

Dominika GUZEK<sup>1</sup>, Dominika GŁĄBSKA<sup>2</sup>, Agnieszka WIERZBICKA<sup>3</sup>

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

<sup>1</sup> Zakład Techniki w Żywieniu; e-mail: [dominika\\_guzek@sggw.pl](mailto:dominika_guzek@sggw.pl)

<sup>2</sup> Zakład Dietetyki; e-mail: [dominika\\_glabska@sggw.pl](mailto:dominika_glabska@sggw.pl)

<sup>3</sup> Zakład Techniki w Żywieniu; e-mail: [agnieszka\\_wierzbicka@sggw.pl](mailto:agnieszka_wierzbicka@sggw.pl)

## ANALYSIS OF BEEF TOPSIDE RGB COMPONENTS OF COLOUR AFTER THERMAL TREATMENT EXECUTED IN THE STEAM-CONVECTION OVEN, ON THE BASIS OF FRESH MEAT COLOUR

*Summary*

*The aim of the presented research was to assess the possibilities of beef colour prediction, after thermal treatment executed in steam-convection oven. Beef topside was the applied model and the measurement of RGB components of colour was carried out using the computer image analysis system. The RGB components of colour were measured before thermal treatment and after thermal treatment – colour of meat and of browned surface of meat. It was observed, that R component of colour of beef topside was not correlated with R component of colour after thermal treatment. In case of G and B components of colour, significant or close to significance correlations were observed, in correlation both with colour of meat and with browned surface of meat. It was concluded, that before implementing prediction of beef topside colour after thermal treatment in steam-convection oven, on the basis of meat colour before thermal treatment, further researches are necessary, but it may be stated that it is a promising direction in researches.*

**Key words:** *beef; heat treatment; convection-steam stove; color; RGB; image analysis*

## ANALIZA SKŁADOWYCH BARWY RGB WOŁOWEJ ZRAZOWEJ GÓRNEJ PO OBRÓBCE CIEPLNEJ PROWADZONEJ W PIECU KONWEKCYJNO-PAROWYM, NA PODSTAWIE BARWY MIĘSA SUROWEGO

*Streszczenie*

*Celem pracy była ocena możliwości predykcji barwy mięsa wołowego po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym. Materiał badawczy stanowiła wołowa zrazowa górna, którą poddano przed i po obróbce cieplnej ocenie składowych barwy w systemie RGB, przy wykorzystaniu komputerowej analizy obrazu. Po obróbce cieplnej poddano ocenie barwę tkanki mięśniowej na przekroju, jak również zbrązowionej powierzchni elementu. Stwierdzono, że składowa barwa R przed obróbką cieplną nie koreluje z tą składową barwy po obróbce cieplnej. W przypadku składowych G i B stwierdzono istotne lub bliskie istotności statystycznej zależności zarówno przy korelacji z barwą mięsa, jak i z jego zbrązowioną powierzchnią. Przed wdrożeniem na linii produkcyjnej predykcji barwy mięsa wołowego po obróbce cieplnej w oparciu o barwę surowego mięsa konieczne są dalsze badania z tego zakresu, jednak można stwierdzić, że powinien to być obiecujący kierunek badań.*

**Słowa kluczowe:** *mięso wołowe; obróbka cieplna; piec konwekcyjno-parowy; barwa; RGB; analiza obrazu*

### 1. Wprowadzenie

Predykcja cech jakościowych mięsa wołowego po obróbce cieplnej na podstawie cech wizualnych i/ lub innych cech fizycznych mięsa surowego, w tym przede wszystkim cech badanych w sposób niedestrukcyjny, może przyczyniać się do powstania szybkiego i relatywnie taniego narzędzia oceny jakości mięsa wołowego. Wśród cech jakościowych mięsa barwa jest tym atrybutem, który w najwyższym stopniu wpływa na decyzje konsumentów w trakcie nabywania [6].

Ocena dokonywana przez panel konsumencki, w odniesieniu do smakowitości i pożądalności cech jakościowych, zawsze pozwala uzyskać oceny najbardziej wiarygodne, ale jest to metoda niepraktyczna ze względu na koszty i czasochłonność [4].

Jako alternatywę dla instrumentalnych, precyzyjnych, aczkolwiek destrukcyjnych badań cech fizycznych mięsa, komputerowa analiza obrazu oferuje natychmiastowe, nieinwazyjne i obiektywne prognozy cech fizycznych. Generalnie, modele predykcyjne mogą być budowane w oparciu o wyniki badań panelu konsumenckiego, panelu sensorycznego, testu cięcia z wykorzystaniem przystawki Warnera-Bratzlera i/ lub innych pomiarów cech jakościowych. Wielu

autorów jednak wskazuje na komputerową analizę obrazu, jako dobre narzędzie do prognozowania jakości produktów spożywczych [1, 8, 10].

Metody obróbki cieplnej, w tym jej rodzaj, zakres temperatur oraz czas jej prowadzenia mogą mieć decydujący wpływ na smakowitość mięsa wołowego, dlatego powinny być tak dobrane, by uzyskany produkt końcowy zaspokajał potrzeby konsumenta [3]. W związku z tym predykcja cechy jakościowej, jaką jest barwa mięsa po obróbce cieplnej przy stałych warunkach prowadzenia procesu cieplnego, może stać się skutecznym narzędziem oceny jakości wizualnej tego typu produktów. Tego rodzaju badania nad możliwością predykcji standardu barwy mięsa wołowego *Beef Color Standard* (BCS), na podstawie zdjęć obrazu mięsa pozyskanego przez kamerę cyfrową, prowadzone były w Japonii [5].

### 2. Cel badań

Celem badań była ocena możliwości predykcji barwy wołowej zrazowej górnej po obróbce cieplnej z utrzymaniem stałej różnicy temperatur między wnętrzem mięsa a komorą pieca na poziomie 60°C, w oparciu o jej barwę przed obróbką cieplną.

### 3. Materiał i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły próby pobrane z elementów kulinarnych z mięsa wołowego (zrazowa górna) krzyżówek towarowych ras mięsnych ze zwierząt wyhodowanych w ramach Projektu „Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią *od widelca do zagrody*” (UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-03). Z każdej sztuki pobrano zrazową górną, a połowa z nich poddana była ocenie przed obróbką cieplną (mięso surowe), zaś druga – po obróbce cieplnej z zachowaniem stałej różnicy temperatur między wnętrzem mięsa a komorą pieca na poziomie 60°C. Obróbka cieplna prowadzona była w piecu konwekcyjno-parowym w temperaturze 180°C do momentu osiągnięcia temperatury 70°C w centrum geometrycznym próbki.

Ocenie poddano próby z dwudziestu różnych wołowych zrazowych górnych. Próby surowego mięsa wołowego zostały poddane ocenie instrumentalnej przy wykorzystaniu komputerowej analizy obrazu, zgodnie z przyjętą metodyką, przy zachowaniu czasu 30 minut od wyjęcia prób z opakowania i podzielenia ich na próby o grubości 2,54 cm dla przywrócenia naturalnej barwy po wyjęciu z opakowania próżniowego [11]. W przypadku mięsa poddanego obróbce cieplnej, próby zostały poddane analizie, zgodnie z powszechnie przyjętą metodyką, po upływie 30 minut od zakończenia obróbki cieplnej, kiedy osiągnęły one temperaturę pokojową [2].

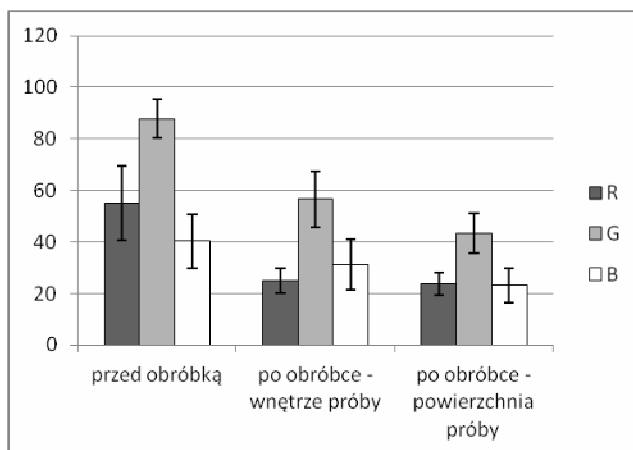
Ocena prób poddanych analizie była prowadzona metodą komputerowej analizy obrazu i obejmowała ocenę składowych barwy tkanki mięśniowej surowego mięsa wołowego, ocenę barwy tkanki mięśniowej mięsa wołowego po obróbce cieplnej na przekroju i ocenę barwy zbrązowionej powierzchni mięsa wołowego po obróbce cieplnej. W przypadku każdego steku dokonano: akwizycji obrazu (2 zdjęcia – obu stron steku lub dwóch przekrojów), segmentacji pobranego obrazu w celu wyizolowania pikseli tkanki mięśniowej od pikseli tkanki tłuszczowej i tkanki łącznej, losowego wyboru dziesięciu pikseli tkanki mięśniowej w przypadku każdego zdjęcia poddanego akwizycji, oceny składowych barwy każdego piksela, wyliczenia średniej składowych barwy dla każdej próby (średnia z 10 pikseli dla 2 stron steku).

W procesie analizy obrazu wykorzystywano oprogramowanie Image-Pro Plus 7 (Media Cybernetics). Pomiar barwy dokonany był w modelu przestrzeni barw opisywanej współrzędnymi RGB: R – red (czerwonej), G – green (zielonej) i B – blue (niebieskiej), czyli modelu wynikającym z właściwości odbiorczych ludzkiego oka, powszechnie stosowanego w analizie żywności [11].

Analizę statystyczną z zastosowaniem współczynnika korelacji Pearsona wykonano w programie Statistica 8,0 (StatSoft, Inc.). Przy określaniu istotności różnic przyjęto poziom istotności  $\alpha=0,05$ , a poziom  $\alpha=0,1$  przyjęto jako bliski istotności statystycznej.

### 4. Wyniki i dyskusja

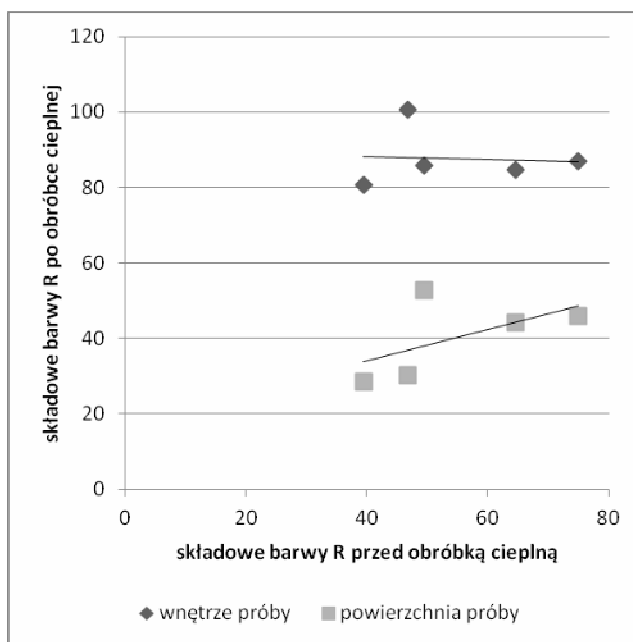
Na wykresie (rys. 1) przedstawiono składowe barwy prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym. Następnie dokonano analizy korelacji składowych barwy R, G, B przed i po obróbce cieplnej, przy czym korelowano wartości poszczególnych składowych przed obróbką z wartościami składowych barwy mięsa oraz jego zbrązowionej powierzchni.



Rys. 1. Składowe barwy prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym  
*Fig. 1. Components of colour of beef topside before and after thermal treatment executed in steam-convection oven*

Użyteczność składowych barwy surowego mięsa do predykcji wybranych cech jakościowych była również analizowana w innych badaniach, gdzie przy zastosowaniu metody regresji wieloczynnikowej uzyskano 86,8% skuteczność predykcji [7].

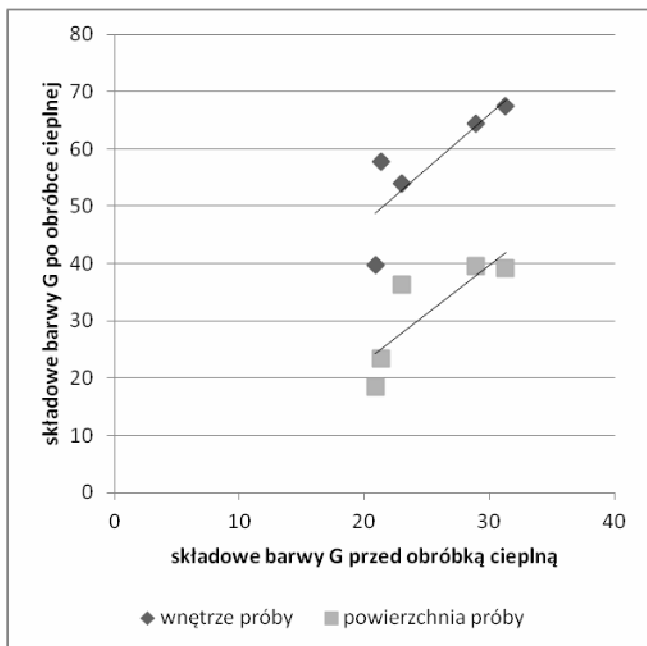
Zależność między składowymi barwy R prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zależność między składowymi barwy R prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym (wnętrze próby –  $p = 0,901$ ;  $R = -0,0777$ ; powierzchnia próby –  $p = 0,310$ ;  $R = 0,5751$ )

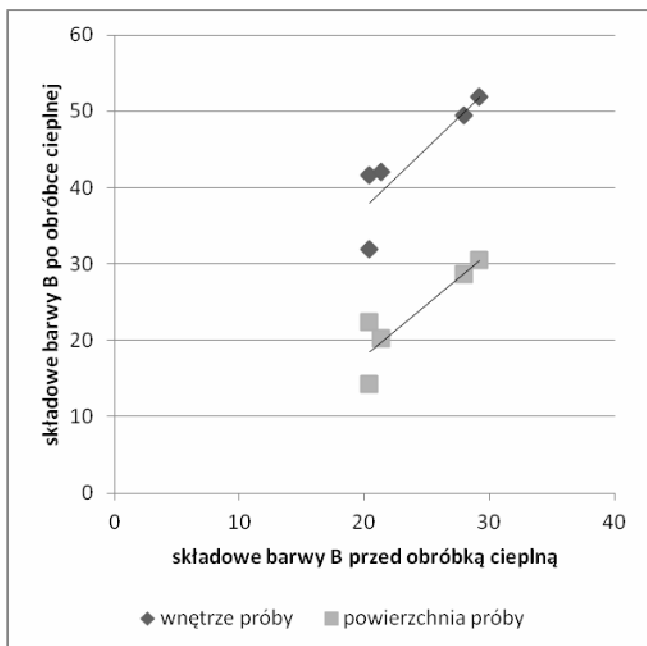
*Fig. 2. Correlation between R component of colour of beef topside before and after thermal treatment executed in steam-convection oven (meat –  $p = 0,901$ ;  $R = -0,0777$ ; browned surface of meat –  $p = 0,310$ ;  $R = 0,5751$ )*

W przypadku składowej R stwierdzono brak korelacji zarówno dla wnętrza próby ( $p = 0,901$ ;  $R = -0,0777$ ), jak i dla zbrązowionej powierzchni próby ( $p = 0,310$ ;  $R = 0,5751$ ). Zależność między składowymi barwy G prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Zależność między składowymi barwy G prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym (wnętrze próby –  $p = 0,085$ ;  $R = 0,8256$ ; powierzchnia próby –  $p = 0,082$ ;  $R = 0,8294$ )

Fig. 3. Correlation between G component of colour of beef topside before and after thermal treatment executed in steam-convection oven (meat –  $p = 0,085$ ;  $R = 0,8256$ ; browned surface of meat –  $p = 0,082$ ;  $R = 0,8294$ )



Rys. 4. Zależność między składowymi barwy B prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym (wnętrze próby –  $p = 0,052$ ;  $R = 0,8757$ ; powierzchnia próby –  $p = 0,039$ ;  $R = 0,8966$ )

Fig. 4. Correlation between B component of colour of beef topside before and after thermal treatment executed in steam-convection oven (meat –  $p = 0,052$ ;  $R = 0,8757$ ; browned surface of meat –  $p = 0,039$ ;  $R = 0,8966$ )

Zarówno w przypadku wnętrza próby ( $p = 0,085$ ;  $R = 0,8256$ ), jak i zbrązowionej powierzchni próby ( $p = 0,082$ ;  $R = 0,8294$ ) stwierdzono zależności bliskie istotności statystycznej. Zależność między składowymi barwy B prób wołowej zrazowej górnej przed i po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym przedstawiono na rys. 4. W przypadku wnętrza próby stwierdzono zależność bliską istotności statystycznej ( $p = 0,052$ ;  $R = 0,8757$ ), podczas gdy w przypadku zbrązowionej powierzchni próby – istotną statystycznie ( $p = 0,039$ ;  $R = 0,8966$ ). Na podobne obserwacje wskazują inni badacze, którzy stwierdzili, że komputerowa analiza i przetwarzanie obrazu jest efektywną metodą pomiaru i analizy atrybutów barwy tkanki mięśniowej mięsa wołowego [7].

## 5. Podsumowanie

Jak stwierdzono, na podstawie przeprowadzonych badań dla wołowej zrazowej górnej po obróbce cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym istnieją zależności między barwą mięsa surowego a barwą mięsa po obróbce. Zaprezentowane badania pilotażowe pozwoliły na wskazanie ich zarówno w przypadku barwy mięsa, jak i jego zbrązowionej powierzchni po obróbce cieplnej dla składowych barwy G i B. Obecnie konieczne są dalsze badania, dotyczące mięsa zwierząt różnych ras, karmionych różnymi paszami lub ubijanych w różnym wieku, analizowanych oddzielnie, aby stwierdzić, czy w przypadku składowej barwy R również takie zależności istnieją.

## 6. Wnioski

1. W badanych próbach wołowej zrazowej górnej po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym stwierdzono, że składowe barwy G i B korelują w sposób istotny statystycznie lub bliski istotności z barwą mięsa i zbrązowioną powierzchnią próby po obróbce cieplnej.
2. Barwa surowej wołowej zrazowej górnej, przy stałych warunkach prowadzenia procesu obróbki cieplnej, stanowić może dobry wskaźnik predykcji barwy tego mięsa po obróbce cieplnej, jednakże wcześniej konieczna jest analiza zależności dotyczących składowej R, które mogą być zależnościami wieloczynnikowymi.
3. W celu budowy modelu predykcji konieczna jest ocena zależności w przypadku innych elementów kulinarnych, przy innych warunkach obróbki cieplnej.

## 7. Bibliografia

- [1] Aguilera J.M., Briones V.: Computer vision and food quality. Food Australia, 2005, nr 57 (3): 79-87.
- [2] Barbera S., Tassone S.: Meat cooking shrinkage: Measurement of a new meat quality parameter. Meat Science, 2006, nr 73 (3): 467-474.
- [3] Chang H., Wang Q., Xu X., Li Ch., Huang M., Zho G., Dai Y.: Effects of Thermal Treatment Mode and Temperature on Meat Quality of Beef Semitendinosus Muscle. International Journal of Food Properties, 2011, nr 14 (2): 381-396.
- [4] Jackman P., Sun D-W., Du C-J., Allen P., Downey G.: Prediction of beef eating quality from colour, marbling and wavelet texture features. Meat Science, 2008, nr 80 (4): 1273-1281.
- [5] Kuchida K., Hasegawa M., Suzuki M., Miyoshi S.: Prediction of beef color standard number from digital image obtained by using photographing equipment for the cross section of carcass. Animal Science Journal, 2001, nr 72 (9): 321-328.
- [6] Mancini R.A., Hunt M.C.: Current research in meat color. Meat Science, 2005, nr 71: 100-121.
- [7] Sun D.-W., Brosnan T.: Pizza quality evaluation using computer vision-part 1: Pizza base and sauce spread. Journal of Food Engineering, 2003, nr 57 (1): 81-89.

- [8] Sun X., Gong H.J., Zhang F., Chen K.J.: A Digital Image Method for Measuring and Analyzing Color Characteristics of Various Color Scores of Beef. IEEE, 2009: 1-6.
- [9] Sun X., Chen K., Berg E.P., Magolski J.D.: Predicting fresh beef color grade using machine vision imaging and Support Vector Machine (SVM) analysis. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2011, nr 10 (12): 1504-1511.
- [10] Tan J.: Meat quality evaluation by computer vision. Journal of Food Engineering, 2004, nr 61 (1): 27-35.
- [11] Tapp W.N., Yancey J.W.S., Apple J.K.: How is the instrumental color of meat measured? Meat Science, 2011, nr 89 (1): 1-5.

*Badania zrealizowano w ramach projektu „Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii, Działanie 1.3. Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe, Poddziałanie 1.3.1. Projekty rozwojowe (Umowa nr UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-03).*