

MARTA CHMIEL, KRZYSZTOF DASIEWICZ, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI

## WPLYW ROZDROBNIENIA MIĘSA WOŁOWEGO NA DOKŁADNOŚĆ SZACOWANIA ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU METODĄ KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU

### Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu rozdrobnienia mięsa wołowego na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu (KAO). Wykonano zdjęcia badanego drobnego mięsa wołowego pozyskanego z linii rozbiorowej, następnie każdą próbkę rozdrobniono w wilku z siatką o średnicy otworów 10 mm i ponownie wykonano zdjęcia. Na podstawie uzyskanych fotografii przeprowadzono komputerową analizę obrazu. W badanym mięsie oznaczono także zawartość tłuszczu odwoławczą metodą Soxhleta. Parametry wyznaczone metodą KAO (tj. składowe barwy RGB tłuszczu oraz udział pól białych – odpowiadających tkance tłuszczowej i łącznej) skorelowano z zawartością tłuszczu. Analiza statystyczna otrzymanych wyników wykazała istotne zależności pomiędzy udziałem pól białych a zawartością tłuszczu, zarówno w przypadku mięsa nierozdrobnionego, jak i rozdrobnionego. Zbliżone wartości współczynników korelacji odnoszące się do mięsa wołowego nierozdrobnionego i rozdrobnionego pozwalają stwierdzić, że stopień rozdrobnienia nie ma dużego wpływu na dokładność szacowania w nim zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu.

**Słowa kluczowe:** mięso wołowe, tłuszcz, komputerowa analiza obrazu

### Wprowadzenie

Zróżnicowana zawartość tłuszczu w surowcu jest istotnym problemem w przemyśle mięsnym. Zawartość tego składnika w mięsie decyduje o jego wartości użytkowej, gdyż w znaczącym stopniu wpływa na wyróżniki jakości technologicznej tj. ilość wycieku po obróbce termicznej, zdolność wiązania wody własnej, teksturę, soczystość i smakowitość [4].

Drobne mięso pozyskiwane z rozbioru i wykrawania tusz wołowych odznacza się dużą zmiennością zawartości tkanki tłuszczowej, jak również jakości technologicznej. Stosowana w przemyśle mięsnym ocena wizualna zawartości tłuszczu dokonywana

---

*Mgr inż. M. Chmiel, dr inż. K. Dasiewicz, dr hab. M. Słowiński, prof. SGGW, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

przez pracownika obarczona jest dużym błędem. Potrzebne są więc szybkie i proste metody szacowania zawartości tego składnika. Coraz częściej stosowaną w tym celu metodą jest komputerowa analiza obrazu (KAO) [2, 14, 28].

Komputerowa analiza obrazu znalazła zastosowanie do przyżyciowej oceny wartości i użytkowości rzeźnej bydła. Może być wykorzystywana do badania mięsności tusz i półtuszy wołowych, wieprzowych czy też owczych [17, 21, 23]. Zastosowanie KAO pozwala na podział, z dostateczną dokładnością, na klasy handlowe tusz wołowych pochodzących od zwierząt różnych genotypów [1]. W technologii mięsa może być ona także wykorzystywana do oceny jakości mięsa wołowego [7, 19, 21, 27], drobiowego [25] i wieprzowego [4, 9, 18, 20, 26]. Na podstawie badań stwierdzono przydatność komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu w drobnym peklowanym (lub nie) mięsie wieprzowym klasy II [5, 6].

Badania prowadzone przez wielu autorów na mięsie wołowym potwierdzają możliwość szerokiego zastosowania KAO w technologii mięsa [8, 16, 24, 27]. KAO wykorzystana została do oceny barwy, marmurkowatości i grubości warstwy tłuszczu w mięsie wołowym [11].

Celem niniejszych badań była ocena wpływu rozdrobnienia mięsa wołowego na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu.

### **Material i metody badań**

Material do badań stanowiło mięso wołowe pozyskane w warunkach przemysłowych z wykrawania i obróbki 3 elementów zasadniczych: karkówki, dolnej zrazowej oraz skrzydła, różniących się zawartością tłuszczu.

Badania wykonywano w dwóch etapach. Badania wstępne (etap 1), dotyczące wyboru warunków wykonywania zdjęć do komputerowej analizy obrazu (KAO), prowadzono z zastosowaniem 9 kombinacji rodzaju oświetlenia (halogenowe, żarowe, jarzeniowe) oraz tła (czarne, niebieskie, zielone). Na podstawie uzyskanych wyników za optymalne podczas wykonywania zdjęć uznano zastosowanie oświetlenia halogenowego oraz tła niebieskiego.

Badania właściwe (2 etap) obejmowały: pozyskanie zdjęć, przeprowadzenie na ich podstawie komputerowej analizy obrazu mięsa nierozdrobnionego, tzw. drobnego, oraz rozdrobnionego w wilku, a także oznaczenie w mięsie zawartości tłuszczu odwoławczą metodą Soxhleta.

Badania wykonano na 36 próbkach mięsa, po 12 z każdego elementu. Każdorazowo analizie poddawano próby mięsa drobnego pozyskiwanego z linii rozbiorowej, o masie około 5 kg, które przekładano do pojemnika i po wyrównaniu powierzchni umieszczano w stanowisku pomiarowym. Zdjęcia badanego mięsa wykonywano aparatem cyfrowym Olympus 1400L, w warunkach ustalonych w etapie 1. Następnie każdą próbkę rozdrabniano w wilku z siatką o średnicy otworów 10 mm i fotografowano. Po

wykonaniu zdjęć każdorazowo pobierano reprezentatywne próbki mięsa, które rozdrabniano dwukrotnie w wilku laboratoryjnym przy użyciu siatki o średnicy otworów 3 mm i dokładnie mieszano. Tak przygotowane próbki posłużyły do oznaczania zawartości tłuszczu odwoławczą metodą Soxhleta [22].

Stosując program analityczny Carne ver. 2.2. [15], na uzyskanych zdjęciach określono udział pól białych oraz przeprowadzono analizę składowych barwy R, G, B tłuszczu mięsa drobnego oraz rozdrobnionego.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykorzystując program Statgraphics 4.1, Weryfikację prowadzono na poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$  [10].

### Wyniki i dyskusja

Drobne mięso wołowe pozyskuje się z rozbioru i wykrawania tusz. Odnacza się ono dużą zmiennością zawartości tkanki tłuszczowej. W niniejszych badaniach największą zawartością tłuszczu charakteryzowało się mięso pozyskane z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej (24,1 %). Istotnie mniejszą zawartość tłuszczu oznaczono w mięsie pozyskanym z karkówki – 5,0 %. Pośrednią zawartość tłuszczu stwierdzono w mięsie ze skrzydła – wynosiła ona 15,1 %. Oznaczona zawartość tłuszczu w mięsie pozyskanym z karkówki była porównywalna z wynikami badań prowadzonych przez innych autorów na tym samym elemencie, natomiast zawartość tłuszczu w mięsie pozyskanym z dolnej zrazowej i skrzydła była większa [12, 13]. Rozbieżności w otrzymanych wynikach mogły być spowodowane różnicami w stopniu przetłuszczenia mięsa pozyskanego z wykrawania i obróbki tych elementów, a także zmiennością osobniczą między zwierzętami, z których pozyskiwane było mięso.

Wykonane w etapie 2. zdjęcia nierozdrobnionego (tzw. drobnego) i rozdrobnionego (w wilku) mięsa wołowego, pozyskanego z wykrawania i obróbki 3 elementów zasadniczych, poddano analizie za pomocą programu komputerowego. Wyznaczono składowe barwy RGB tłuszczu (ang. *Red* – czerwona, *Green* – zielona, *Blue* – niebieska) oraz określono udział pól białych występujących na obrazie – odpowiadający tkance tłuszczowej i łącznej.

Średni udział pól białych na zdjęciach badanego mięsa wołowego, nierozdrobnionego oraz rozdrobnionego i wartości średnie składowych barwy RGB tłuszczu, wyznaczone metodą KAO, zestawiono w tab. 1.

W celu zbadania możliwości szacowania zawartości tłuszczu metodą KAO przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy składowymi barwy RGB tłuszczu a zawartością tego składnika oszacowaną metodą odwoławczą. Uzyskane wartości współczynników korelacji odnoszące się do badanego drobnego i rozdrobnionego mięsa wołowego wskazują na istotne zależności (tab. 2). Najwyższy współczynnik korelacji i determinacji dotyczył składowej  $G_t$  (tłuszczu). Wyliczone zależności wskazują na możliwość szacowania zawartości tłuszczu, zarówno w przypadku mięsa nierozdrobnionego, jak

i poddanego rozdrobnieniu w wilku, za pomocą metody KAO, w określonych warunkach pomiarowych.

Tabela 1

Średni udział pól białych oraz średnie wartości składowych barwy R, G, B tłuszczu, wyznaczone metodą KAO, nierozdrobnionego oraz rozdrobnionego mięsa wołowego pozyskanego z wykrawania i obróbki wybranych elementów zasadniczych ( $\bar{X} \pm SD$ ).

Average content of white fields and average values of fat colour components R, G, B as determined by VIA method, of non-ground and ground meat obtained while trimming and cutting selected retail cuts ( $\bar{X} \pm SD$ ).

Karkówka Chuck	Dolna zrazowa Bottom rump	Skrzydło Top round	Karkówka Chuck	Dolna zrazowa Bottom rump	Skrzydło Top round
Nierozdrobnione w wilku mięso wołowe Beef not ground in grinder			Rozdrobnione mięso wołowe Ground beef		
Udział pól białych / Content of white fields [%]					
11,0 ± 1,6	19,5 ± 3,9	15,8 ± 2,6	2,3 ± 0,5	14,1 ± 1,4	13,3 ± 1,1
R <sub>t</sub>					
232,3 ± 3,4	230,4 ± 2,9	231,1 ± 3,3	238,5 ± 2,6	232,5 ± 1,5	234,1 ± 0,8
G <sub>t</sub>					
173,6 ± 5,2	163,9 ± 5,2	168,4 ± 6,0	176,9 ± 3,4	164,7 ± 2,6	171,3 ± 3,8
B <sub>t</sub>					
154,3 ± 4,9	134,9 ± 6,0	146,7 ± 6,3	123,0 ± 3,0	140,7 ± 3,3	153,1 ± 3,9

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{X} \pm SD$  - wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation

Tabela 2

Współczynniki korelacji między składowymi barwy wyznaczonymi metodą komputerowej analizy obrazu a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą Soxhleta w badanym mięsie wołowym.

Coefficients of correlation between colour components determined by video image analysis method and fat content determined by Soxhlet method in beef under analysis.

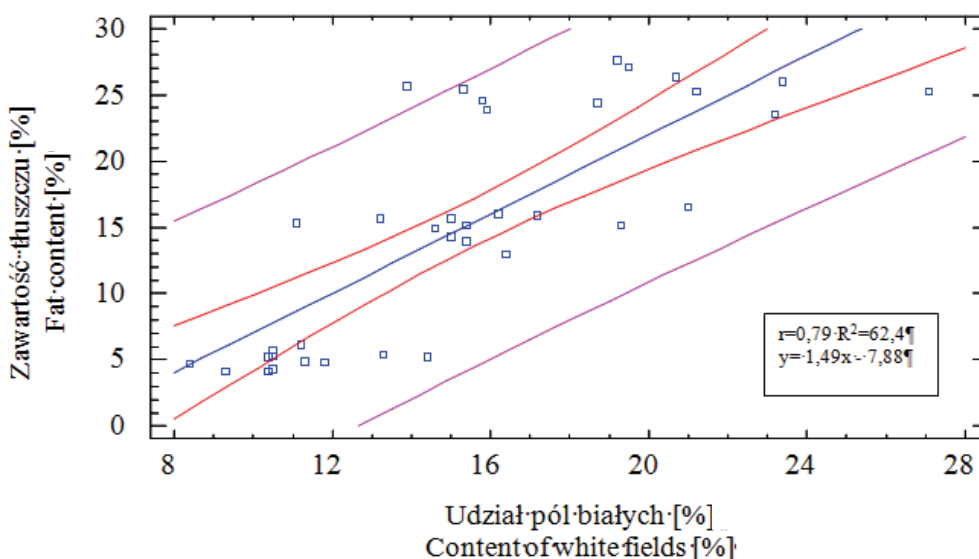
Składowe barwy wyznaczone metodą KAO Colour components determined by VIA	Nierozdrobnione mięso wołowe Non-ground beef	Rozdrobnione mięso wołowe Ground beef
R <sub>t</sub>	-0,36*	-0,81*
G <sub>t</sub>	-0,60*	-0,85*
B <sub>t</sub>	-0,52*	-0,81*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\*korelacja statystycznie istotna przy  $\alpha \leq 0,05$  / correlation statistically significant at  $\alpha \leq 0,05$

W celu zbadania wpływu rozdrobnienia mięsa wołowego na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy udziałem pól białych (odpowiadających tkance tłuszczowej i łącznej) a zawartością tłuszczu oznaczonego metodą odwoławczą.

Przeprowadzona analiza statystyczna pomiędzy udziałem pól białych a zawartością tłuszczu wykazała istotne zależności. Wyliczone współczynniki korelacji i determinacji odnoszące się do mięsa nierozdrobnionego i rozdrobnionego wynosiły odpowiednio:  $r = 0,79^*$  i  $R^2 = 62,4\%$ ;  $r = 0,87^*$  i  $R^2 = 75,7\%$  (rys. 1 i 2). Zbliżone wartości współczynników korelacji i determinacji wskazują, że stopień rozdrobnienia mięsa wołowego nie miał wpływu na dokładność szacowania w nim zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu.

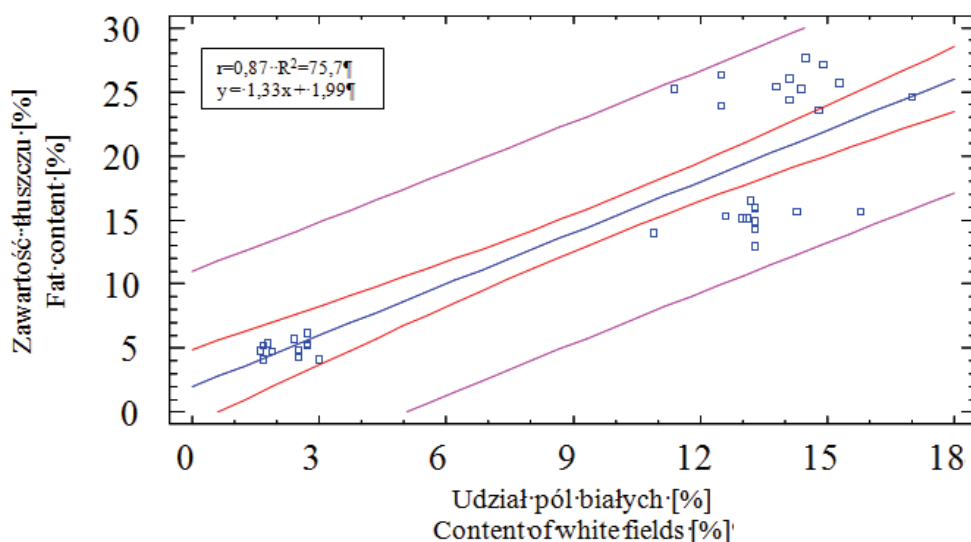


Rys. 1. Krzywa regresji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonym metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą Soxhleta w badanym nierozdrobnionym mięsie wołowym.

Fig. 1. Regression curve of content of white spots determined using VIA method and fat content determined by the Soxhlet method in the analyzed unground in grinder beef.

Zależności te są podobne do zaobserwowanych w badaniach mięsa wieprzowego klasy II [3], w przypadku którego autorzy także wykazali istotne korelacje w mięsie poddanym rozdrobnieniu. Współczynniki korelacji były jednak niższe od uzyskanych w niniejszych badaniach. Mogło to być spowodowane różnicami w barwie mięsa oraz tłuszczu wieprzowego i wołowego. Mięso wołowe charakteryzuje się ciemniejszą barwą, tłuszcz jest natomiast barwy białej bądź żółtej, w związku z czym na zdjęciach widoczny jest większy kontrast pomiędzy barwą tkanki tłuszczowej i mięśniowej.

W przypadku mięsa wieprzowego kontrast pomiędzy tkankami tłuszczową i mięśniową jest mniejszy, gdyż tłuszcz wieprzowy może charakteryzować się różowoczerwonym zabarwieniem. Podczas przeprowadzania KAO zdjęć mięsa wołowego program analityczny dokładniej określa udział pól białych. Ponadto tłuszcz wołowy charakteryzuje się twardszą konsystencją, więc podczas rozdrabniania w większym stopniu zostaje zachowana jego struktura, a na analizowanym zdjęciu widoczne są wyraźne białe obszary. Bardziej miękka konsystencja tłuszczu wieprzowego powoduje jego rozmywanie się podczas rozdrabniania oraz zmniejszenie różnic w barwie tkanki tłuszczowej i mięśniowej. W konsekwencji na zdjęciach rozdrobnionego mięsa wieprzowego program analityczny nie rozpoznaje z tak dużą dokładnością udziału pól białych.



Rys. 2. Krzywa regresji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonym metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą Soxhleta w badanym rozdrobnionym mięsie wołowym.

Fig. 2. Regression curve demonstrating the correlation between the content of white fields as determined by VIA method and the fat content as determined by Soxhlet method in the ground beef under analysis.

## Wnioski

1. Istnieje możliwość wykorzystania komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu w mięsie wołowym nierozdrobnionym (drobnym) i rozdrobnionym w wilku, na co wskazują stwierdzone istotne korelacje pomiędzy składowymi barwy RGB tłuszczu, udziałem pól białych a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą Soxhleta.

2. Zbliżone wartości współczynników korelacji pomiędzy udziałem pól białych a zawartością tłuszczu w mięsie nierozdrobnionym (drobnym) i rozdrobnionym w wilku pozwalają stwierdzić, że stopień rozdrobnienia mięsa wołowego nie ma wpływu na dokładność szacowania w nim zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu.

*Praca finansowana z grantu nr N312 239435 MNiSzW w latach 2008-2010.*

### Literatura

- [1] Branscheid W., Dobrowolski A., Szindler M., Augustini C.: Apparative Klassifizierung und Erfassung des Schlachtwertes beim Rind mit Hilfe der Videobildanalyse. Fleischwirtschaft, 1998, **78 (10)**, 1046-1050.
- [2] Cheng J.D., Sun D.W.: Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. Trends Food Sci. Technol., 2004, **15**, 230-249.
- [3] Dasiewicz K., Mierzwińska I.: The use of a computer digital analysis for evaluating the quality of pork trimmings. Technologia Alimentaria, 2006, **5 (2)**, 85-92.
- [4] Dasiewicz K., Pisula A., Cegiełka A.: The use of computer image analysis for pork trimmings quality evaluation under industrial conditions. Animal Sci. Proc., 2007, **1**, 31-32.
- [5] Dasiewicz K., Pisula A., Flis A.: Próba zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny jakości drobnego mięsa wieprzowego klasy II. Roczn. IPMIT, 2004, **TXLI**, 53-61.
- [6] Dasiewicz K., Pisula A., Słowiński M., Noga A.: Zastosowanie komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości peklowanego drobnego mięsa wieprzowego klasy II. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **4 (59)**, 52-60.
- [7] Dasiewicz K., Słowiński M., Sakowski T., Oprządek J., Wiśnioch A., Dymnicki E., Słoniewski K.: The attempt of Video Image Analysis use for estimation of meat quality of beef breeds bulls. EJPAU. Series Food Sci. Technol., 2003, **6**, issue 2.
- [8] Dasiewicz K., Słowiński M., Walasek M., Cegiełka A.: The use of colour measurements for determining the quality of meat from young cattle and culled cows. Animal Sci. Proc., 2007, **1**, 33-34.
- [9] Faucitano L., Huff P., Teuscher F., Garipey C., Wegner J.: Application of computer image analysis to measure pork marbling characteristics. Meat Sci., 2005, **69**, 537-543.
- [10] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu i żywności. PWN, Warszawa 1984.
- [11] Gerrard D.E., Gao X., Tan J.: Determining beef marbling and color scores by image processing. J. Food Sci., 1998, **61**, 145-148.
- [12] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J.: Porównanie jakości różnych mięśni tusz młodego bydła rzeźnego rasy ncb. Gosp. Mięś., 2006, **58 (9)**, 16-18.
- [13] Grześkowiak E., Strzelecki J., Borzuta K., Borys A.: Jakość podstawowych elementów kulinarnych tusz młodego bydła. Gosp. Mięś., 2006, **58 (8)**, 30-33.
- [14] Gunasekaran S.: Computer vision technology for food quality assurance. Trends Int. Food Sci. Technol., 1996, **7**, 245-256.
- [15] Instrukcja programu komputerowego Carne ver 2.2., 2004.
- [16] Jackman P., Sun D. W., Allen P.: Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm. Meat Sci., 2009, **83**, 187-194.
- [17] Kien S.: Aparaturowa klasyfikacja tusz wołowych w systemie EUROP. Mięso i Wędliny, 2000, **8**, 28-32, 36.

- [18] Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard D. E.: Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Sci.*, 2000, **56**, 57-60.
- [19] Mendoza F., Dejmek P., Aguilera J.M.: Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Posth. Biology Technol.*, 2006, **41**, 285-295.
- [20] O'Sullivan M. G., Byrne D. V., Martens H., Gidskehaug L. H., Andersen H. J., Martens M.: Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 909-918.
- [21] Ovsen E.: Objective classification of beef carcass by a beef classification centre. Beef carcass and meat quality evaluation. Proc 42<sup>nd</sup> EAAP Annual Meeting, Dummerstorf-Rostock, Germany, 1991, pp. 115-122.
- [22] PN-ISO 1444: 2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu wolnego.
- [23] Rius-Vilarrasa E., Bünger L., Maltin C., Matthews K.R., Roehe R.: Evaluation of Video Image Analysis (VIA) technology to predict meat yield of sheep carcasses on-line under UK abattoir conditions. *Meat Sci.*, 2009, **82**, 94-100.
- [24] Shiranita K., Miyahima T., Takiyama R.: Determination of meat quality by texture analysis. *Pattern Rec. Letters*, 1998, **19**, 1319-1324.
- [25] Słowiński M.: Badania nad zastosowaniem szybkich, pośrednich metod do oceny jakości tuszek i mięsa drobiowego. *Rozprawy naukowe i monografie*. Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [26] Tan J.: Meat quality evaluation by computer vision. *J. Food Eng.*, 2004, **61**, 27-35.
- [27] Yoshikawa F., Toraichi K., Wada K., Nobuyuki O., Ostu N., Nakai H., Mitsumoto, M., Katagishi, K.: On a grading system for beef marbling. *Pattern Rec. Letters*, 2000, **21**, 1037-1050.
- [28] Zheng C., Sun D.W., Zheng L.: Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 2006, **17**, 642-655.

#### EFFECT OF BEEF GRINDING ON THE ACCURACY OF ESTIMATING FAT CONTENT WITH THE USE OF VIDEO IMAGE ANALYSIS

##### Summary

The objective of this research was to estimate the effect of beef grinding on the accuracy of estimating fat content using a computer-aided video image analysis. Photographs of the analyzed beef trimmings from the fabrication line were taken. Next, each meat sample was ground in a grinder with a plate having 10 mm openings and, again, photographs of the meat ground were taken. Based on the photographs taken, a computer-aided video image analysis was performed. Furthermore, in the meat analyzed, a reference fat content was determined using a standard Soxhlet method. The parameters as determined by the VIA method (i.e. the RGB colour values and the content of white fields – corresponding with the fat and connective tissue) were correlated with fat content determined by a reference method. The results obtained were statistically analyzed and this analysis disclosed significant dependencies between the content of white fields determined by the VIA method and the fat content determined by the Soxhlet method in the case of both the non-ground and the ground meat. The similar values of correlation coefficients referring to the non-ground and ground meat allow for the statement that the grinding degree has not a big effect on the accuracy of estimating the fat content therein using the computer-aided video analysis method.

**Key words:** beef, fat, video image analysis 