

KRZYSZTOF DASIEWICZ

Katedra Technologii Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## **BADANIA NAD WPŁYWEM RODZAJU OŚWIETLENIA NA DOKŁADNOŚĆ SZACOWANIA ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU METODĄ KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU W MODELOWYCH MIESZANINACH MIĘSA I TŁUSZCZU WIEPRZOWEGO\***

**Streszczenie.** Celem badań było ustalenie optymalnych warunków pomiarowych wykorzystywanych do szacowania zawartości tłuszczu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego metodą komputerowej analizy obrazu (KAO). Materiał do badań stanowiły modelowe mieszaniny mięso/tłuszcz o zmiennym udziale tkanki tłuszczowej. Podstawowy skład chemiczny mieszanin oznaczono, stosując odwoławcze metody analityczne. Metodą komputerowej analizy obrazu określono składowe barwy R, G, B obrazu oraz udział pól białych i czerwonych. Wykazano, że czynnikiem istotnie różnicującym udział pól białych i czerwonych oraz składowe barwy R, G, B badanych układów modelowych był rodzaj użytego oświetlenia. Niezależnie od udziału tłuszczu w badanych mieszaninach największe wartości współczynników korelacji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą komputerowej analizy obrazu a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta wyliczono z zastosowaniem oświetlenia halogenowego. Stwierdzone liczne zależności wskazują na możliwość wykorzystania tej metody do szacowania zawartości tłuszczu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego.

**Słowa kluczowe:** komputerowa analiza obrazu, mieszaniny modelowe, zawartość tłuszczu

### **Wstęp**

Zawartość tłuszczu jest jednym z wyróżników określających jakość mięsa i przetworów mięsnych. Ma on istotne znaczenie funkcjonalne, kształtując m.in.: teksturę, soczystość, smakowitość, jak również jest nośnikiem smaku produktu. Jego zawartość

---

\*Praca finansowana z grantu nr N N312 239435 Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2008-2010.

w mięsie powinna stanowić jeden z elementów ścisłej kontroli (ARNETH 2001). Monitoring surowca mięsnego pod względem cech jakościowych i zawartości tłuszczu może wyeliminować przypadkowość produkcji i przynieść pozytywne efekty ekonomiczne. Do kontroli zawartości tłuszczu w surowcu i gotowym wyrobie stosowane są metody analityczne oparte na pomiarach fizycznych lub techniki szybkiego oznaczania zawartości tłuszczu wykorzystujące np. automatyzację klasycznych metod ekstrakcyjnych. Do szybkiego oznaczania ilości tłuszczu w mięsie można stosować m.in.: metody spektroskopowe w bliskiej podczerwieni, analizę różnic ciężaru właściwego mięsa i tłuszczu, analizę wykorzystującą promieniowanie rentgenowskie (KOPEĆ 1998, TØGERSEN i IN. 1998, KŁOSSOWSKA 1999). Wymienione metody są często czasochłonne lub kosztowne i trudne do zastosowania w praktyce przemysłowej. Inną możliwością może być komputerowa analiza obrazu (KAO), która jest metodą zarówno szybką, jak i bezinwazyjną i tanią. W komputerowej analizie obrazu istotne jest, aby ustalić powtarzalne warunki pracy dla analizatora obrazu. Należy więc przed rozpoczęciem pomiarów właściwych określić optymalne warunki dla urządzenia rejestrującego obraz (MAKALA 1995, WOJNAR 2000). Wyznaczenie takiego parametru, jak oświetlenie (jego natężenie i rodzaj), jest podstawą uzyskania powtarzalnych i wiarygodnych wyników. Barwę światła określa się w stopniach temperatury barwy – kelwinach (K). Temperatura barwy światła słonecznego w południe wynosi od 5500 do 6000 K. Niemal we wszystkich sytuacjach najlepszym światłem do wykonywania zdjęć cyfrowych jest naturalne światło słoneczne. Jednak w warunkach doświadczalnych czy przemysłowych użycie takiego oświetlenia jest niemożliwe, wskazane jest więc użycie oświetlenia najbardziej zbliżonego do światła słonecznego. Ponadto istotnym parametrem jest ustawienie i rozproszenie światła, gdyż tylko przy poprawnym jego ustawieniu można poprawić kontrast obrazu, zmniejszyć odbicia, cień i zniekształcenia powstałe w czasie przetwarzania obrazu oraz uzyskać powtarzalne wyniki pomiarów (WOJNAR 2000, HEDGECOE 2002, ANG 2003, BROSNAN i SUN 2004).

Celem badań było określenie optymalnego rodzaju oświetlenia wykorzystywanego podczas szacowania zawartości tłuszczu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego metodą komputerowej analizy obrazu.

## Material i metody

Material do badań stanowiło mięso wieprzowe klasy I z szynki oraz słonina. Po rozdrobnieniu w wilku, z zastosowaniem siatki  $\varnothing$  20 mm, wykonano sześć modelowych mieszanin mięso/tłuszcz o zmiennym udziale tkanki tłuszczowej w zakresie od 0 do 100%, zgodnie z poniższym schematem:

- 1) 100% mięsa chudego, 0% słoniny (mieszanina 100/0),
- 2) 80% mięsa chudego, 20% słoniny (mieszanina 80/20),
- 3) 60% mięsa chudego, 40% słoniny (mieszanina 60/40),
- 4) 40% mięsa chudego, 60% słoniny (mieszanina 40/60),
- 5) 20% mięsa chudego, 80% słoniny (mieszanina 20/80),
- 6) 0% mięsa chudego, 100% słoniny (mieszanina 0/100).

Dasiewicz K., 2010. Badania nad wpływem rodzaju oświetlenia na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 5, #56.

---

Temperatura surowców przed rozdrobnieniem i po rozdrobnieniu nie była wyższa niż 7°C.

W standardowych warunkach pomiarowych wykonano fotografie mieszanin z wykorzystaniem oświetlenia halogenowego (cztery halogeny o mocy 35 W każdy), żarowego (cztery lampy żarowe, matowe, o mocy 40 W każda) i jarzeniowego (dwie lampy jarzeniowe o mocy 6 W i dwie o mocy 4 W, dające światło białe). Oświetlenie rozmieszczono w sposób zapewniający równomierne rozproszenie światła podczas wykonywania zdjęć. Cały układ połączono szeregowo, co umożliwiło oddzielne włączanie poszczególnych rodzajów oświetlenia. Oświetlenie zasilano prądem zmiennym o napięciu 220 V. Moc poszczególnych rodzajów oświetlenia dobrano tak, aby natężenie światła odbitego od powierzchni biało-czerwonej w konstruowanym układzie zawierało się w granicach 18-19 lx. Pomiaru natężenia światła dokonywano za pomocą światłomierza CDS Weimarlux. Zdjęcia wykonano aparatem cyfrowym Olympus C-1400L. Odległość obiektywu od fotografowanego obiektu wynosiła 500 mm, zdjęcia wykonywano na tle zielonym. Po wykonaniu zdjęć obraz zapisano na dysku komputera PC i poddano analizie z wykorzystaniem oprogramowania Carne 2.2. Na archiwizowanych fotografiach metodą komputerowej analizy obrazu określono procentowy udział pól białych, pól czerwonych, a także wartości składowych R, G, B.

Z każdej modelowej mieszaniny mięso/tłuszcz pobrano reprezentatywną próbkę, którą następnie dwukrotnie rozdrobniono w wilku laboratoryjnym z zastosowaniem siatki o średnicy otworów 3 mm. W tak przygotowanych próbkach przeprowadzono analizę ilościową podstawowych składników chemicznych, tj. białka (PN-75/A-04018:1975), tłuszczu (PN-ISO 1444:2000) i wody (PN-ISO 1442:2000), oraz dokonano oznaczenia składowych barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  w układzie CIELAB. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z pomocą programu Statgraphics 4.1, stosując jednoczynnikową analizę wariancji i analizę korelacji. Analizę szczegółową wykonywano z pomocą testu NIR dla poziomu istotności  $\alpha = 0,05$  (GAWĘCKI i WAGNER 1984, WÓJCIK i IN. 1984).

## Wyniki i dyskusja

Zawartość podstawowych składników chemicznych (wody, białka i tłuszczu) była zmienna, zróżnicowana i zależna od proporcji mięsa i tłuszczu w badanym układzie (tab. 1). Również średnie wartości składowych barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  były istotnie zróżnicowane w zależności od udziału tłuszczu w układzie (tab. 1). Wraz ze wzrostem udziału tłuszczu składowa barwa  $L^*$  wzrastała, natomiast w przypadku składowej barwy  $a^*$  stwierdzono zależność odwrotną. W przypadku składowej barwy  $b^*$  zanotowano wzrost jej wartości w przypadku układów od 100/0 do 60/40, po czym w mieszaninach od 40/60 zaobserwowano tendencję odwrotną. Wzrost zawartości tłuszczu w układzie, który cechuje się barwą od białej poprzez kremową do różowo-białej, powodował istotny wzrost parametru  $L^*$ . Podobne zależności wzrostu wartości składowej określającej jasność wraz z zawartością tłuszczu stwierdzili DASIEWICZ i MIERZWIŃSKA (2006), którzy prowadzili badania nad możliwością wykorzystania komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości drobnego mięsa wieprzowego.

Tabela 1. Zawartość podstawowych składników chemicznych i składowe barwy L\*, a\*, b\* modelowych mieszanin mięso/tłuszcz

Table 1. Chemical composition and colour value L\*, a\*, b\* of model mixtures meat/fat

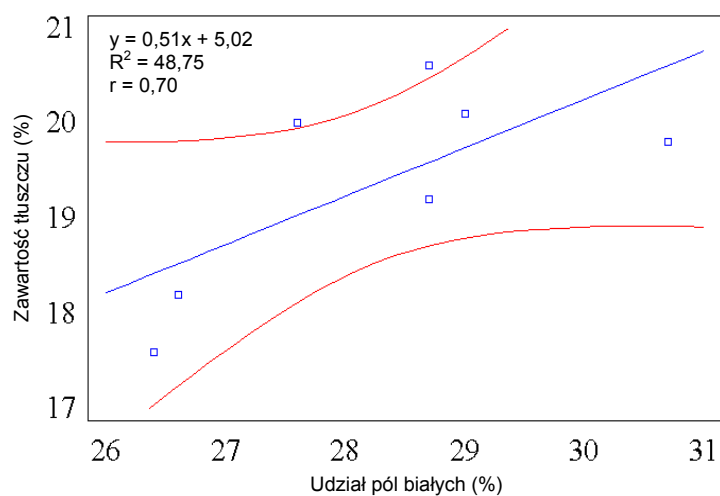
Modelowa mieszanina mięso/tłuszcz	Zawartość tłuszczu (%)		Zawartość białka (%)		Zawartość wody (%)		L*		a*		b*	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
100/0	3,0	0,6	20,9	0,7	74,9	1,1	45,2	2,6	12,4	1,7	3,6	0,6
80/20	19,4	1,1	16,4	1,0	63,0	0,8	61,3	2,6	11,0	1,8	8,9	1,0
60/40	34,7	2,0	13,8	0,8	49,9	2,1	66,4	2,0	10,5	1,7	9,0	1,4
40/60	53,1	2,7	10,4	1,3	34,7	2,3	73,4	1,7	7,6	1,3	8,3	1,2
20/80	70,7	2,5	5,9	1,1	21,5	2,1	76,4	1,6	5,9	1,0	7,4	0,7
0/100	86,8	1,0	2,1	0,5	9,8	1,7	79,1	0,7	3,7	0,6	5,5	0,6

$\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe.

Niezależnie od proporcji mięsa i tłuszczu w badanym układzie stwierdzono, że średnie wartości składowych R, G, B wyznaczone metodą komputerowej analizy obrazu były istotnie różnicowane przez zastosowane oświetlenie. Przy zastosowaniu oświetlenia halogenowego lub żarowego średnie wartości składowej R były większe od wartości uzyskanych z zastosowaniem oświetlenia jarzeniowego. Odwrotną zależność stwierdzono w przypadku składowych barwy G i B. Ich większe wartości oznaczono, stosując oświetlenie jarzeniowe. Uzyskane zależności mogą wynikać z faktu, iż silne, białe światło jarzeniowe może powodować zakłócenie proporcji barw mięsa, nadmiernie eksponując barwę białą. Wynikiem tego jest zarejestrowanie mniejszych wartości składowej R oraz większych G i B. Podobne zależności w badaniach przeprowadzonych na drobnym mięsie wieprzowym klasy II stwierdzili DASIEWICZ i SZYMAŃSKI (2005). W szacowaniu udziału pól białych opisujących tkankę tłuszczową i łączną również wykazano istotne zróżnicowanie w zależności od zastosowanego oświetlenia. Niezależnie od udziału tłuszczu w analizowanej modelowej mieszaninie mięso/tłuszcz z zastosowaniem oświetlenia jarzeniowego określano istotnie większy udział pól białych, natomiast stosując oświetlenie halogenowe czy żarowe nie stwierdzono istotności różnic w średnich udziałach pól białych dla poszczególnych modelowych mieszanin.

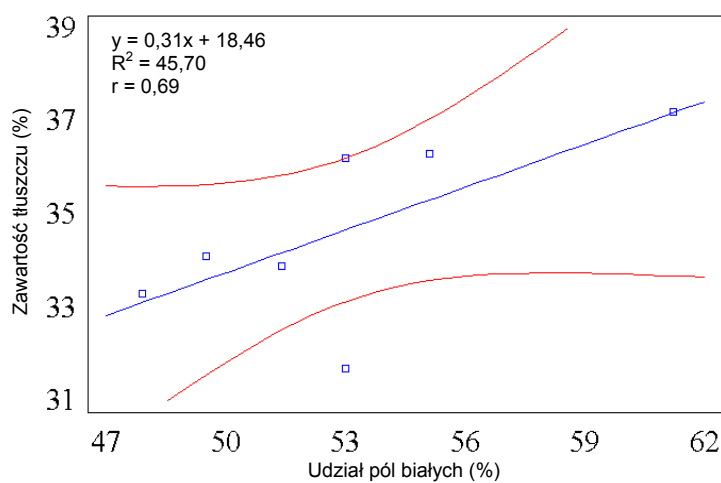
W celu określenia optymalnego rodzaju oświetlenia, przy którym należy przeprowadzać szacowanie zawartości tłuszczu w modelowych mieszaninach mięso/tłuszcz z wykorzystaniem metody komputerowej analizy obrazu, przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta. Najliczniejsze zależności i największe wartości współczynników korelacji określono z zastosowaniem oświetlenia halogenowego. Dla tego rodzaju oświetlenia stwierdzono istotne zależności dla modelowych mieszanin mięso/tłuszcz o udziale mięsa od 20 do 100%. Interpretację graficzną wyliczonych zależności, w których wartości współczynników korelacji były największe, przedstawiono na rysunkach 1, 2 i 3. Największe wartości współczynników korelacji

Dasiewicz K., 2010. Badania nad wpływem rodzaju oświetlenia na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego. Nauka Przyn. Technol. 4, 5, #56.



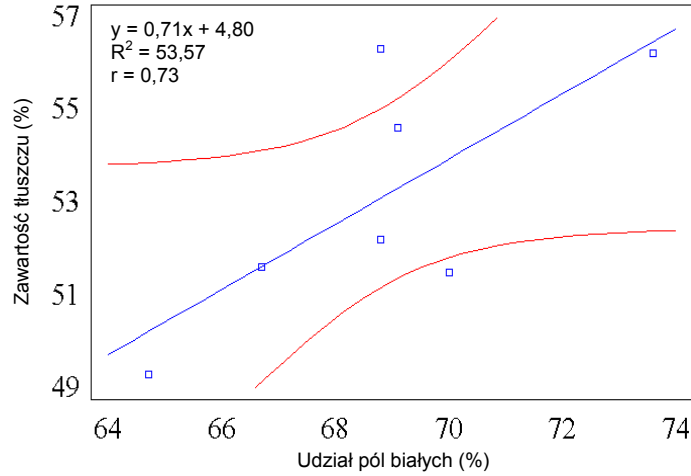
Rys. 1. Krzywa korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczonego metodą Soxhleta a udziałem pól białych wyznaczonych metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięso/tłuszcz 80/20

Fig. 1. The correlation curve of fat content estimated with Soxhlet method and areas of white fields estimated with VIA method contents in model mixture meat/fat 80/20



Rys. 2. Krzywa korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczonego metodą Soxhleta a udziałem pól białych wyznaczonych metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięso/tłuszcz 60/40

Fig. 2. The correlation curve of fat content estimated with Soxhlet method and areas of white fields estimated with VIA method contents in model mixture meat/fat 60/40



Rys. 3. Krzywa korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczonego metodą Soxhleta a udziałem pól białych wyznaczonych metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięso/tłuszcz 40/60  
 Fig. 3. The correlation curve of fat content estimated with Soxhlet method and areas of white fields estimated with VIA method contents in model mixture meat/fat 40/60

wyliczono dla zależności pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczoną metodą odwoławczą a udziałem pól białych określonych w próbkach modelowych mieszanin mięso/tłuszcz o proporcjach 80/20, 60/40 oraz 40/60. W przypadku układów modelowych 20/80 oraz 100/0 wyliczone wartości współczynników korelacji  $r$  dotyczących tych zależności były mniejsze i wynosiły odpowiednio 0,51 oraz 0,52. Po przeanalizowaniu zawartości tłuszczu oraz udziału pól białych w poszczególnych mieszaninach modelowych stwierdzono jedynie w przypadku układu wykonanego ze słoniny (układ 0/100) większe udziały pól białych w stosunku do zawartości tłuszczu. Zależność tę określono niezależnie od rodzaju zastosowanego oświetlenia. Dla modelowych mieszanin mięso/tłuszcz o proporcjach 0/100 nie stwierdzono istotnych zależności pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczoną metodą odwoławczą a udziałem pól białych określonych metodą KAO niezależnie od rodzaju zastosowanego oświetlenia.

Niezależnie od udziału tłuszczu w modelowym układzie wyliczono istotne zależności pomiędzy składowymi barwy R, G, B a wybranymi składowymi barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  oraz podstawowymi składnikami chemicznymi. Najliczniejsze istotne zależności wykazano dla mieszanin o zawartości mięsa od 20 do 80%. Nie można jednoznacznie stwierdzić, która spośród wyznaczonych składowych R, G, B jest najlepiej skorelowana z cechami oznaczonymi metodami odwoławczymi. Wskazuje to na konieczność prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Stwierdzone liczne zależności, w szczególności dla układów o zawartości tłuszczu charakterystycznej dla wieprzowego mięsa klasy II, pozwalają na wykorzystanie opisanej metody do szacowania zawartości tłuszczu w mięsie wieprzowym.

Dasiewicz K., 2010. Badania nad wpływem rodzaju oświetlenia na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego. *Nauka Przym. Technol.* 4, 5, #56.

---

## Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że czynnikiem istotnie różnicującym udział pól białych oraz wartości składowe barwy R, G, B badanych układów modelowych był rodzaj użytego oświetlenia. Ponadto niezależnie od udziału tłuszczu w badanych mieszaninach największe wartości współczynników korelacji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą komputerowej analizy obrazu a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta wyliczono z zastosowaniem oświetlenia halogenowego. Stwierdzone liczne zależności wskazują na możliwość wykorzystania przedstawionej metody do szacowania zawartości tłuszczu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego.

## Literatura

- ANG T., 2003. *Fotografia cyfrowa*. Arkady, Warszawa.
- ARNETH W., 2001. Beispiele physikalisch-chemischer Schnellmethoden zur Fett- und Wasseranalyse. *Fleischwirtschaft* 81, 2: 75.
- BROSNAN T., SUN D., 2004. Improving quality inspection of food products by computer vision – a review. *J. Food Eng.* 61: 3-16.
- DASIEWICZ K., MIERZWIŃSKA I., 2006. The use of a computer digital analysis for evaluating the quality of pork trimming. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 5, 2: 85-91.
- DASIEWICZ K., SZYMAŃSKI P., 2005. Optymalizacja warunków szacowania (metodą komputerowej analizy obrazu) tłuszczu w drobnym mięsie wieprzowym klasy II. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 2: 44-58.
- GAWĘCKI J., WAGNER W., 1984. *Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu człowieka i żywności*. PWN, Warszawa.
- HEDGECOE J., 2002. *Fotografia*. Arkady, Warszawa.
- KŁOSSOWSKA B.M., 1999. Dostosowanie chemicznych metod kontroli jakości do wymagań europejskich. *Gosp. Mięsna* 51, 5: 34-37.
- KOPEĆ W., 1998. Szybkie analizy składu chemicznego mięsa i przetworów mięsnych. *Gosp. Mięsna* 50, 9: 70-73.
- MAKAŁA H., 1995. Komputerowa analiza obrazu w technologii żywności ze szczególnym uwzględnieniem technologii mięsa. *Przem. Spoż.* 47, 9: 24-29.
- PN-75/A-04018, 1975. *Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko*. PKN, Warszawa.
- PN-ISO 1442:2000. *Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody*. PKN, Warszawa.
- PN-ISO 1444:2000. *Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego*. PKN, Warszawa.
- TØGERSEN G., ISAKSSON T., NIELSEN B.N., BAKKER E.A., HILDRUM K.I., 1998. On-line NIR analysis of fat, water and protein in industrial scale ground meat batches. *Meat Sci.* 51, 9: 97-102.
- WOJNAR L., 2000. *Komputerowe przetwarzanie i analiza obrazu mikroskopowego*. Laborat. Apar. Bad. 3: 14-19.
- WÓJCIK A.R., UBYSZ-BORUCKA L., ZIELIŃSKI W., 1984. *Tablice statystyczne*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

## EFFECTS OF LIGHTING CONDITIONS ON ACCURACY OF FAT CONTENT DETERMINATION IN MODEL MIXTURES OF PORK MEAT AND FAT BY VIDEO IMAGE ANALYSIS

**Summary.** The aim of this work was to determine the optimal measuring conditions for estimation of the fat content in model mixtures of pork meat and fat by video image analysis (VIA). The material in the experiment was pork meat (first class) trimmed from pork ham and back fat. It was ground in a grinder through a 20 mm steel plate. Six model mixtures were prepared with the back fat share 0-100%. Under standard conditions photographs of the mixtures were taken. Three types of lighting were used: incandescent, fluorescent and halogen. The basic chemical composition (water, fat and protein contents) of the mixtures was determined using standard methods. R, G, B values were obtained using VIA. The type of lighting significantly influenced the share of white and red spots in the photographs, as well as R, G, B values. Irrespective of the fat content in the mixtures, the highest correlation coefficient between fat content determined by the Soxhlet method and white spots share obtained using VIA was observed when halogen light was applied. The observed relationships suggest a possibility of applying VIA for estimation of fat content in the model mixtures of pork meat and fat.

**Key words:** video image analysis, model mixtures, fat content

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Krzysztof Dasiewicz, Katedra Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-787 Warszawa, Poland, e-mail: krzysztof\_dasiewicz@sggw.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*27.07.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*Dasiewicz K., 2010. Badania nad wpływem rodzaju oświetlenia na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu w modelowych mieszaninach mięsa i tłuszczu wieprzowego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 5, #56.*