

ANDRZEJ PISULA, KRZYSZTOF DASIEWICZ, ARKADIUSZ FLIS

Zakład Technologii Mięsa - Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

ZASTOSOWANIE KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZUDO STANDARYZACJI SKŁADU CHEMICZNEGO DROBNEGO MIĘSA WIEPRZOWEGO KL. 2 W CIĄGŁYCH LINIACH ROZBIOROWYCH®

W większości polskich zakładów mięsnych podział na klasy mięsa drobnego następuje w oparciu o ocenę wzrokową oraz wyrzykowe oznaczenie zawartości tłuszczu metodami laboratoryjnymi. Metody te są praco- i czasochłonne, dlatego też w niniejszej pracy sprawdzono możliwości wykorzystania metody komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu. Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych istotnych zależności stwierdzono, że metoda komputerowej analizy obrazu może być wykorzystana do oznaczenia zawartości tłuszczu w mięsie wieprzowym drobnym kl. 2 (po ujednoczeniu w wilku z zastosowaniem siatki o średnicy otworów 20 mm) w liniach ciągłych rozbioru i wykrawania mięsa.

WSTĘP

O wartości użytkowej mięsa decyduje głównie procentowy udział tkanek: mięśniowej, łącznej właściwej i tłuszczowej. Definicja UE mięsa wieprzowego określa zawartość tłuszczu do 30% oraz zawartość kolagenu w białku ogólnym do 25%. Zastosowanie tego przepisu w praktyce przemysłowej będzie wymagało standaryzacji składu chemicznego surowców mięsnych wykorzystywanych w produkcji przetworczej. Podstawowym surowcem w produkcji kiełbas jest mięso wieprzowe kl. 2, które stanowi znaczną część wsadu np. w kiełbasie podwawelskiej 90%, w kabanosach 70%, kiełbasach drobno rozdrobnionych około 50%.

Według nieobowiązującej normy PN-A-82014:1997 [6] klasa 2 mięsa wieprzowego podzielona jest na dwie podklasy: 2A - mięso tłuste o dopuszczalnej grubości warstwy tłuszczu zewnętrznego do 8 mm i międzymięśniowego do 10 mm, 2B - mięso tłuste o dopuszczalnej grubości warstwy tłuszczu zewnętrznego do 12 mm i międzymięśniowego do 10 mm. Niepożądana jest obecność węzłów chłonnych, jak również niedopuszczalne są przekrwienia. Dopuszczalna jest niewielka zawartość tkanki łącznej oraz przetłuszczenie wewnętrznej tkanki mięśniowej. Zawartość tłuszczu ogólnego badanego analitycznie może wynosić do 30% w mięsie klasy 2A i do 45% w klasie 2B. W przemysłowych liniach rozbiorowych klasa 2 mięsa wieprzowego pozyskiwana jest na 5-7 stanowiskach roboczych i w zależności od wykrawanego elementu zasadniczego zawartość tłuszczu wynosi od około 20 do 37% [3]. W praktyce przemysłowej klasa 2 dzielona jest na 3-4 podklasy na podstawie oceny wzrokowej. Znaczne różnicowanie zawartości tłuszczu w surowcu ma olbrzymi wpływ na niejednorodność składu gotowych przetworów mięsnych.

Od szeregu lat w Zakładzie Technologii Mięsa SGGW prowadzone są prace nad standaryzacją wieprzowego mięsa drobnego [1]. Największym problemem w realizacji projektów standaryzacji mięsa drobnego na liniach rozbiorowych był brak szybkich i w miarę dokładnych metod oznaczania zawartości tłuszczu. Przełomem w tym zakresie należy uznać wyniki oznaczenia zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu [2, 4, 5]. Dlatego też celem pracy było określenie możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu (KAO) do standaryzacji składu chemicznego drobnego mięsa wieprzowego kl. 2 w ciągłych liniach rozbiorowych.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Materiał do badań stanowiło mięso wieprzowe kl. 2A (chude) i 2B (tłuste) pozyskiwane w warunkach przemysłowych w jednym z największych Zakładów Mięsnych w Polsce (umownie nazwanym Zakładem C). Klasyfikacji na podklasy 2A i 2B dokonywali pracownicy Zakładu C na podstawie oceny wzrokowej. Badania przeprowadzono w 36 losowo wybranych pojemnikach (po około 20 kg mięsa) - po 18 pojemników każdej podklasy 2A i 2B. Po wyrównaniu powierzchni mięsa w pojemnikach, wykonano zdjęcia aparatem cyfrowym Olympus 1400L. Następnie mięso z każdego pojemnika zostało osobno rozdrobnione w wilku przemysłowym przy użyciu siatki o średnicy otworów 20 mm. Po rozdrobnieniu ponownie wykonano zdjęcia powierzchni rozdrobnionego mięsa. Następnie pobrano reprezentatywną (ok. 1kg) próbkę z każdego pojemnika rozdrobnionego mięsa kl. 2A i 2B do oceny laboratoryjnej. Równolegle, z każdego pojemnika, pracownik Zakładu C pobierał próbki do pomiaru zawartości tłuszczu aparatem CEM znajdującym się w pobliżu hali rozbioru. Pobrane próbki mięsa przewieziono w warunkach chłodniczych do Zakładu Technologii Mięsa SGGW, celem wykonania oznaczeń. Przed wykonaniem oznaczeń mięso rozdrobniono w wilku laboratoryjnym przy użyciu siatki o średnicy otworów 3 mm i wymieszano. W laboratorium oznaczono zawartość tłuszczu stosując metodę odwoławczą - Soxhleta oraz metodę techniczną - Gerbera. Na podstawie analizy wykonanych zdjęć wyliczono zawartość tłuszczu (KO_1 - dla mięsa bezpośrednio z rozbioru, KO_2 - dla mięsa po rozdrobnieniu). Zawartość tłuszczu w badanym mięsie oznaczono również udostępnionym przez firmę FOSS aparatem FoodScan, który działa na zasadzie wykorzystania ruchomej siatki dyfrakcyjnej, skanując pełne widmo transmisyjne w bliskiej podczerwieni w zakresie długości fali 850-1050 nm.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Według założeń technologicznych Zakładu C, zawartość tłuszczu w drobnym mięsie wieprzowym kl. 2A powinna wynosić $20 \pm 2\%$, a w kl. 2B $40 \pm 2\%$. Analizując wyniki podane w tabeli 1 można stwierdzić, że w przypadku kl. 2A jedynie 6 na 18 badanych próbek mieściło się w założonych granicach, a w przypadku kl. 2B żadna. Rozstęp uzyskanych wyników był bardzo różny i wynosił:

- kl. 2A od 9,55 do 34,52% przy średniej wartości 22,10%
 - kl. 2B od 22,66 do 57,24% przy średniej wartości 36,67%.
- Pomimo, że wartości średnie były zbliżone do założonych,

Tabela 1. Wyniki zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B uzyskane różnymi metodami

Lp.	ZASTOSOWANA METODA						Lp.	ZASTOSOWANA METODA					
	Soxhleta [%]	Gerbera [%]	FoodScan [%]	CEM [%]	KO ₁ [%]	KO ₂ [%]		Soxhleta [%]	Gerbera [%]	FoodScan [%]	CEM [%]	KO ₁ [%]	KO ₂ [%]
	Mięso wieprzowe kl. 2A							Mięso wieprzowe kl. 2B					
1.	18,02	18,0	18,54	20,26	18,55	18,55	1.	32,83	32,1	33,71	35,34	33,16	33,52
2.	18,32	17,8	18,85	24,92	18,81	18,81	2.	47,71	46,9	48,66	48,86	48,59	48,66
3.	34,52	34,1	34,99	38,13	34,84	34,84	3.	30,42	29,1	31,43	38,00	31,42	30,89
4.	25,11	24,6	25,50	24,67	25,50	25,50	4.	29,73	29,6	30,44	33,12	29,98	29,86
5.	24,33	23,7	24,79	38,15	24,60	24,60	5.	39,66	39,4	40,47	41,28	39,72	39,92
6.	32,78	31,6	33,25	28,07	32,74	32,74	6.	33,23	33,2	33,82	31,63	33,80	33,18
7.	26,90	26,7	27,41	31,33	27,02	27,02	7.	57,24	56,9	57,98	-	57,41	57,34
8.	25,08	24,1	25,67	29,42	25,02	25,02	8.	43,01	42,7	43,45	-	43,19	43,08
9.	23,98	23,4	24,43	26,07	24,27	24,27	9.	32,16	32,4	32,66	34,95	32,52	32,14
10.	31,58	30,7	31,86	-	31,72	31,72	10.	55,85	55,6	56,74	-	56,60	55,98
11.	21,45	20,7	22,02	-	21,79	21,79	11.	50,66	50,3	51,12	-	51,08	50,66
12.	20,20	19,4	20,59	-	20,25	20,25	12.	33,36	33,0	33,99	-	33,77	33,67
13.	18,02	17,7	18,26	19,27	30,18	30,18	13.	28,77	28,7	29,22	32,10	28,81	29,11
14.	9,55	9,4	10,09	13,24	22,81	22,81	14.	22,66	22,4	23,35	31,60	22,81	23,16
15.	17,22	16,4	17,72	28,49	17,49	17,49	15.	23,99	23,5	24,48	29,88	24,12	24,18
16.	20,42	20,0	20,99	-	20,33	20,33	16.	28,05	27,7	28,50	-	27,85	28,06
17.	13,77	13,1	14,39	-	25,69	25,69	17.	35,99	34,9	36,47	-	36,32	36,40
18.	17,73	17,1	18,19	-	22,46	22,46	18.	34,69	33,8	35,25	-	34,95	34,61
\bar{x}	22,17	21,58	22,64	26,84	24,67	24,67	\bar{x}	36,67	36,23	37,32	35,67	37,01	36,91
$\pm s$	6,38	6,27	6,35	6,96	4,91	4,91	$\pm s$	10,00	10,01	10,05	5,45	10,10	9,99
max.	34,52	34,10	34,99	38,15	34,84	34,84	max.	57,24	56,90	57,98	48,86	57,41	57,34
min.	9,55	9,40	10,09	13,24	17,49	17,49	min.	22,66	22,40	23,35	29,88	22,81	23,16

- CEM – oznaczenie zawartości tłuszczu systemem ekstrakcji tłuszczów
- KO₁ – oznaczenie tłuszczu komputerową analizą obrazu w drobnym mięsie wieprzowym kl. 2
- KO₂ – oznaczenie tłuszczu komputerową analizą obrazu w rozdrobnionym mięsie wieprzowym kl. 2 (φ 20 mm)
- \bar{x} – wartość średnia, $\pm s$ - odchylenie standardowe, max. - wartość największa, min. - wartość najmniejsza

to oczywistym jest fakt, że przy tak zróżnicowanym surowcu wyjściowym niezwykle trudne jest utrzymanie standardowej jakości przetworów mięsnych. Jednocześnie takie znaczące zróżnicowanie uniemożliwia przeznaczenie tak posegregowanego mięsa wieprzowego kl. 2 do bezpośredniego obrotu towarowego.

W obrocie towarowym w krajach UE i Ameryki Północnej jest mięso drobne wieprzowe różniące się zawartością tłuszczu co 5 jednostek procentowych. Najczęściej stosuje się mięso wieprzowe drobne 80/20 i 60/40, co oznacza w pierwszym przypadku 80% chudej tkanki mięśniowej i 20% tłuszczu, a w drugim odpowiednio 60% chudej tkanki mięśniowej i 40% tłuszczu. Każde przekroczenie założonych zawartości tłuszczu skutkuje określoną niezgodnością z przyjętymi wymaganiami jakościowymi i wynikiem ekonomicznym. Przy wyraźnym odbiegających od założonych poziomów zawartości tłuszczu, producent w przypadku poziomów niższych od wyznaczonych będzie ponosił straty wynikające z różnicy ceny między ceną mięsa chudego i tłuszczu drobnego. Natomiast w przypadku wyższych poziomów zawartości tłuszczu niż deklarowane, producent będzie narażony na zarzut nierzetelności, co spowoduje reklamowanie przez nabywcę towaru i w konsekwencji utratę rynku zbytu.

Przyjmując w/w zawartości tłuszczu w kl. 2A i 2B oraz, że cena mięsa kl.1 (chudego) wynosi 10,00 zł/kg a tłuszczu

drobnego 1,50 zł/kg wyliczono, że obniżenie zawartości tłuszczu poniżej deklarowanej o jedną jednostkę procentową przynosi stratę producentowi 0,09 zł/kg.

Uwzględniając uzyskane odchylenia wyników od założonych zawartości tłuszczu oraz fakt uzyskiwania w skali doby około 10 ton mięsa wieprzowego kl. 2 w Zakładzie C, można oszacować ponoszone straty na kilka tysięcy zł dziennie.

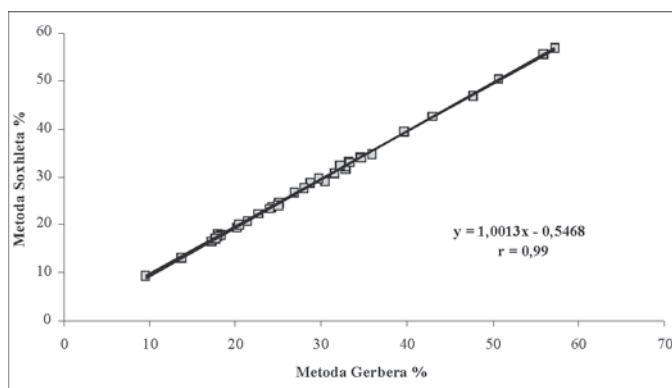
Przedstawione w tabeli 1 wyniki oznaczenia zawartości tłuszczu metodą odwoławczą i pięcioma innymi pozwalają ocenić ich przydatność do stosowania w warunkach przemysłowych. Porównując uzyskane wyniki można stwierdzić znaczącą ich zgodność, za wyjątkiem wyników uzyskanych w próbach 13, 14, 17 i 18 dla metody KO1 oraz w próbkach 5 i 15 uzyskanych aparatem CEM. Szczegółowa analiza różnic została przedstawiona w tabeli 2.

Wyniki uzyskane metodą Gerbera były we wszystkich 36 próbkach niższe od uzyskanych metodą odwoławczą Soxhleta. Średnia różnica dla mięsa kl. 2A wynosiła 0,58 jednostki procentowej, a w przypadku mięsa kl. 2B 0,43 jednostki procentowej. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wysoce istotną korelację pomiędzy wynikami uzyskanymi obiema metodami (rys. 1). Uzyskane wyniki są potwierdzeniem wcześniejszych obserwacji, że metoda Gerbera w warunkach przemysłowych może być wykorzystana

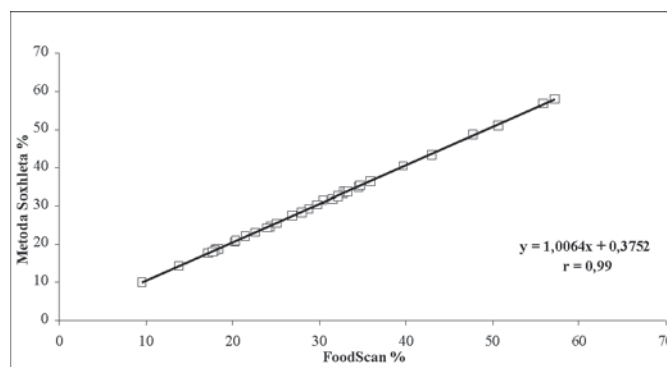
Tabela 2. Różnice oznaczeń zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B między metodą Soxhleta, a pozostałymi metodami

Lp.	ZASTOSOWANA METODA						Lp.	ZASTOSOWANA METODA					
	Soxhleta [%]	Gerbera [%]	FoodScan [%]	CEM [%]	KO ₁ [%]	KO ₂ [%]		Soxhleta [%]	Gerbera [%]	FoodScan [%]	CEM [%]	KO ₁ [%]	KO ₂ [%]
	Mięso wieprzowe kl. 2A							Mięso wieprzowe kl. 2B					
1.	18,02	-0,02	0,52	2,24	0,53	0,41	1.	32,83	-0,73	0,88	2,51	0,33	0,69
2.	18,32	-0,52	0,53	6,60	0,49	0,54	2.	47,71	-0,81	0,95	1,15	0,88	0,95
3.	34,52	-0,42	0,47	3,61	0,32	0,43	3.	30,42	-1,32	1,01	7,58	1,00	0,47
4.	25,11	-0,51	0,39	-0,44	0,39	0,10	4.	29,73	-0,13	0,71	3,39	0,25	0,13
5.	24,33	-0,63	0,46	13,82	0,27	-0,09	5.	39,66	-0,26	0,81	1,62	0,06	0,26
6.	32,78	-1,18	0,47	-4,71	-0,04	0,04	6.	33,23	-0,03	0,59	-1,60	0,57	-0,05
7.	26,90	-0,20	0,51	4,43	0,12	0,42	7.	57,24	-0,34	0,74	-	0,17	0,10
8.	25,08	-0,98	0,59	4,34	-0,06	0,03	8.	43,01	-0,31	0,44	-	0,18	0,07
9.	23,98	-0,58	0,45	2,09	0,29	0,46	9.	32,16	-0,24	0,50	2,79	0,36	0,02
10.	31,58	-0,88	0,28	-	0,14	-0,06	10.	55,85	-0,25	0,89	-	0,75	0,13
11.	21,45	-0,75	0,57	-	0,34	0,35	11.	50,66	-0,36	0,46	-	0,42	0,00
12.	20,20	-0,80	0,39	-	0,05	-0,06	12.	33,36	-0,36	0,63	-	0,41	0,31
13.	18,02	-0,32	0,24	1,25	12,16	-0,08	13.	28,77	-0,07	0,45	3,33	0,04	0,34
14.	9,55	-0,15	0,54	3,69	13,26	0,33	14.	22,66	-0,26	0,69	8,94	0,15	0,50
15.	17,22	-0,82	0,50	11,27	0,27	0,19	15.	23,99	-0,49	0,49	5,89	0,13	0,19
16.	20,42	-0,42	0,57	-	-0,09	1,30	16.	28,05	-0,35	0,45	-	-0,20	0,01
17.	13,77	-0,67	0,62	-	11,92	0,23	17.	35,99	-1,09	0,48	-	0,33	0,41
18.	17,73	-0,63	0,46	-	4,73	0,22	18.	34,69	-0,89	0,56	-	0,26	-0,08
\bar{x}		-0,58	0,48	4,02	2,51	0,26	\bar{x}		-0,43	0,65	3,56	0,34	0,25
max.		-0,02	0,62	13,82	13,26	1,30	max.		0,24	1,01	38,94	1,00	0,95
min.		-1,18	0,24	-4,71	-0,09	-0,09	min.		-1,32	0,44	-1,60	-0,20	-0,08

- średnia wartość różnicy, max. - największa wartość różnicy, min. - najmniejsza wartość różnicy



Rys. 1. Krzywa korelacji zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B oznaczonego metodą Soxhleta oraz metodą Gerbera



Rys. 2. Krzywa korelacji zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B oznaczonego metodą Soxhleta oraz aparatem FoodScan

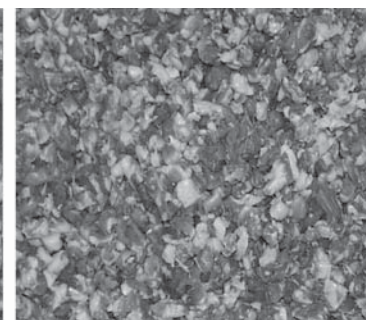
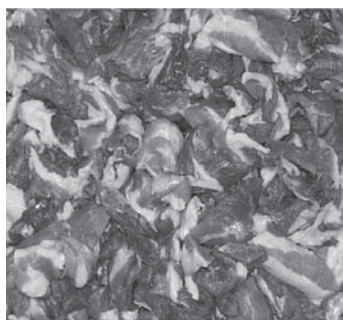
do szacunkowego oznaczania zawartości tłuszczu. Stosowanie jednak tej metody w liniach ciągłych jest w zasadzie niemożliwe ze względu na czas około 1 godziny niezbędny na pobranie próbki i wykonanie oznaczenia.

Wyniki uzyskane aparatem FoodScan były we wszystkich 36 próbkach nieco wyższe w stosunku do uzyskanych metodą odwoławczą Soxhleta. Średnia różnica dla mięsa kl. 2A wynosiła 0,48, a dla mięsa kl. 2B wynosiła 0,65 jednostki procentowej. Analiza statystyczna potwierdziła wysoce istotną korelację wyników uzyskanych obiema metodami (rys. 2). Czas pobrania i wykonania oznaczenia aparatem FoodScan wynosi około 5 minut.

Uwzględniając fakt, że jednocześnie uzyskuje się wyniki zawartości wody, białka i tkanki łącznej należy bardzo wysoko ocenić możliwość stosowania tego aparatu do oznaczania podstawowego składu chemicznego surowców, jak i gotowego produktu w trakcie procesu produkcyjnego. Pewnym mankamentem jest periodiczność pobierania prób.

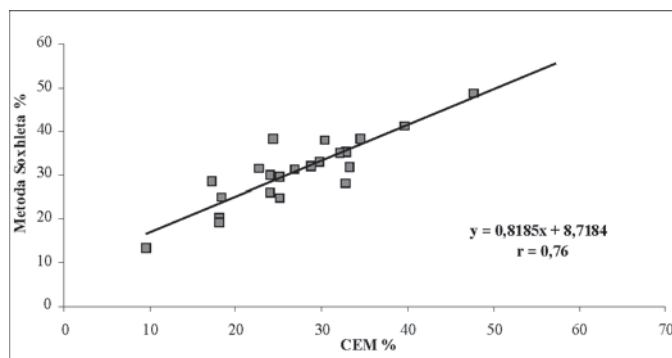
Wyniki oznaczania zawartości tłuszczu aparatem CEM odbiegały w największym stopniu od wyników uzyskanych metodą odwoławczą Soxhleta. Spośród przeprowadzonych 22 pomiarów, dwadzieścia wyników było wyższych a dwa niższe od uzyskanych metodą odwoławczą. Jednocześnie w dwóch

przypadkach uzyskane różnice przekroczyły 10 jednostek procentowych. Średnie z wyliczonych różnic wyniosły dla mięsa kl. 2A 4,02, a dla mięsa kl. 2B 3,56 jednostki procentowej i były najwyższe spośród porównywanych metod. Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła powyższe obserwacje i wykazała, że wartość współczynnika korelacji pomiędzy wynikami uzyskanymi aparatem CEM a metodą odwoławczą była najniższa spośród wszystkich porównywanych (rys. 3).



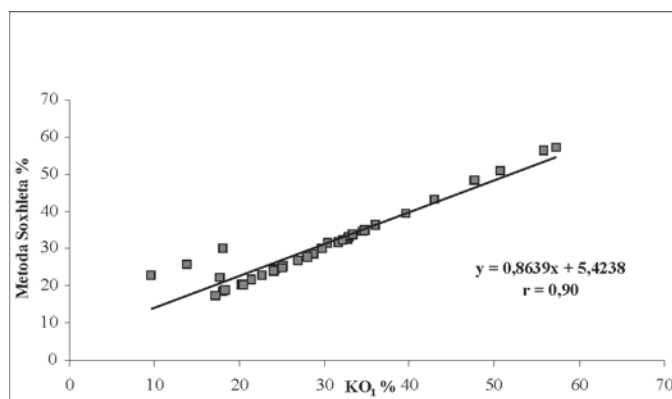
Rys. 5. Drobne mięso wieprzowe kl. 2 pozyskane w trakcie rozbioru

Rys. 6. Mięso z tego samego pojemnika po rozdrobnieniu w wilku z zastosowaniem siatki o średnicy otworów 20 mm.)



Rys. 3. Krzywa korelacji zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B oznaczonego metodą Soxhleta oraz aparatem CEM

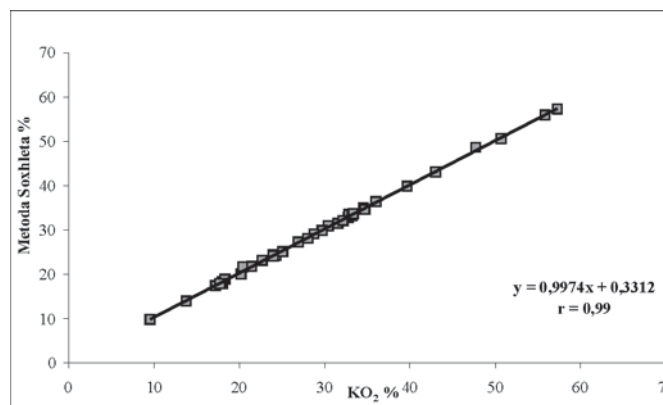
Wyniki oznaczania zawartości tłuszczu metodą KO_1 potwierdziły wcześniejsze spostrzeżenia o wpływie niejednorodności badanego mięsa na wynik oznaczenia. Wyliczone wartości średniej różnicy pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczoną metodą KO_1 , a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą odwoławczą dla mięsa kl. 2A wyniosły 2,51, a dla kl. 2B 0,34 jednostki procentowej. W wyniku błędnego pomiaru zawartości tłuszczu w czterech próbkach o ponad 10 jednostek procentowych, wartości średnie uległy znacznemu zawyżeniu. Gdyby wyeliminować 4 wyniki próbek obciążonych tym błędem, to współczynnik korelacji byłby znacznie wyższy (rys. 4).



Rys. 4. Krzywa korelacji zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B oznaczonego metodą Soxhleta oraz KO_1

Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono wygląd powierzchni mięsa z tego samego pojemnika przed i po rozdrobnieniu w wilku o średnicy otworów siatki 20 mm. Jest oczywistym, że duże kawałki mięsa pokryte w dużej części omięsną o barwie zbliżonej do barwy tłuszczu mogą w dużym stopniu wpływać na wynik oznaczenia metodą komputerowej analizy obrazu. Spostrzeżenie to zostało potwierdzone wynikami oznaczenia tłuszczu metodą KO_2 . Stwierdzone średnie różnice wyników między metodą KO_2 , a metodą Soxhleta były najmniejsze i wyniosły dla mięsa kl. 2A 0,26, a dla mięsa kl. 2B 0,25 jednostki

procentowej. Wyliczony współczynnik korelacji w pełni potwierdził powyższe spostrzeżenie (rys. 7). Kilkusekundowy czas wykonania oznaczenia potwierdza możliwość zastosowania tej metody w linii ciągłej rozbioru i wykrawania oraz segregacji uzyskanych mięs drobnych.



Rys. 7. Krzywa korelacji zawartości tłuszczu w badanym mięsie wieprzowym kl. 2 A i B po rozdrobnieniu oznaczonego metodą Soxhleta oraz KO_2

WNIOSKI

W oparciu o uzyskane wyniki można sformułować następujące wnioski:

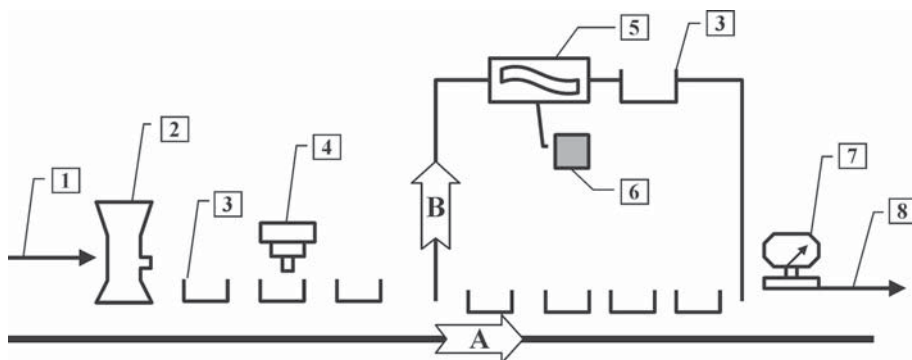
1. Z porównywanych metod oznaczenia zawartości tłuszczu najbardziej zbliżone z wynikami metody odwoławczej są wyniki uzyskane metodą KAO (mięso po rozdrobnieniu) oraz aparatem FoodScan.
2. Wyniki oznaczenia zawartości tłuszczu uzyskane metodą KAO (mięso bezpośrednio z rozbioru) mogą być obciążone błędem wynikającym ze zróżnicowania wielkości kawałków i obecności na ich powierzchni tkanki łącznej, co wskazuje na konieczność wstępnego rozdrobnienia mięsa drobnego w wilku z zastosowaniem siatki o średnicy otworów 20 mm.

MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA UZYSKANYCH WYNIKÓW W PRAKTYCE PRZEMYSŁOWEJ

W większości polskich zakładów mięsnych segregacji mięsa wieprzowego drobnego dokonuje się w wyniku oceny wizualnej. Jak wykazano w niniejszej pracy obciążona ona jest znacznym błędem i powoduje istotne zróżnicowanie

jakości surowca, jak i gotowego przetworu mięsnego. Jednocześnie przynosi wymierne straty ekonomiczne.

W większości zakładów mięsnych krajów UE (i w pojedynczych zakładach polskich) mięso drobne uzyskiwane w trakcie rozbioru i wykrawania jest standaryzowane w zakresie zawartości tłuszczu przed przekazaniem do magazynu porzbiorowego. W tych zakładach mięso drobne poszczególnych klas jest zbierane w dużych mieszalnikach (pojemności minimum 1 tony) i mieszane w celu ujednorodnienia przez 10-15 minut. Z tak ujednorodnionego surowca pobiera się próbkę reprezentatywną o masie około 2 kg i po rozdrobnieniu w wilku laboratoryjnym oznacza zawartość tłuszczu jedną z technicznych (szybkich) metod [7]. Po analizie wyniku zawartość tłuszczu koryguje się dodatkiem chudego mięsa lub tłuszczu drobnego. Po ponownym wymieszaniu mięso przekazuje się do magazynu porzbi-



Rys. 8. Schemat linii do standaryzacji mięsa drobnego z zastosowaniem zestawu do komputerowej analizy obrazu: 1 taśmociąg z linii rozbiorowej, 2 – wilk, 3 – pojemniki z mięsem, 4 – zestaw do komputerowej analizy obrazu, 5 – mieszalnik, 6 – aparat FOSS, 7 – waga i kodowanie, 8 – taśmociąg do magazynu porzbiorowego

rowego. Metoda ta jest stosunkowo prosta, wymaga jednak odpowiednich urządzeń, ujednorodnienia całej masy uzyskiwanych mięs drobnych, a tym samym pracochłonna i kosztowna.

Możliwość zastosowania komputerowej analizy obrazu przeanalizowano na przykładzie Zakładu C, w którym prowadzono przedmiotowe badania. W zakładzie tym jest planowana modernizacja magazynu porzbiorowego. Schemat proponowanego rozwiązania przedstawiono na rysunku 8.

Mięso drobne z poszczególnych stanowisk linii rozbioru i wykrawania w poszczególnych klasach przechodzi przez „ciągły” wilk o średnicy otworów siatki 20 mm w celu ujednorodnienia. Następnie rozdrobnione mięso jest pakowane w standardowe pojemniki o pojemności 20 kg. Każdy pojemnik na taśmociągu przesuwany jest pod obiektywem kamery cyfrowej. Czas wykonania zdjęcia, jego komputerowej analizy i podjęcia decyzji wynosi 2-3 sekundy. Jeżeli zawartość tłuszczu w mięsie w badanym pojemniku mieści się w granicach ustalonych (np. $20 \pm 2\%$), to pojemnik przesuwany jest do magazynu porzbiorowego i po przejściu przez czytnik kodu kreskowego kierowany na odpowiednie stanowisko zbiorcze dla danej klasy mięsa drobnego (droga A, rys. 8). Jeżeli zawartość tłuszczu w badanym pojemniku

odbiega od założonych wartości, to pojemnik ten eliminowany jest z bezpośredniego przekazania do magazynu porzbiorowego i kierowany jest do mieszalnika w celu ujednorodnienia i wystandaryzowania zawartości tłuszczu (tak, jak jest to robione obecnie; droga B, rys.8). Koszt dodatkowego urządzenia (kamery cyfrowej, komputera, oprogramowania) stanowi około 30 tys. PLN, natomiast możliwe oszczędności czasu, robocizny i chudej tkanki mięśniowej byłoby znaczne.

LITERATURA

- [1] Bożyk Z., Pisula A.: *Przydatność szablonu integracyjnego do sterowania składem chemicznym wędlin*. Materiały z V Sesji Naukowej KTiChZ PAN Gdańsk, 1974.
- [2] Dasiewicz K.: *Badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa wołowego*. Praca doktorska, Zakład Technologii Mięsa, SGGW, Warszawa, 2001.
- [3] Dmoch E.: *Próba podziału mięsa drobnego wieprzowego klasy II na podklasy w celu wydzielenia wsadu surowcowego do produkcji kielbas*. Praca inżynierska. Zakład Technologii Mięsa SGGW, 1972.
- [4] Lewicki P.P.: *Zastosowanie komputerowej analizy obrazu w technologii żywności*. Przem. Spoż., 49, (5), 155, 1995.
- [5] Makała H.: *Komputerowa analiza obrazu w ocenie surowców i gotowej żywności*. Przem. Spoż., 49, (5), 158, 1995.
- [6] Polska Norma, PN-A-82014 *Mięso bez kości do produkcji przetworów z mięsa rozdrobnionego*, 1997.
- [7] Tyszkiewicz I., Tyszkiewicz S.: *Charakterystyka i ocena porównawcza metod określania składu podstawowego surowców i produktów mięsnych. Metody analitycznego oznaczania zawartości tłuszczu cz. II*. Gosp. Mięsna, 29, (4), 24-27, 1977.

APPLICATION OF DIGITAL IMAGE ANALYSIS FOR STANDARDISATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF PROCESSING PORK MEAT (2-ND CLASS) IN CUTTING AND TRIMMING INDUSTRIAL LINES

SUMMARY

In most of Polish meat plants the classification of meat trimmings is done by visual assessment of fat content. In some plants the results of such classification is check-out by analytical methods of fat determination (Soxhlet or Gerber methods). However those methods are laborious and cant not be used on the line.

The aim of this work was to assess the possibility of using digital image analysis (DIA) for estimation of fat content in meat trimmings. It was proved that fat content in ground pork meat of particle size less than 20 mm could be estimated by DIA. It is suggested that this method could be applied on the line systems of meat cutting and deboning industrial lines.