

## **Sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym**

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym.

Konsumpcja mięsa dobrej jakości i w odpowiedniej ilości, korzystnie wpływa na organizm człowieka, dostarczając mu niezbędnych aminokwasów, witamin, związków mineralnych oraz kwasów tłuszczowych, pozwalając na prawidłowy przebieg procesów metabolicznych. Jakość surowców w bardzo dużym stopniu rzutuje na jakość gotowego wyrobu, jego akceptowalność oraz na decyzję konsumenta o jego zakupie. Mięso zajmuje znaczącą pozycję w jadłospisie Polaków. Statystyczny Polak spożywa rocznie 40,5 kg wieprzowiny, 2,2 kg wołowiny i 30 kg drobiu, zaś statystyczny Europejczyk spożywa średnio 31,9 kg wieprzowiny, 10,7 kg wołowiny i 24,2 kg drobiu. Identyfikowanie mięsa o lepszej i gorszej jakości technologicznej jest bardzo istotne. Jedną z cech określających jakość mięsa jest zawartość tłuszczu śródmięśniowego. Jego ilość decyduje zwłaszcza o soczystości i delikatności mięsa.

Znane są ze stosowania sposoby oceny zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tuszy. Podczas oceny wzrokowej stosowane są wzorce barwne, zwłaszcza Tashiro lub skala JCS. Ocena wzrokowa polega na zbadaniu przez eksperta próbki poprzez jej oględziny przy świetle naturalnym lub przy świetle sztucznym. Taka ocena jest jednak obarczona subiektywizmem oceniającego, a możliwości stosowania jej w procesie produkcyjnym są ograniczone, ponieważ oko ludzkie szybko się męczy i w miarę upływu czasu jego zdolność do rozróżniania poszczególnych cech obiektu maleje.

W sposobach chemicznych oceny zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tuszy najczęściej stosowany jest sposób ekstrakcyjno-wagowy, zwłaszcza metoda Soxhleta, metoda Gottlieba-Rosego lub metoda przyspieszonej ekstrakcji. Sposób ekstrakcyjno-wagowy polega na wydzielaniu z badanej próbki substancji tłuszczowej za pomocą rozpuszczalnika i oznaczeniu jej masy, a następnie jej udziału w całości próbki. W metodzie Soxhleta, zgodnie z normą PN-ISO 1444:2000 proces prowadzony jest w ekstraktorze, w którym badana próbka zostaje poddana ekstrakcji. W tej znanej metodzie próbka mielona jest trzykrotnie, a następnie odważana jest próbka o masie 5 g z dokładnością do 0,0001 g. Próbka jest suszona w 105°C przez 3 godziny, a uzyskany w ten sposób materiał poddawany jest ekstrakcji za pomocą rozpuszczalnika. Do ekstrakcji tłuszczu stosowany jest zwłaszcza eter naftowy, eter etylowy lub ich mieszaniny. Wyekstrahowany tłuszcz ważony jest z dokładnością do 0,0001 g, a następnie obliczana jest procentowa zawartość tłuszczu. Ten znany sposób jest jednak pracochłonny i możliwy do przeprowadzenia jedynie w warunkach specjalistycznego laboratorium posiadającego odpowiednią infrastrukturę. Ograniczeniem przy stosowaniu ekstrakcji jest również jej czasochłonność, ponieważ czas przeprowadzenia pojedynczego ograniczenia wynosi kilka godzin. Ponadto stosowane obecnie urządzenia do ekstrakcji wymagają specjalistycznej obsługi i wykwalifikowanej kadry w specjalistycznym laboratorium, a ponadto wymagają one wykorzystania niebezpiecznych i toksycznych rozpuszczalników.

Z opisu patentowego PL 190358 B1 znany jest sposób oceny półtuszy przez optyczne przetwarzanie obrazu ujmowanego przy wejściu towaru, w punktach klasyfikacji lub przy wyjściu towaru w rzeźniach i zakładach przetwórstwa mięsnego. Tego rodzaju półtusze z reguły są zawieszane na hakach i są transportowane za pomocą specjalnego systemu poprzez rzeźnie i zakłady przetwórstwa mięsnego. Ten znany sposób służy do oceniania półtuszy wieprzowych, ale zasadniczo nadaje się również do półtuszy wołowych, owczych, kozich albo półtuszy innych dużych i małych zwierząt rzeźnych. Ten znany sposób charakteryzuje się tym, że ocenie poddaje się wyłącznie dostępne optycznie

z zewnątrz, rozszerzone obszary łądźwiowe półtusze. Dla każdego obszaru obrazu, jednakowo przelicza się człony utworzone z oddzielnych sygnałów barwnych piksela, przy czym w pierwszym etapie postępowania ujmuje się i zapamiętuje elektronicznie poszerzony obszar łądźwiowy półtusze wieprzowych. W drugim etapie postępowania po analizie obliczonych członów dla każdego obszaru obrazu poprzez obraz częściowy ustala się obszar oceny. W trzecim etapie postępowania przez analizę wartości ekstremalnych różnic obliczonych członów dla każdego obszaru określa się i zapamiętuje punkty konturu na obszarze oceny. W czwartym etapie postępowania przez wygładzenie krawędzi obszarów obrazu konturowego oblicza się i zapamiętuje kontury liniowe. W piątym etapie postępowania przyporządkowuje się konturom liniowym i zapamiętuje się grzbietowe zewnętrzne granice konturu, granicę słonina/MGM, granicę MGM/tłuszcz i kanał szpiku kostnego, zaś w szóstym etapie postępowania zgodnie z konturami liniowymi przeprowadza się klasyfikowanie półtusze metodą pomiaru dwupunktowego, przy czym w pierwszym punkcie tego pomiaru oblicza się minimalną grubość słoniny, a w drugim punkcie, odpowiadającym punktowi przecięcia granicy słonina/MGM z granicą MGM/tłuszcz, oblicza się grubość mięśni aż do kanału szpiku kostnego.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku PL 341645 A1 znany jest sposób oceniania półtusze rzeźnych przez optyczne przetwarzanie obrazu, który realizowany jest poprzez fotogramometryczne ustalenie dwóch punktów znacznikowych i jednej prostej, do której oblicza się równoległe i prostopadłe, przy czym jako pierwszy punkt znacznikowy wykorzystuje się koniec kości zamkowej od strony ciała, a jako pierwszy kierunek wykorzystuje się środkowy odcinek słoniny grzbietowej.

W opisie patentowym PL 200867 B1 został ujawniony sposób oceny tłuszczu w półtuszach rzeźnych, zwłaszcza w półtuszach wieprzowych, który prowadzony jest w sposób bezkontaktowy w warunkach przemysłowych i polega na optycznym przetwarzaniu obrazu półtuszy przez komputer oraz wyznaczeniu znaczników punktowych. W tym znanym sposobie najpierw dokonuje się pomiaru

wagi półtuszy, a następnie dokonana zostaje ocena makroskopowa oraz pomiar grubości warstwy tłuszczu w pięciu punktach pomiarowych na linii przepełowienia od strony wewnętrznej w linii sutek i grzbietu odniesionych do stałych anatomicznych punktów kostnych oraz na pomiarze powierzchni zewnętrznej płata tłuszczu.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku US 3877818 A znany jest sposób pomiaru zawartości tłuszczu w mięsie, w którym próbka wystawiana jest na działanie światła podczerwonego, które jest przekazywane lub odbijane od mięsa na przechylające się zwierciadło, które powoduje, że odpowiednio transmitowane lub odbite światło z mięsa przechodzi przez filtr interferencyjny przy różnych kątach padania, a zmieniając ten kąt padania, następuje zmiana długości fali promieniowania przechodzącego przez filtr w wąskim paśmie, w widmie podczerwieni. Filtr jest wybierany ze względu na jego czułości w paśmie absorpcji tłuszczu mięsnego. Detektor odbiera światło przekazywane przez filtr i generuje sygnał elektryczny, który jest przetwarzany w celu odczytania zawartości tłuszczu w próbce.

W opisie zgłoszeniowym wynalazku US2004081275 A1 został ujawniony sposób oraz urządzenie do ciągłego określania zawartości tłuszczu w mięsie. W tym znanym urządzeniu stosowana jest taśma przenośnika, na której kawałki mięsa przeznaczone do badania przesuwane są poza źródło promieniowania służące jak środek analizy tłuszczu. Tłumienie wiązki promieniowania rentgenowskiego emitowanego ze źródła promieniowania jest mierzone przez detektor w celu określenia zawartości tłuszczu. Urządzenie ważące w sposób ciągły określa wagę ilości mięsa umieszczonego na taśmie przenośnika w czasie pomiaru, co umożliwia również obliczenie bezwzględnej zawartości tłuszczu. W ujawnionym w opisie zgłoszeniowym sposobie badane mięso przenoszone jest z przenośnika taśmowego do mieszalnika, zaś skumulowana zawartość tłuszczu w mieszalniku jest obliczana w porównaniu z wartością zadaną, a przenośnik taśmowy jest obciążony chudym lub tłustym mięsem w zależności od wyniku tego obliczenia.

Celem wynalazku było opracowanie nowego sposobu pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym, który pozwoli w krótkim czasie uzyskiwać dokładne wyniki badań oraz wyeliminować konieczność stosowania toksycznych odczynników.

Sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym, według wynalazku charakteryzuje się tym, że próbkę mięsa oświetla się strumieniem świetlnym o takim samym natężeniu na całej badanej powierzchni próbki i rejestratorem rejestruje się obraz cyfrowy tej próbki, następnie prowadzi się analizę kolejnych pikseli obrazu i na podstawie ich luminancji dzieli się je na dwie grupy, z których grupę pierwszą tworzy się z pikseli obrazu tkanki mięśniowej, zaś grupę drugą tworzy się z pikseli obrazu tkanki tłuszczowej, w dalszej kolejności sumuje się piksele obrazu w obu grupach i wylicza się stosunek ilości.

Korzystnie próbkę na całej badanej powierzchni oświetla się strumieniem świetlnym o jednakowej barwie, zaś analizę kolejnych pikseli obrazu, ich podział na grupy oraz ich sumowanie prowadzi się komputerowo, a jako rejestrator stosuje się urządzenie fotograficzne z matrycowym przetwornikiem cyfrowym.

Sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym według wynalazku pozwala na mierzenie powierzchniowej zawartości tłuszczu na podstawie pobranego obrazu rozkładu struktury mięśniowej i tłuszczowej. Analiza powierzchniowa zawartości tłuszczu w próbce wynika z faktu, iż struktura tłuszczu wewnątrz próbki zachowuje swoją niezmienność, tak więc dla pozyskania informacji o procentowej zawartości tłuszczu w mięsie wystarczająca jest analiza powierzchni próbki. Materiał badawczy stanowią w szczególności próbki mięśnia najdłuższego grzbietu, zwłaszcza pobrane z odcinka piersiowego tusz wieprzowych. W sposobie według wynalazku wykorzystuje się zjawisko zróżnicowanej luminancji struktur tkanki mięśniowej i tkanki tłuszczowej przy zapewnieniu jednakowych warunków padającego strumienia światła na powierzchnię próbki. Parametr luminancji

związany jest ze zjawiskiem odbicia światła od materiału i określa poziom jego jaskrawości, który zależy od barwy materiału oraz jego porowatości. W sposobie według wynalazku istotne jest zapewnienie stałych i tych samych warunków oświetlenia badanej próbki mięsa. Światło podające na materiał odbija się od jego elementarnych powierzchni na podstawie dwóch cech: stopnia pochłaniania światła przez materiał, który związany jest z barwą tego materiału oraz sposobu odbicia promieni świetlnych od materiału, który zależy od skali porowatości materiału. W sposobie według wynalazku zjawisko luminancji powierzchniowej jest wykorzystane do rozróżnienia jaskrawości składników mięsa wyodrębnionych jako tkanka mięśniowa albo jako tkanka tłuszczowa, które różnią się od siebie temperaturą barwową. Wykorzystując tę zależność można na podstawie pobranego i zapisanego obrazu określić ilościowo zawartość tłuszczu śródmięśniowego i tkanki mięsnej. Sposób według wynalazku pozwala, w krótkim czasie, uzyskiwać wyniki badań bez konieczności stosowania odczynników chemicznych.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia sposób prowadzenia oświetlania badanej próbki i rejestracji obrazu w widoku schematycznym, fig. 2 – sposób prowadzenia sposobu pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym w postaci schematu decyzyjnego, zaś fig. 3 -- urządzenie do stosowania sposobu pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym w widoku schematycznym

Sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym według wynalazku w pierwszym przykładzie wykonania prowadzi się tak, że badaną próbkę 1, zawierającą tkankę mięśniową 2 oraz tkankę tłuszczową 3, oświetla się strumieniem świetlnym 4 o takim samym natężeniu i o jednakowej barwie na całej powierzchni badanej próbki 1. Zapewniając stałe warunki oświetlenia dla całej powierzchni próbki 1 uzyskuje się wyższą luminancję tkanki mięśniowej 2 i niższą luminancję tkanki

tłuszczowej 3. Luminancja próbki jest równa iloczynowi współczynnika odbicia światła od powierzchni materiału oraz ilorazu natężenia oświetlenia na oświetlanej próbce i liczby  $\pi$ :

$$L = \rho \cdot E / \pi$$

gdzie:

L – luminancja oświetlanej próbki mięsa

$\rho$  – współczynnik odbicia światła od powierzchni materiału

E – natężenie oświetlenia na oświetlanej próbce mięsa

Stałe warunki oświetlenia wymagają również, aby na całość powierzchni badanej próbki 1 docierał strumień cieplny o jednakowym natężeniu, które jest równe ilorazowi cząstkowego strumienia świetlnego i jednostki powierzchni próbki, na którą pada cząstkowy strumień świetlny:

$$E = \Phi / S$$

gdzie:

$\Phi$  – cząstkowy strumień świetlny

S – jednostka powierzchni próbki, na który pada cząstkowy strumień świetlny.

Ponadto do oświetlania próbki 1 stosuje się pierwsze źródło światła 5 o jednakowej barwie na całej powierzchni badanej próbki. Rejestratorem 6 obrazu, którym jest urządzenie fotograficzne z matrycowym przetwornikiem cyfrowym, rejestruje się obraz cyfrowy tej badanej próbki 1 mięsa w postaci zbioru pikseli. Następnie prowadzi się analizę obrazu rozkładu luminancji, która polega na pobraniu każdego kolejnego piksela i jego dopasowaniu do jednej z dwóch grup. Pierwsza grupa jest utworzona przez piksele obrazu tkanki mięśniowej 2, zaś druga grupa jest utworzona przez piksele obrazu tkanki tłuszczowej 3. W dalszej kolejności sumuje się piksele w obu grupach i określa się stosunek ich ilości, a tym samym określa się stosunek tkanki mięśniowej 2 do tkanki tłuszczowej 3 w badanej próbce 1 mięsa.

Sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie według wynalazku może być stosowany z wykorzystaniem urządzenia do pomiaru

zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym. Urządzenie w przykładzie wykonania, pokazane na fig. 1 zawiera klosz separacyjno-tłumiący 7, który ma postać walca z otwartą podstawą górną i dolną, przy czym średnica jego otworu górnego 8 jest mniejsza od średnicy jego otworu dolnego. Średnica otworu dolnego klosza separacyjno-tłumiącego 7 jest dopasowana do konturu podłoża pomiarowego 9, które umieszczone jest w otworze dolnym klosza separacyjno-tłumiącego 7. Poziom dopasowania podłoża pomiarowego 9 do otworu dolnego klosza separacyjno-tłumiącego 7 zapewnia brak możliwości wnikania do klosza separacyjno-tłumiącego 7 światła. Tworząca klosz separacyjno-tłumiący 7 ma kształt łamanej, zaś jego powierzchnia wewnętrzna jest barwy czarnej i posiada dużą porowatość oraz charakteryzuje się możliwie niskim współczynnikiem odbicia światła. Podłoże pomiarowe 9 ma płaską górną powierzchnię o konturze kołowym, jest koloru czarnego i wykonane jest z materiału pozwalającego na pochłanianie światła padającego na nie oraz na eliminowanie zjawiska odbicia od niego światła. W centralnym punkcie powierzchni górnej podłoża pomiarowego 9 umieszczone jest stanowisko 10 na próbkę 1 mięsa, które ma kształt krótkiego walca i jest w kolorze czarnym oraz posiada strukturę porowatą. W górnej strefie klosza separacyjno-tłumiącego 7 rozmieszczone są cztery źródła światła 5 stanowiące lampy LED emitujące światło białe, które skierowane są pionowo w dół. Poziom rozproszenia światła przez poszczególne źródła światła 5 realizuje sumarycznie możliwie jednorodne oświetlenie podłoża pomiarowego 9. Wszystkie źródła światła 5 emitują ten sam strumień świetlny. W centralnej części klosza separacyjno-tłumiącego 7, bezpośrednio nad badaną próbką 1 mięsa, pomiędzy źródłami światła 5 umieszczony jest rejestrator 6 obrazu, który skierowany jest pionowo w dół. Rejestrator 6 obrazu, który jest matrycowym aparatem fotograficznym z możliwością rejestracji obrazu o dużej rozdzielczości i zapisie w bezstratnym formacie RAW przemieszczany jest wzdłuż pionowej osi symetrii klosza separacyjno-tłumiącego 7. Obiektyw rejestratora 6 obrazu jest dopasowany do możliwości wykonywania zdjęć z bliskiej odległości oraz zdjęć małej

powierzchni. Z rejestratorem 6 obrazu, poprzez przewód łączący 11, połączony jest komputer 12, który wyposażony w oprogramowanie pozwalające na przekształcanie wykonanych zdjęć próbek 1 mięsa w pseudokolorystyczne obrazy rozkładu luminancji oraz przeprowadzające obliczenia, które pozwalają na określenie zawartości tłuszczu w mięsie.

Sposób pomiaru zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, zwłaszcza wieprzowym lub wołowym według wynalazku w drugim przykładzie wykonania z wykorzystaniem urządzenia pokazanego na fig. 1 prowadzi się tak, że badaną próbkę 1 mięsa umieszcza się na stanowisku 10 w kloszu separacyjno-tłumiącym 7. Następnie próbkę mięsa oświetla się strumieniem świetlnym emitowanym przez źródła światła 5. Strumień świetlny 4 ma takie samo natężenie na całej badanej powierzchni. Rejestratorem 6 obrazu rejestruje się cyfrowy obraz próbki 1 z jego rozkładem na piksele i przesyła się go przewodem łączącym 11 do komputera 12, w którym prowadzi się analizę kolejnych pikseli obrazu i na podstawie ich luminancji dzieli się je na dwie grupy. Grupa pierwsza utworzona jest przez piksele obrazu tkanki mięśniowej 2, zaś grupa druga utworzona jest przez piksele obrazu tkanki tłuszczowej 3. Następnie z wykorzystaniem programu komputerowego zainstalowanego na komputerze 12 sumuje się piksele w obu grupach i określa się ich stosunek, na podstawie którego określa się stosunek tkanki mięśniowej 2 do tkanki tłuszczowej 3 w badanej próbce 1 mięsa.

000001749  
POLITECHNIKA RZESZOWSKA  
im. Ignacego Łukasiewicza  
35-959 Rzeszów, Al. Powstańców Warszawy 12  
tel. 17 865-11-00  
NIP 8130266999

RZECZNIK PATENTOWY  
*Piotr Okarmus*  
Piotr Okarmus