

Dominika GUZEK¹, Dominika GŁĄBSKA², Agnieszka WIERZBICKA¹

ANALIZA MOŻLIWOŚCI PROGNOZOWANIA BARWY POŁĘDWICY WOŁOWEJ PODDANEJ OBRÓBCE CIEPLNEJ, PROWADZONEJ W PIECU KONWEKCYJNO-PAROWYM, NA PODSTAWIE SKŁADOWYCH BARWY MIĘSA SUROWEGO

ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF COLOUR PREDICTION OF BEEF TENDERLOIN AFTER THERMAL TREATMENT, CONDUCTED IN THE STEAM-CONVECTION OVEN, ON THE BASIS OF BEEF COLOUR BEFORE THERMAL TREATMENT

¹Zakład Techniki w Żywieniu, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa e-mail: dominika_guzek@sggw.pl

²Zakład Dietetyki, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

Abstract. The aim of the research was to assess the possibilities of beef tenderloin colour prediction in RGB colour system, after thermal treatment conducted in steam-convection oven in constant conditions, on the basis of beef colour before thermal treatment, using the computer image analysis. It was observed, that G and B components of colour of beef tenderloin before thermal treatment were correlated with G and B components of browned surface of meat after treatment. In case of R component of colour of browned surface of meat and all components of colour of meat after thermal treatment, no correlation with colour of meat before treatment was observed. It may be concluded, that prediction of beef tenderloin colour after thermal treatment may be impossible, because it depends on degree of doneness (tenderloin rare, medium, well done), but prediction of colour of browned surface of meat seems to be a promising direction in researches.

Słowa kluczowe: barwa, komputerowa analiza obrazu, model przestrzeni barw RGB, obróbka cieplna, polędwica wołowa, predykcja jakości.

Key words: beef tenderloin, colour, computer image analysis, quality prediction, RGB colour model, thermal treatment.

WSTĘP

Barwa jest tym czynnikiem wizualnym produktów rolno-spożywczych, który jest pierwszym bodźcem wpływającym na ocenę ich jakości przez konsumenta (Lu i in. 2000, Valous i in. 2009). Instrumentalny pomiar tej cechy produktów rolno-spożywczych może przyczyniać się do zrozumienia zależności między akceptacją konsumentów a cechami wizualnymi. Rozwój instrumentalnego pomiaru jest możliwy dzięki zaangażowaniu wielu dziedzin nauki na rzecz produkcji i przetwórstwa żywności. To właśnie osiągnięcia nauki i techniki powodują stały wzrost i poprawę jakości produkowanej żywności (Michałek 2009).

Jedną z takich dynamicznie rozwijających się dziedzin jest komputerowa analiza obrazu (CIA – ang. *computer image analysis*), która pozwala nie tylko na pomiar, ale również na późniejszą ocenę w modelu przestrzeni barw RGB (Brosnan i Sun 2004, Du i Sun 2004, Tan 2004). Komputerowa analiza obrazu znajduje swoje zastosowanie między innymi do oceny składowych barwy oraz oceny i predykcji pozostałych cech wizualnych produktów rolno-spożywczych (Zheng i in. 2006).

Celem badań była ocena możliwości predykcji barwy polędwicy wołowej po obróbce cieplnej z utrzymaniem stałej różnicy temperatur między wnętrzem mięsa a komorą pieca (tzw. proces ΔT) na poziomie 60°C, w oparciu na barwie surowego mięsa.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiła polędwica wołowa pobrana z krzyżówek towarowych ras mięsnych z krowami mlecznymi – zwierząt wyhodowanych w ramach projektu „Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią *od widelca do zagrody*” (UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-05), ubijanych w wieku 18–20 miesięcy. Z każdej sztuki pobrano polędwicę, z której część poddana była ocenie przed obróbką cieplną (mięso surowe), a druga – po obróbce cieplnej, prowadzonej z zachowaniem stałej różnicy temperatur między wnętrzem mięsa a komorą pieca na poziomie 60°C. Obróbka cieplna prowadzona była w piecu konwekcyjno-parowym do momentu osiągnięcia temperatury 70°C w centrum geometrycznym próbki (odpowiada to średniemu stopniowi wysmażenia – medium) – (López-Osornio i in. 2008). Ocenie poddano próby z dwudziestu polędwic wołowych.

Próby surowego mięsa wołowego zostały poddane ocenie instrumentalnej za pomocą komputerowej analizy obrazu, zgodnie z przyjętą metodyką, przy zachowaniu 30 minut od wyjęcia prób z opakowania i podzielenia ich na próby o grubości 2,54 cm (masie 150 ± 20 g), dla przywrócenia naturalnej barwy po wyjęciu z opakowania próżniowego. W przypadku prób 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 (Tapp i in. 2011).

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 (dwa 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 dwóch stron steku).

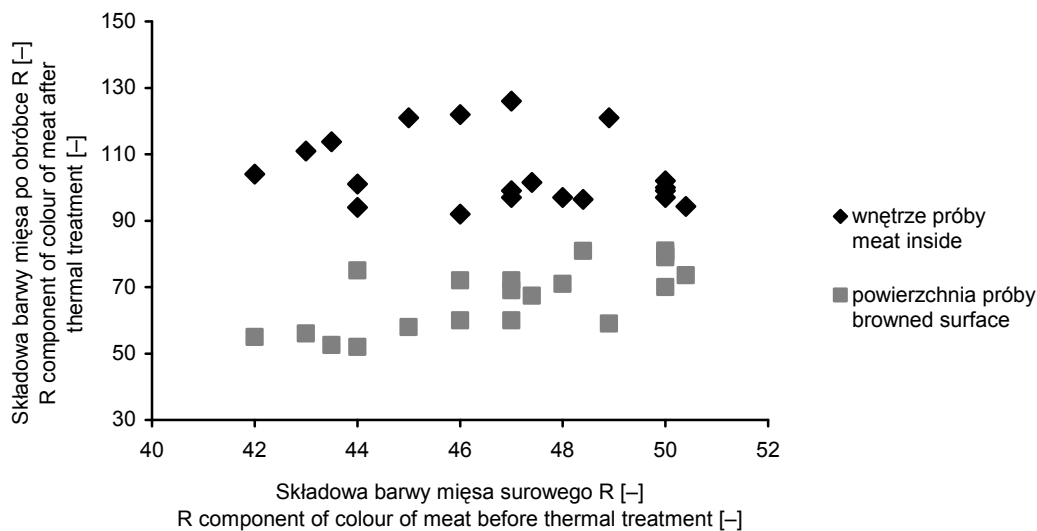
W procesie analizy obrazu wykorzystywano oprogramowanie Image-Pro Plus 7 (Media Cybernetics). Pomiar barwy dokonany był w modelu przestrzeni barw, opisywanej współrzędnymi RGB: R – red (czerwona), G – green (zielona) i B – blue (niebieska).

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

WYNIKI I DYSKUSJA

W prowadzonej analizie dokonano oceny korelacji składowych barwy R, G oraz B przed i po obróbce cieplnej, przy czym korelowano wartości poszczególnych składowych przed obróbką z wartościami składowych barwy mięsa oraz jego zbrązowionej powierzchni.

Zależność między składowymi barwy R prób polędwicy wołowej, przed i po obróbce cieplnej, prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym, przedstawiono na rysunku 1. W przypadku składowej R stwierdzono brak korelacji zarówno dla wnętrza próby ($p = 0,469$; $r = -0,430$), jak i dla zbrązowionej powierzchni próby ($p = 0,216$; $r = 0,669$).

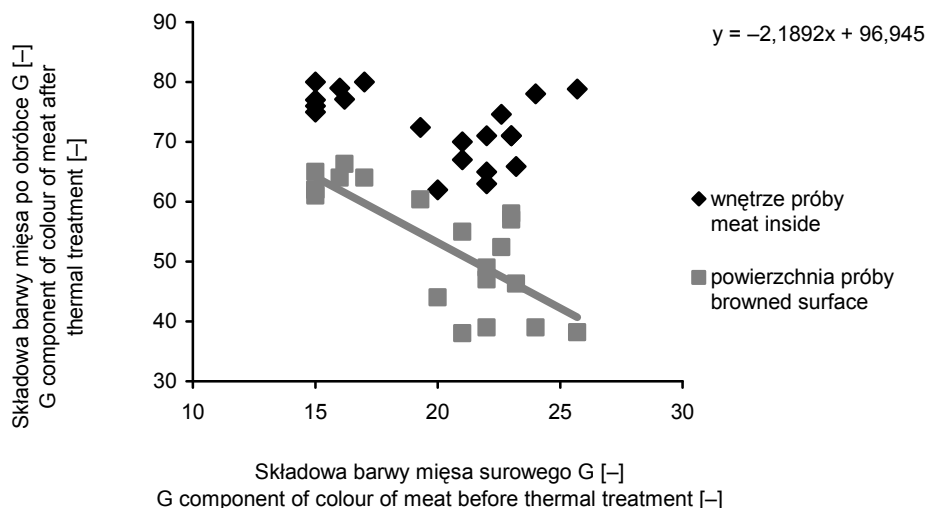


Rys. 1. Zależność między składowymi barwy R prób polędwicy wołowej, przed i po obróbce cieplnej, prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym; liczba powtórzeń – dwa razy po 10 pomiarów z 20 elementów

Fig. 1. Correlation between R component of colour of beef tenderloin before and after thermal treatment conducted in steam-convection oven; 2 repeats per 10 measurements of 20 samples

Zależność między składowymi barwy G prób wołowej zrazowej górnej, przed i po obróbce cieplnej, prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym, przedstawiono na rysunku 2. W przypadku wnętrza próby ($p = 0,898$; $r = -0,080$) stwierdzono tu brak istotnych statystycznie zależności, podczas gdy w przypadku zbrązowionej powierzchni próby – zależności istotne statystycznie ($p = 0,004$; $r = -0,979$). W związku z tym, dla istniejącej zależności przedstawiono na wykresie linię trendu.

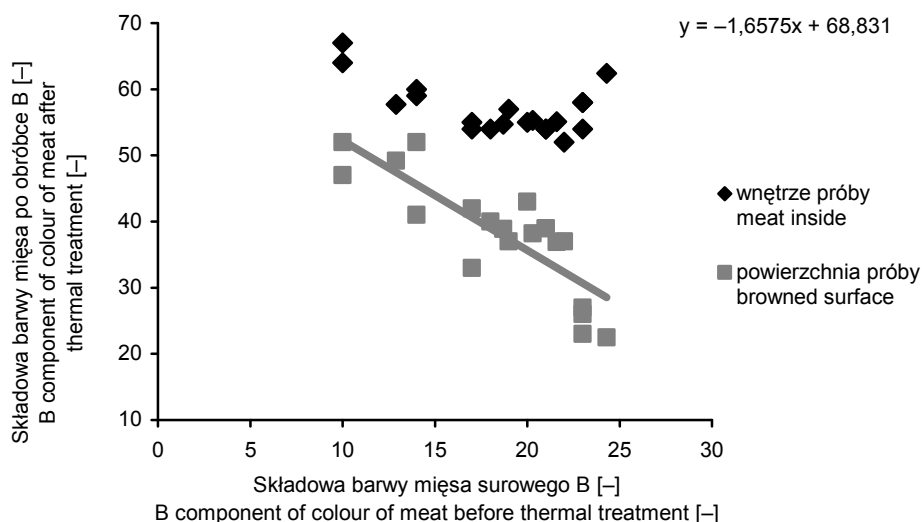
Należy jednak podkreślić, iż w przypadku produktu mięsnego poddanego obróbce cieplnej uzyskana barwa na przekroju nie jest dobrym wskaźnikiem bezpieczeństwa mikrobiologicznego, ale może służyć jako wskaźnik akceptacji konsumenckiej, jako że konsumenci stwierdzają, że mięso o atrakcyjnej barwie jest równocześnie mięsem o pożądanych cechach sensorycznych (King i in. 2006).



Rys. 2. Zależność między składowymi barwy G prób polędwicy wołowej, przed i po obróbce cieplnej, prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym (zbrązowiona powierzchnia próby – $p = 0,004$; $r = -0,979$); liczba powtórzeń – dwa razy po 10 pomiarów z 20 elementów

Fig. 2. Correlation between G component of colour of beef tenderloin before and after thermal treatment conducted in steam-convection oven (browned surface of meat – $p = 0.004$; $r = -0.979$); 2 repeats per 10 measurements of 20 samples

Zależność między składowymi barwy B prób wołowej zrazowej górnej, przed i po obróbce cieplnej, prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym, przedstawiono na rysunku 3. Stwierdzono tu zależności analogiczne, jak dla składowej barwy G. W przypadku wnętrza próby ($p = 0,594$; $r = 0,324$) stwierdzono tu brak istotnych statystycznie zależności, podczas gdy w przypadku zbrązowionej powierzchni próby – zależności istotne statystycznie ($p = 0,022$; $r = -0,930$). W związku z tym, dla istniejącej zależności przedstawiono na wykresie linię trendu.



Rys. 3. Zależność między składowymi barwy B prób polędwicy wołowej, przed i po obróbce cieplnej, prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym (zbrązowiona powierzchnia próby – $p = 0,022$; $r = -0,930$); liczba powtórzeń – dwa razy po 10 pomiarów z 20 elementów

Fig. 3. Correlation between B component of colour of beef tenderloin before and after thermal treatment conducted in steam-convection oven (browned surface of meat – $p = 0.022$; $r = -0.930$); 2 repeats per 10 measurements of 20 samples

Brak istotnych korelacji składowych barwy mięsa przed obróbką cieplną i mięsa po obróbce cieplnej na przekroju związany być może z prowadzeniem obróbki do określonego stopnia wysmażenia. Jeśli poddano by ocenie zależności występujące przy różnych stopniach wysmażenia – nie tylko polędwicy średnio, ale również słabo i dobrze wysmażonej, prawdopodobne jest, że przy którymś ze stopni wysmażenia taki wpływ by się ujawnił. Jeśli planowano by budowę modeli umożliwiających predykcję barwy mięsa po obróbce cieplnej, należy tu również poddać analizie zmiany biochemiczne zachodzące w surowcu w różnych temperaturach. Taka analiza pozwoliłaby na interpretację uzyskanych zależności, a w konsekwencji na ustalenie wytycznych dla warunków obróbki cieplnej, dla określonych rodzajów mięsa i określonego stopnia wysmażenia.

Należy tu również podkreślić, że przewidywanie barwy mięsa wołowego poddanego obróbce cieplnej w stałych warunkach czasu i temperatury, na podstawie składowych barwy mięsa surowego, wymaga dalszych studiów nie tylko nad możliwością znalezienia cech zależnych, ale również zrozumienia odbioru konsumenckiego barwy mięsa. Z badań López-Osornio i in. (2008) wynika, że stopień wysmażenia mięsa wołowego nie jest prosty do kategoryzacji w odbiorze konsumentów.

WNIOSKI

1. W badanych próbach polędwicy wołowej po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym stwierdzono, że składowe barwy G i B surowego mięsa korelują w sposób istotny statystycznie z barwą zbrązowionej powierzchni próby po obróbce cieplnej.

2. Barwa surowej polędwicy wołowej stanowić mogłaby, przy stałych warunkach prowadzenia procesu obróbki cieplnej, dobry wskaźnik predykcji barwy zbrązowionej powierzchni tego mięsa po obróbce cieplnej, jednakże wcześniej konieczna jest analiza zależności dotyczących składowej R, które mogą być zależnościami wieloczynnikowymi.

3. Budowa modelu predykcji barwy mięsa wołowego po obróbce cieplnej wymaga pomiaru i analizy składowych barwy w całym zakresie stopnia wysmażenia, stąd dla skonstruowania całościowego modelu konieczne jest przeprowadzenie badań również w innych warunkach obróbki cieplnej.

PIŚMIENNICTWO

- Brosnan T., Sun D.W.** 2004. Improving quality inspection of food products by computer vision – a review. *J. Food Eng.* 61, 3–16.
- Du C., Sun D.** 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends Food Sci. Tech.* 15, 230–249.
- King N.J., Whyte R.** 2006. Does It Look Cooked? A Review of Factors That Influence Cooked Meat Color. *J. Food Sci.* 71, 31–40.
- López-Osornio M.M., Hough G., Salvador A., Chambers IV E., McGraw S., Fiszman S.** 2008. Beef's optimum internal cooking temperature as seen by consumers from different countries using survival analysis statistics. *Food Qual. Prefer.* 19, 12–20.
- Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard D.E.** 2000. Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Sci.* 56, 57–60.
- Michałek R.** 2009. Uwarunkowania kształtujące model współczesnego rolnictwa. *Probl. Inż. Rol.* 17, 5–11.

Statistica® 8,0. StatSoft, Inc – materiały informacyjne.

Tan J. 2004. Meat quality evaluation by computer vision. *J. Food Eng.* 61, 27–35.

Tapp W.N., Yancey J.W.S., Apple J.K. 2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat Sci.* 89, 1–5.

Valous N.A., Mendoza F., Sun D.W., Allen P. 2009. Colour calibration of a laboratory computer vision system for quality evaluation of pre-sliced hams. *Meat Sci.* 81, 132–141.

Zheng C., Sun D-W., Zheng L. 2006. Correlating colour to moisture content of large cooked beef joints by computer vision. *J. Food Eng.* 77, 858–863.

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, 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.01.03.01-00-204/09-05).