięsa wieprzowego. Wyniki wieloletnich prac badawczych nad zastosowaniem KAO do oceny jakości mięsa innych gatunków zwierząt wskazują, iż składowa barwy R przyjmuje zbliżone wartości niezależnie od rodzaju mięsa. Obserwuje się natomiast duże różnice w wartościach składowych G i B. Najmniejszym ich udziałem cechuje się mięso wołowe, natomiast największym mięso drobiowe (m. piersiowy). Mięso wieprzowe, stanowiące materiał badawczy niniejszej pracy, cechowało się wartościami składowych R, G, B zbliżonymi do wartości analogicznych składowych mięsa drobiowego (tab. 3).

Tabela 3

Srednie wartości składowych barwy mięsa różnych gatunków zwierząt wyznaczone metodą KAO.

Mean values of colour components of meat obtained from different animal species as determined by a DIA method

Rodzaj mięsa Meat type	Rodzaj mięśnia Type of muscle	Składowe barwy / colour components			Autorzy / Authors
		R	G	B	
Mięso wołowe Beef	m. <i>longissimus</i>	190 ± 9,7	49 ± 7,8	65 ± 8,6	Dasiewicz [3]
Mięso kurcząt Chicken meat	m. piersiowy breast muscle	213 ± 2,2	134 ± 5,8	100 ± 6,6	Florowski et al. [8]
	m. udowy drumstick muscle	209 ± 4,7	120 ± 9,3	95 ± 8,8	Florowski et al. [8]
Mięso indycze Turkey meat	m. piersiowy breast muscle	210 ± 7,6	112 ± 8,9	90 ± 8,6	Słowiński et al. *

* materiały niepublikowane. Wyniki badań własnych pracowników Zakładu Technologii Mięsa SGGW w Warszawie;

* non-published materials. Results of individual measurements taken by the Team of Meat Technology Department, SGGW¹ Warsaw.

Wykorzystanie pomiarów barwy i marmurkowatości mięsa wieprzowego metodą KAO do oceny jego jakości

W celu określenia zależności pomiędzy składowymi barwy oraz marmurkowatością mięsa mierzonymi metodą KAO a wyróżnikami jego jakości przeprowadzono analizę regresji i korelacji. W przypadkach statystycznie istotnych zależności wyznaczono równania regresji liniowej, które umożliwiają szacowanie jakości mięsa wieprzowego (tab. 4).

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, iż do oceny jakości technologicznej mięsa wieprzowego można wykorzystać składowe barwy G i B wyznaczone metodą KAO. Stwierdzono bowiem, że są one statystycznie istotnie skorelowane ze zdolnością utrzymywania wody własnej mięsa. Dodatnia wartość współczynników korelacji wskazuje, że wraz ze wzrostem składowych G i B obserwuje się wzrost wartości wyróżnika określającego zdolność utrzymywania wody własnej. Pogorszeniu ulega więc jakość technologiczna mięsa. Również statystycznie istotna jest zależność pomiędzy składową barwą G a pH mięsa, gdyż wyższej wartości składowej barwy G odpowiada gorsza jakość mięsa (niskie pH charakterystyczne dla mięsa obarczonego wadą PSE i ASE).

¹ SGGW – Warsaw Agricultural University

Tabela 4

Analiza korelacji pomiędzy barwą i marmurkowatością mięsa wieprzowego, wyznaczonymi metodą KAO, a wybranymi wyróżnikami jego jakości.

Analysis of statistical correlations between the colour and marbling of pork meat determined by DIA, and some selected indicators of the meat quality

Zmienna y 'y' variable	Składowe barwy wyznaczone metodą KAO Colour components determined by DIA Zmienna x / 'x' variable			Marmurkowatość Marbling
	R	G	B	
Zawartość wody Water content	-0,12	-0,34** $y = -0,01x + 76,76$	-0,14	0,08
Zawartość białka Protein content	0,01	0,20	0,21	-0,27* $y = -0,87x + 21,93$
Zawartość tłuszczu Fat content	0,13	0,12	0,01	0,52** $y = 1,19x + 1,38$
Zawartość barwników hemowych ogółem Total content of hem pigments	0,01	-0,33** $y = -0,20x + 98,64$	-0,24* $y = -0,23x + 98,42$	-0,02
pH ^a	-0,07	-0,24* $y = -0,002x + 5,82$	-0,12	0,24* $y = 0,14x + 5,51$
Zdolność utrzymywania wody własnej Water holding capacity	0,19	0,39** $y = 0,14x + 6,71$	0,27* $y = 0,12x + 11,93$	-0,10
Ilość wycieku po obróbce termicznej Cooking loss	0,02	0,12	0,19	0,17
Siła cięcia / Cutting force	-0,02	0,15	-0,03	-0,30* $y = -8,84x + 28,52$
Smak / Taste	0,15	0,05	0,13	-0,01
Zapach / Odour	0,28* $y = 0,02x + 0,80$	0,10	0,27* $y = 0,01x + 3,75$	-0,02
Konsystencja / Tex- ture	0,11	-0,18	0,19	0,12

a – pomiar po 48 godz. od uboju / measurement taken 48 hours after the slaughter;

* – współczynnik korelacji statystycznie istotny na poziomie $\alpha = 0,05$;

* – statistically significant correlation coefficient at $\alpha = 0,05$;

** – współczynnik korelacji statystycznie istotny na poziomie $\alpha = 0,01$;

** – statistically significant correlation coefficient at $\alpha = 0,01$.

W ocenie jakości technologicznej mięsa wieprzowego może być również przydatny pomiar jego marmurkowatości. Jej poziom był dodatnio skorelowany z pH mięsa, a ujemnie z jego siłą cięcia. Wskazuje to na pozytywny wpływ marmurkowatości na jakość mięsa wieprzowego, bowiem wraz ze wzrostem jej poziomu charakteryzowało się ono wyższym pH i lepszymi parametrami tekstury.

W niniejszej pracy stwierdzono ponadto przydatność pomiaru marmurkowatości mięsa metodą KAO do szacowania zawartości białka i tłuszczu w mięsie. Wzrostowi marmurkowatości mięsa wieprzowego towarzyszyło istotne obniżanie zawartości białka i podwyższanie zawartości tłuszczu. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała jednocześnie, że oznaczanie barwy metodą KAO ma niską przydatność do szacowania podstawowego składu chemicznego mięsa. Stwierdzono jedynie istotne zależności pomiędzy składową barwą G a zawartością wody, gdzie wraz ze zmniejszeniem wartości składowej barwy G obserwowano wzrost zawartości wody.

Analizując korelacje pomiędzy wynikami komputerowego pomiaru obrazu a wartościami barwników hemowych ogółem w mięsie wieprzowym wykazano, że metoda ta może być stosowana do szacowania ich zawartości w mięsie wieprzowym. Wraz ze wzrostem wartości składowych barwy G i B odnotowywano bowiem istotne obniżenie zawartości barwników w mięsie.

Metoda KAO okazała się mało przydatna do szacowania takich cech sensorycznych mięsa wieprzowego, poddanego obróbce termicznej, jak smak i konsystencja. Stwierdzono natomiast, że statystycznie istotne, dodatnie zależności wystąpiły pomiędzy składowymi barwy R i B a notami uzyskiwanymi za zapach.

Na podobną do uzyskanej w niniejszej pracy przydatność KAO do oceny jakości mięsa wskazują badania Sakowskiego i wsp. [23], oraz Dasiewicz i wsp. [4, 5, 7]. Prowadząc badania nad oceną jakości mięsa wołowego stwierdzili oni, że metoda ta może być pomocna w ocenie jego jakości technologicznej. Ze składowymi barwy wyznaczonymi tą metodą, w szczególności ze składową R, korelowało bowiem wiele ważnych wyróżników jakości technologicznej, m.in. zawartość białka, pH, wodochłonność, ilość wycieku po obróbce termicznej, jak również twardość oraz wyniki oceny sensorycznej smaku i konsystencji. Natomiast badania Florowskiego i wsp. [8] nad oceną jakości mięsa kurcząt wskazały na brak jednoznacznych zależności pomiędzy składowymi barwy wyznaczonymi metodą KAO a wyróżnikami jakości technologicznej, co wpływa na ograniczoną możliwość zastosowania tej metody do oceny jakości mięsa kurcząt. Autorzy stwierdzili jedynie przydatność pomiaru składowej barwy G do szacowania zawartości białka oraz składowej barwy B do szacowania zawartości barwników hemowych ogółem. Można zatem przypuszczać, iż różne opinie na temat możliwości zastosowania KAO do oceny jakości mięsa wynikają z cech związanych z badanym surowcem i ich wpływem na barwę mięsa, a mianowicie szybkością

i zakresem zmian poubojowych, zawartością barwników hemowych, zawartością tłuszczu śródmięśniowego i dominującym typem włókien mięśniowych.

Wnioski

1. Stwierdzone statystycznie istotne korelacje pomiędzy składowymi barwy G i B a zdolnością utrzymywania wody własnej oraz składową G a pH mięsa wskazują na możliwość zastosowania ich pomiaru w szacowaniu jakości technologicznej mięsa wieprzowego.
2. Obserwowane statystycznie istotne zależności pomiędzy marmurkowatością mięsa oznaczoną metodą KAO a zawartością w nim białka i tłuszczu wskazują na możliwość zastosowania pomiaru tego wyróżnika do szacowania składu chemicznego mięsa wieprzowego.
3. Statystycznie istotne korelacje pomiędzy składowymi barwy G i B wyznaczonymi metodą KAO a zawartością barwników hemowych ogółem dają możliwość stosowania tej metody do szacowania zawartości barwników w mięsie wieprzowym.

Literatura

- [1] Anonim: Ofertę stanowią różne metody pomiarowe. Ocena stanu PSE półtuszy wieprzowych. Mięso i Wędliny, 1993, 1, 25.
- [2] Anonim: Nowa metoda obiektywnej oceny marmurkowatości mięsa wołowego. Mięso i Wędliny, 1996, 4, 29-30.
- [3] Dasiewicz K.: Badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa wołowego. Praca doktorska, SGGW, Warszawa 2001.
- [4] Dasiewicz K., Słowiński M., Sakowski T.: Próba zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa wołowego. Mięso i Wędliny, 1998, 4, 40-44.
- [5] Dasiewicz K., Słowiński M., Maczuga Cz.: Marmurkowatość a jakość wołowiny pozyskiwanej z młodego bydła typu mięsnego i mlecznego. Przem. Spoż., 2002, 7(56), 26-28.
- [6] Dasiewicz K., Słowiński M., Sakowski T., Oprządek J., Wiśnioch A., Dymnicki E., Słoniewski K.: Próba zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa buhajków ras mięsnych. Materiały XXXIII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Lublin, 2002, s. 157.
- [7] Dasiewicz K., Słowiński M., Wiśnioch A., Sakowski T.: Badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu i metod tradycyjnych do oceny jakości mięsa wołowego pochodzącego z różnych ras. Materiały Konferencji Naukowej „Perspektywy produkcji mięsa wołowego w aspekcie przystąpienia Polski do UE” Leszno 28-29 września 2000.
- [8] Florowski T., Słowiński M., Dasiewicz K.: Colour measurements as a method for the estimation of certain chicken meat quality indicators. Elec. J. Pol. Agric. Univ., 2002, vol. 5; Series: Food Sci. Technol.
- [9] Hornsey M.: The colour of cooked cured pork. J. Sci. Food Agric., 1956, 9 (7), 534.
- [10] Kapelański W., Bocian M.: Ważna jest nie tylko ilość, ale także jakość mięsa. Trzoda Chlewna, 1997, 10 (35), 31-35
- [11] Kortz J.: Ocena i wykorzystanie surowców rzeźnych. Wyd. AR. Szczecin 1997, 47.

- [12] Krasnowska G., Górka I., Łakomic K.: Ocena wybranych cech jakościowych mięsa tuczników trzody chlewnej. Materiały XXVII Sesji Naukowej KTiChZ PAN, Szczecin, 1996, s. 42-46.
- [13] Kubiak A., Fornal Ł.: Komputerowe systemy analizy obrazu w przemyśle spożywczym. Przem. Spoż., 1995, **5(49)**, 164.
- [14] Makała H.: Komputerowa analiza obrazu w ocenie surowców i gotowej żywności. Przem. Spoż., 1995, **5(49)**, 158-163.
- [15] Makała H.: Komputerowa analiza obrazu w technologii żywności ze szczególnym uwzględnieniem technologii mięsa. Gosp. Mięś., 1996, **9(48)**, 24-28.
- [16] Orzechowska B., Różycki M., Tyra M.: Porównanie cech jakościowych różnych ras świń. Roczn. Nauk. Zoot., 1996, **23(3)**, 17-26.
- [17] PN-73/A-82110. Oznaczanie zawartości wody.
- [18] PN-73/A-82111. Oznaczanie zawartości tłuszczu.
- [19] PN-75/A-04018. Oznaczanie zawartości azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [20] Pospiech E.: Diagnozowanie odchyłeń jakościowych mięsa. Gosp. Mięś., 2000, **4(52)**, 68-71.
- [21] Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Rzosińska E., Szalata M., Mikołajczak B., Pietrzak M., Medyński A., Bartkowiak Z., Michalak N., Stefańska D.: Prawidłowa klasyfikacja jakości mięsa wieprzowego - odróżnianie mięsa 'kwaśnego' od wodnistego typu PSE. Trzoda Chlewna, 1998, **6**, 68-72.
- [22] Praca zbiorowa: Metody analizy żywności. WPLiS. Warszawa 1967, s. 430-437
- [23] Sakowski T., Cytowski J., Słowiński M.: Komputerowa analiza obrazu w obiektywnej ocenie wartości rzeźnej bydła i mięsa wołowego. Przegl. Hod., 1996, **43**, 9.
- [24] Sönnichsen M., Dobrowolski A., Höreth R., Branscheid W.: Videobildauswertung an Schweinehälften. Fleischwirt., 2002, **1**, 98-101.
- [25] Strzelecki J., Borzuta K.: Objawy PSE w tuszy wieprzowej oraz przemysłowa metoda selekcji jakościowej mięsa. Gosp. Mięś., 2002, **12(54)**, 26-28.
- [26] Wichłacz W., Krzywicki K.: Barwa mięsa wołowego. Gosp. Mięś., 1986, **2(38)**, 16-18.

AN ATTEMPT TO APPLY DIGITAL IMAGE ANALYSIS TO ESTIMATE THE PORK MEAT QUALITY

S u m m a r y

The objective of the study was to determine relations occurring between the pork meat's colour components (R, G, B), the marbling as measured by a digital image analysis (DIA) and some selected indicators of its technological quality. The results obtained confirmed the usefulness of the digital image analysis for estimating the pork meat quality. The efficiency of this method was also supported by some statistically significant correlations determined, i.e. the correlation between the two colour components 'G' and 'B' and the meat's capacity of holding water; the 'G' colour component & the marbling and the pH value of meat; and the correlation existing between the meat's marbling and the cutting force. Additionally, the results obtained showed that the DIA method could be successfully applied to estimate a chemical composition of meat. Statistically significant correlations were stated between the 'B' colour component and water content, as well as between the marbling and the protein and fat contents, and, finally, between the two colour components 'G' and 'B', and the total content of hem pigments.

Key words: pork meat, quality measurements, digital image analysis. ☒