

ZASTOSOWANIE WSKAŹNIKA PURPURY BROMOKREZOLOWEJ (BCPI)
DO OCENY ZAWARTOŚCI α -TOKOFEROLU W OLEJU RZEPAKOWYM
UZYSKANYM Z OGRZEWANEJ MIKROFALOWO ŚRUTY RZEPAKOWEJ

¹Marek Szmigielski, ²Jolanta Rubaj, ^{1,2}Stanisław Matyka

¹Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydział Inżynierii Produkcji,
Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: marek.szmigielski@ar.lublin.pl

²Instytut Zootechniki w Krakowie, Krajowe Laboratorium Pasz w Lublinie
ul. Chmielna 2, 20-079 Lublin

Streszczenie. Sprawdzono przydatność nowej metody analitycznej (wskaźnika purpury bromokrezolowej – BCPI) do oceny zawartości α -tokoferolu (AE) w oleju rzepakowym uzyskanym z ogrzewanej mikrofalowo pełnotłustej śruty rzepakowej. Badaniom poddano nasiona rzepaku polskiej odmiany Lisek, ześrutowane i ogrzewane mikrofalowo w warunkach jednego z dziesięciu wariantów intensywności tego procesu, w których każdemu z trzech poziomów mocy promieniowania (350, 500 lub 650 W) odpowiadają trzy czasy obróbki termicznej (60, 120 lub 180 s), zaś jedną z prób pozostawiono bez ogrzewania. Dane doświadczalne uzyskane w wyniku przeprowadzenia tych badań (AE i BCPI) poddano obróbce statystycznej potwierdzając ich współzależność (wysoki współczynnik korelacji), oraz (na drodze ich matematycznej aproksymacji), zaproponowano cały szereg hipotetycznych funkcji o postaci $AE = f(BCPI)$, umożliwiających wzajemne przekalkulowanie wyników tych analiz i zastąpienie czasochłonnej oraz skomplikowanej metody (AE) przez prostą, szybką i czułą BCPI. Wiarygodność tych hipotetycznych formuł matematycznych potwierdzono uzyskując wysokie współczynniki determinacji (R^2) proponowanych funkcji do rzeczywistych danych doświadczalnych.

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, olej rzepakowy, ogrzewanie mikrofalowe, zawartość tokoferolu, wskaźnik purpury bromokrezolowej - BCPI, równanie regresji

WAŻNIEJSZE OZNACZENIA

AE – zawartość DL – α -tokoferolu (witamina E),

BCPI – wskaźnik purpury bromokrezolowej,

BCPI_{S.M.} – wskaźnik purpury bromokrezolowej (w przeliczeniu na gram suchej masy nasion),

BCPI_{B,S,M} – wskaźnik purpury bromkrezolowej (w przeliczeniu na gram białka w suchej masie nasion),
CRI – wskaźnika czerwieni krezolowej
CV – współczynnik zmienności,
 χ – czułość testu,
NIR – najmniejsza istotna statystycznie różnica,
 π – precyzja oznaczeń,
 ρ – rozróżnialność,
SD – odchylenie standardowe,
 τ – czasochłonność oznaczeń.
TIA – aktywność antytrypsynowa,
UA – aktywność ureazy,

WSTĘP

Rzepak, jest jedną z nielicznych roślin strefy klimatu umiarkowanego, której nasiona stanowią równocześnie bogate źródło wartościowego oleju, oraz białka o dużej wartości odżywczej [3,4,6,14]

Ogrzewanie rozdrobnionych nasion rzepaku, poprzedzające operację tłoczenia, a następnie, ekstrakcji oleju, sprzyja uzyskaniu wysokiej wydajności tego procesu, lecz równocześnie może być przyczyną niekorzystnych przemian (zachodzących zarówno we frakcji olejowej, jak i w produkcie ubocznym przemysłu olejarskiego, tj. poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej – stosowanej często jako wartościowy komponent pasz przemysłowych) [1,11].

Pogodzenie tych wzajemnie sprzecznych tendencji (tj. zastosowania możliwie intensywnego ogrzewania, tak aby uzyskać wysoką wydajność oleju, oraz zachowania jego wysokiej wartości odżywczej i walorów żywieniowych poekstrakcyjnej śrucy rzepakowej) nabiera szczególnie dużego znaczenia przy zastosowaniu mikrofal jako sposobu obróbki termicznej surowca [19]. Zaletami ogrzewania mikrofalowego są: duża szybkość i wydajność, oraz równomierność i stabilność ogrzewania surowca.

Jednak w praktyce produkcyjnej, podczas przemysłowego przerobu nasion rzepaku, dochodzi często do znacznych wahań parametrów procesu, które mogą stanowić przyczynę obniżenia jakości uzyskiwanego oleju (np. obniżenia zawartości niezbędnych, nienasyconych kwasów tłuszczowych – NNKT i dezaktywacji witamin [2,10,19]). Konieczna jest więc ścisła kontrola jakości oleju, która powinna opierać się na możliwie szybkich, prostych w wykonaniu i, równocześnie, dostatecznie czułych metodach oceny, tak aby możliwy był bieżący monitoring właściwości produktu w skromnych, najczęściej, warunkach laboratorium przemysłowego. Wykorzystanie w tym celu klasycznych wyróżników jakości oleju rzepakowego

(np. oceny zawartości α -tokoferolu), z powodu dużej czasochłonności oraz znacznych kosztów aparatury i odczynników, wydaje się być utrudnione [8].

Celem podjętych badań było sprawdzenie przydatności nowej metody analitycznej, zwanej wskaźnikiem purpury bromokrezolowej (BCPI), do oceny zawartości α -tokoferolu w oleju rzepakowym uzyskanym z ogrzewanych mikrofalowo rozdrobnionych nasion rzepaku.

HIPOTEZA BADAWCZA

Przyjęto współzależność wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI) oznaczanego dla ogrzewanych mikrofalowo, rozdrobnionych nasion rzepaku oraz zawartości α -tokoferolu jako wyróżnika jakości pozyskanego z tych nasion oleju.

MATERIAŁY I METODY

Badaniom poddano nasiona rzepaku odmiany Lisek o wilgotności 4,14% ($\pm 0,43\%$) Sucha masa tych nasion zawierała: 20,42% ($\pm 2,63\%$) białka ogólnego, 41,65% ($\pm 4,11\%$) tłuszczu surowego i 3,75% ($\pm 0,32\%$) popiołu surowego. Wilgotność nasion, zawartość białka ogólnego i tłuszczu surowego oraz popiołu oznaczono zgodnie z zalecanymi w Polsce normami (wykonując trzy niezależne powtórzenia dla każdego z oznaczeń).

Spośród tych nasion rzepaku wyodrębniono dziewięć prób (o masie 25g każda), po czym oddzielnie każdą z nich ześrutowano (na młynku laboratoryjnym), aby następnie ogrzewać ją mikrofalowo, w warunkach jednego z dziewięciu wariantów intensywności tego procesu, w których każdemu z trzech poziomów mocy promieniowania (350, 500 lub 650 W) odpowiadają trzy czasy obróbki termicznej (60, 120 lub 180 s). W analogiczny sposób przygotowano próbę odniesienia (również o masie 25 g), przy czym po ześrutowaniu pozostawiono ją w niezmienionym stanie, tj. nie poddano ogrzewaniu mikrofalowemu.

Zawartość witaminy E (DL – α -tokoferolu – AE) oznaczano zgodnie z [8]. Ta procedura postępowania analitycznego przewiduje hydrolizę próby nasion w roztworze wodorotlenku potasu (KOH), ekstrakcję witaminy E (eterem naftowym) i właściwe oznaczenie metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (z odwróconą fazą: RP – HPLC i zastosowaniem detektora ultrafioletowego). Wykonano pięć niezależnych powtórzeń oznaczenia cechy AE dla każdej z prób i obliczono dla tych oznaczeń średnie oraz odchylenia standardowe.

Badania metodą wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI) przeprowadzono zgodnie z metodyką opisaną w pracy [17] (w wariancie umożliwiającym uzyskanie maksymalnej czułości testu tj. dla stężenia purpury bromokrezolowej na poziomie $0,1 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-3}$ oraz kwasowości roztworu $0,03 \text{ M}_{\text{HCl}}\cdot\text{dm}^{-3}$). Ta procedura anali-

tyczna przewiduje rozdrobnienie nasion rzepaku (lub śruty rzepakowej) do przesiewu przez sito (o boku oczka 0,40 mm), po czym 100 miligramowe naważki każdej z wyżej opisanych dziesięciu prób (różniących się intensywnością ogrzewania mikrofalowego), przenoszono (oddzielnie) do kolbek stożkowych (o objętości 100 cm³), aby następnie do każdej z nich dodać 50 cm³ roztworu roboczego purpury bromokrezolowej (stężenie 0,1 mg·cm⁻³, kwasowość 0,03 M_{HCl}·dm⁻³) i mieszać na mieszadło magnetycznym przez 30 minut.

Następnie zawartość kolby wirowano przez okres 10 minut (przy szybkości 3000 rad·min⁻¹), po czym 1 cm³ klarownego ekstraktu przenoszono do próbki zawierającej 20 cm³ 0,02 M_{NaOH}, zamieszano i po 10 minutach mierzono absorbancję roztworu przy długości fali 590 nm wobec wody destylowanej jako odnośnika.

Opisaną procedurę powtórzono, zarówno dla próby nieogrzewanej jak i wszystkich dziewięciu wariantów intensywności ogrzewania mikrofalowego.

Masę zaadsorbowanej substancji czynnej – purpury bromokrezolowej (równą liczbowo wartości tzw. wskaźnika purpury bromokrezolowej – BCPI dla każdej z prób) obliczono jako różnicę pomiędzy jej ilością zawartą w roztworze przed i po kontakcie z rozdrobnionymi nasionami. Badanie wykonano poprzez pomiar absorbancji barwnych roztworów purpury bromokrezolowej, korzystając z proporcjonalności ich stężenia i pochłaniania o długości fali 590 nm.

Wynik obliczono ze wzoru (1) poprzez odniesienie go do grama suchej masy próby (BCPI_{S.M.}) oraz w przeliczeniu na gram białka w tej suchej masie (BCPI_{B.S.M.}).

$$S = \frac{(E_o - E_b) * C * V}{E_o * m} \quad (1)$$

S – ilość zaadsorbowanego barwnika (mg·g⁻¹ próby) (BCPI);

E_o – absorbancja roztworu roboczego;

E_b – absorbancja ekstraktu;

C – stężenie roztworu barwnika (mg·cm⁻³) (0,1 mg·cm⁻³);

V – objętość roztworu barwnika (cm³) (50 cm³);

m – masa próbki (g).

Wykonano pięć niezależnych powtórzeń oznaczenia BCPI, obliczając (dla każdej z prób) średnią i odchylenie standardowe (SD).

Dane liczbowe, uzyskane dla każdej z opisanych prób poprzez ocenę cech (AE, BCPI_{S.M.} oraz BCPI_{B.S.M.}) poddano obróbce statystycznej, obliczając wartość średnią, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności tych pomiarów [5].

Rozróżnialność prób (ρ określono jako istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi każdej z oznaczanych cech (AE, BCPI_{S.M.} oraz BCPI_{B.S.M.}) dla każdej z badanych prób i wyrażono ją (dla każdej z tych cech), jako procent relacji istot-

nych w odniesieniu do ogółu relacji sprawdzonych – wg [15,16]. Istotność różnic dla wyników oznaczeń określono przeprowadzając analizę wariancji (przy 5% poziomie istotności) i wyznaczając najniższe istotne różnice Tukey'a – NIR [5].

Ponadto, w oparciu o uzyskane wyniki, wyliczono współczynniki korelacji (r) pomiędzy badanymi cechami (AE, $BCPI_{S.M.}$ oraz $BCPI_{B.S.M.}$) weryfikując w ten sposób ich współzależność, zaś gdy te współczynniki okazały się przynajmniej wysokie, opracowano hipotetyczne zależności funkcyjne (równania regresji) pomiędzy danymi doświadczalnymi uzyskanymi metodami: BCPI i AE /AE = f(BCPI)/ uzyskując odpowiednie algorytmy przeliczeniowe. Weryfikacji tych algorytmów dokonano (metodą najmniejszych kwadratów) uzyskując współczynniki determinacji (R^2), każdej z uzyskanych formuł matematycznych do rzeczywistych danych doświadczalnych [5].

Czasochłonność (τ) analiz (AE, BCPI), określono dla każdej z nich, jako czas niezbędny na jej wykonanie w jednym powtórzeniu dla jednej próby nasion wg [12,15,16].

WYNIKI

Surowe nasiona rzepaku (w porównaniu do nasion innych przebadanych dotąd gatunków – soi, fasoli i lędźwianu siewnego [12, 13, 16]) charakteryzowały się wysoką wartością wskaźnika purpury bromokrezolowej ($BCPI_{B.S.M.}$ – tabela 1 – sekcja B), co wskazuje na dużą reaktywność białek rzepakowych w odniesieniu do substancji czynnej (purpury bromokrezolowej), pod warunkiem że prawdziwa jest hipoteza, według której wielkość sorpcji tej substancji jest zdeterminowana w głównej mierze zawartością białek oraz stopniem ich denaturacyjnych przemian (a dokładniej ilością odsłoniętych grup aminowych w cząsteczce protein).

Na wiarygodność i poprawność tak sformułowanej tezy pośrednio wskazują wyniki przeprowadzonych dotąd badań, których obiektem były ogrzewane nasiona soi, fasoli lub lędźwianu siewnego [12,15,16]. Wynika z nich ścisła współzależność (wysoki współczynnik korelacji – r) zmian wartości BCPI oraz wybranych właściwości białek tych nasion (aktywności antytyrpsynowej – TIA, aktywności ureazy – UA, wskaźnika czerwieni krezolowej – CRI itp.).

Należy przy tym zauważyć, że jakkolwiek wartość BCPI w odniesieniu do suchej masy nasion ($BCPI_{S.M.}$ – tabela 1 - sekcja A) jest dla surowych nasion rzepaku znacznie niższa niż np. dla surowych nasion sojowych [14,16], to jednak (ze względu na niższą zawartość białek w suchej masie nasion rzepakowych, w porównaniu do nasion sojowych) wskaźnik purpury bromokrezolowej w przeliczeniu na gram białka w suchej masie nasion ($BCPI_{B.S.M.}$ – tabela 1, sekcja B) kształtuje się dla rzepaku na znacznie wyższym poziomie, co wskazuje na znaczne zróżnicowanie właściwości białek soi i rzepaku w reakcji z purpurą bromokrezolową.

Mikrofalowe ogrzewanie rozdrobnionych nasion rzepaku spowodowało znaczny wzrost BCPI (zarówno, w przeliczeniu na suchą masę nasion – $BCPI_{S.M.}$, jak i w odniesieniu do jednostki masy białka w suchej masie nasion – $BCPI_{B.S.M.}$ – tabela 1). Wartość BCPI otrzymana dla surowej, pełnotłustej śruty z nasion rzepaku była ok. dwukrotnie mniejsza, w porównaniu do wyniku uzyskanego poprzez badanie próby poddanej uprzednio najintensywniejszemu ogrzewaniu (promieniowaniem o mocy 650 W w czasie 180 s). Podobną tendencję, tj. wzrost sorpcji purpury bromokrezolowej w miarę zwiększania intensywności ogrzewania (skutkujący zwiększeniem BCPI) zaobserwowano również we wcześniejszych badaniach nasion soi, fasoli, lędźwianu siewnego i lnianki siewnej [12, 13, 16].

Zmiany wartości wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI) okazały się w dużej mierze proporcjonalne do zmian intensywności ogrzewania prób, co niewątpliwie przyczyniło się do uzyskania wysokiej rozróżnialności prób ($\rho_{BCPI(S.M.)} = 77,78\%$, $\rho_{BCPI(B.S.M.)} = 82,22\%$ – tabela 4). Należy przy tym zauważyć, że rozróżnialność tych samych prób obliczona z zastosowaniem $BCPI_{B.S.M.}$ (z przeliczeniem wyniku na jednostkę masy białka w suchej masie nasion) jest większa od tej jaką uzyskano w wyniku wykorzystania $BCPI_{S.M.}$, co prawdopodobnie jest skutkiem zwiększenia czułości oznaczeń $BCPI_{B.S.M.}$ w porównaniu do $BCPI_{S.M.}$. Podobne rezultaty uzyskał Szmigielski [13], badając nasiona lnianki siewnej (*camelina sativa*), lecz wskazał on równocześnie na spadek precyzji oznaczeń $BCPI_{B.S.M.}$ w porównaniu do $BCPI_{S.M.}$. Do podobnych wniosków skłania również analiza uzyskanych obecnie wyników. Wprawdzie zakres zmian współczynnika zmienności CV (charakteryzującego precyzję oznaczeń – $\tilde{\pi}$) jest dla obu metod ($BCPI_{B.S.M.}$ i $BCPI_{S.M.}$) podobny (tab. 4), to jednak analiza wyników uzyskanych dla większości prób wskazuje na niewielki spadek precyzji oznaczeń $BCPI_{B.S.M.}$ (w porównaniu do $BCPI_{S.M.}$). Zawartość witaminy E (AE) tj. D,L α -tokoferolu w oleju z surowych nasion rzepaku kształtowała się na poziomie zbliżonym do danych literaturowych [7]. Ogrzewanie pełnotłustej śruty rzepakowej powodowało zaś wyraźny spadek zawartości witaminy E narastający w miarę wzrostu intensywności ogrzewania nasion (tab. 2). Rozdrobnione nasiona rzepaku poddane mikrofalowemu ogrzewaniu w warunkach największej intensywności tego procesu (tj. obróbki promieniowaniem o mocy 650 W przez 180 s) charakteryzowały się zawartością witaminy E na poziomie ok. 85% (w porównaniu do surowych nasion). Podobną tendencję spadkową zaobserwowano również w badaniach Rotkiewicza [7], choć bezpośrednie porównanie danych liczbowych napotyka na trudności, ze względu na niekompletność opisu badań (brak informacji na temat częstotliwości i mocy zastosowanego promieniowania).

Tabela 1. Wskaźnik purpury bromokrezolowej dla ogrzewanej mikrofalowo śruty rzepakowej
Table 1. Bromocresole purple index for microwaved rapeseed meal

		(BCPI) (mg·g ⁻¹ s.m.) – (mg g ⁻¹ d.m.)			
Rodzaj obróbki termicznej Thermal processing		Parametry obróbki termicznej – Thermal processing parameters			
		Moc promieniowania Radiation power (W)	Czas obróbki termicznej – Thermal processing time (s)		
			60	120	180
Sekcja A	Mikronizacja Microwave heating	350	21,02 ± 0,76 (3,62)	22,00 ± 0,35 (1,59)	27,35 ± 0,66 (2,41)
		500	26,64 ± 0,54 (2,03)	27,40 ± 0,38 (1,39)	28,59 ± 0,59 (2,06)
		650	26,85 ± 0,16 (0,60)	30,24 ± 0,12 (0,40)	31,60 ± 0,44 (1,39)
	Kontrola (surowa śruta rzepakowa) Control (raw rapeseed meal)		15,28 ± 0,29 (1,90)		
NIR – LSD = 1,37					
		(BCPI) (mg·g ⁻¹ s,m,) – (mg g ⁻¹ d,m,)			
Rodzaj obróbki termicznej Thermal processing		Parametry obróbki termicznej – Thermal processing parameters			
		Moc promieniowania Radiation power (W)	Czas obróbki termicznej – Thermal processing time (s)		
			60	120	180
Sekcja B	Mikronizacja Microwave heating	350	102,9 ± 3,73 (3,2)	107,6 ± 1,1 (1,9)	133,9 ± 3,23 (2,41)
		500	130,5 ± 2,61 (2,00)	134,8 ± 1,5 (1,8)	140,0 ± 2,90 (2,07)
		650	131,4 ± 0,96 (0,73)	148,1 ± 0,56 (0,38)	154,8 ± 2,18 (1,41)
	Kontrola (surowa śruta rzepakowa) Control (raw rapeseed meal)		74,85 ± 1,46 (1,95)		
LSD – NIR = 6,72					

W nawiasach pod wynikami (), zamieszczono współczynniki zmienności uzyskanych pomiarów. – in brackets – () – variability coefficients for results.

Tabela 2. Zawartość α - tokoferolu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.} = \text{p.p.m.}$) w ogrzewanych mikrofalowo nasionach rzepaku

Table 2. Content of α -tocopherol in microwaved rapeseed ($\text{mg kg}^{-1}\text{d.m.} = \text{p.p.m.}$)

Rodzaj obróbki termicznej Thermal processing	Parametry obróbki termicznej – Thermal processing parameters			
	Moc promieniowania Radiation power (W)	Czas obróbki termicznej – Thermal processing time (s)		
		60	120	180
Mikronizacja Microwave heating	350	121,0 \pm 0,65 (0,54)	117,8 \pm 0,45 (0,38)	111,8 \pm 0,83 (0,74)
	500	120,7 \pm 0,34 (0,28)	116,1 \pm 0,57 (0,49)	105,2 \pm 0,41 (0,39)
	650	119,6 \pm 0,83 (0,69)	113,5 \pm 0,70 (0,62)	103,1 \pm 0,30 (0,29)
Kontrola (surowe nasiona rzepaku) Control (raw rapeseed meal)		121,1 \pm 1,33 (1,10)		
NIR – LSD = 2,09				

W nawiasach pod wynikami (), zamieszczono współczynniki zmienności uzyskanych pomiarów – in brackets (-) – variability coefficients for results.

Tabela 3. Zawartość D, L α -tokoferolu (AE) w funkcji wskaźnika purpury bromkrezolowej (BCPI) dla ogrzewanej mikrofalowo pełnotłustej śrutę rzepakowej. Równania regresji o postaci $AE = f(BCPI)$

Table 3. Content of α -tocopherol as a function of BCPI for microwaved full-fat rapeseed meal. Regression equation of $AE = f(BCPI)$ type

Zmienna zależna Dependent variable	Zmienna niezależna Independent variable	Współczynnik korelacji (r) Correlation coefficient (r)	Typ równania Function type	Postać równania – Function	R ² (%)	
AE	BCPI _{S,M} , lub – or BCPI _{B,S,M}	-0,68	II ^o	$AE = -0,081(BCPI)^2 - 0,499(BCPI) + 120,9$	42	
			Wielomianowe Polynomial	III ^o	$AE = -0,088(BCPI)^3 + 13,67(BCPI)^2 - 7,179(BCPI) + 128,4$	49
			IV ^o	$AE = -0,036(BCPI)^4 + 0,711(BCPI)^3 - 4,478(BCPI)^2 + 8,794(BCPI) + 115,9$	54	
			Liniowe Linear	$AE = -1,4(BCPI) + 122,6$	41	
			Wykładnicze Exponential	$AE = 122,9 e^{-0,012(BCPI)}$	41	
			Potęgowe Power	$AE = 123,4(BCPI)^{-0,048}$	36	
			Logarytmiczne Logarithmic	$AE = -5,403 \ln(BCPI) + 123,1$	36	

Duża rozróżnialność wyników zawartości $\tilde{\alpha}$ -tokoferolu ($\rho = 80\%$ – tabela 4) wskazuje na proporcjonalność zmian zawartości witaminy E (AE) w miarę wzrostu intensywności ogrzewania, analogicznie jak miało to miejsce dla oznaczeń wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI – tabela 1), zaś wysoki współczynnik korelacji obu tych cech (BCPI i AE – tab. 3) świadczy o dużej ich współzależności, oraz umożliwia opracowanie dla nich algorytmów przeliczeniowych w formie funkcji matematycznych.

Zamieszczone w tabeli 3 przykładowe funkcje typu $AE = f(BCPI)$ charakteryzują się dostatecznie dużymi współczynnikami determinacji (R^2), aby umożliwić wzajemne, wiarygodne przeliczenie cech AE i BCPI oraz zastąpienie czasochłonnej, pracochłonnej i kosztownej metody (AE) przez prostą, szybką i taną (BCPI) w badaniu nasion rzepaku lub śruty rzepakowej (tab. 4)

Tabela 4. Czasochłonność, rozróżnialność i precyzja metod analitycznych zastosowanych do oceny skuteczności ogrzewania mikrofalowego pełnotłustej śruty rzepakowej

Table 4. Time-consumption, discrimination and precision of analytical methods applied to evaluate the efficiency of microwaving the full-fat rapeseed meal

Porównywany parametr Parameter compared	Nazwa metody analitycznej –Analytical metod		
	BCPI _{B.S.M.} (mg·g ⁻¹ protein w s.m. (mg g ⁻¹ protein in d.m.)	BCPI _{S.M.} (mg·g ⁻¹ s.m.) (mg g ⁻¹ d.m.)	AE (mg·kg ⁻¹)
τ (h)	1,5	1,5	4
ρ (%)	82,22	77,78	80
π (Cv) (%)	0,38-3,62	0,40-3,62	0,28-1,1

WNIOSKI

1. Wykazano współzależność wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI), oznaczanego dla ogrzewanej mikrofalowo, pełnotłustej śruty rzepakowej, oraz zawartości witaminy E (α -tokoferolu – AE) w oleju rzepakowym uzyskanym z tych nasion, co wskazuje na możliwość zastosowania wskaźnik purpury bromokrezolowej (BCPI) do opisu zmian zawartości α -tokoferolu w uzyskanym z tych nasion oleju.

2. Odpowiednia kalkulacja wyniku oznaczeń wskaźnika purpury bromokrezolowej (w przeliczeniu na jednostkę masy białka w suchej masie nasion - BCPI_{B.S.M.}) sprzyja uzyskaniu większej czułości metody, i równocześnie, wpływa na jej uniwersalność (umożliwia skuteczne jej zastosowanie, zarówno, do oznaczeń przeprowadzanych dla rozdrobnionych, pełnotłustych nasion, jak też w od-

niesieniu do całej gamy produktów rzepakowych różniących się zawartością tłuszczu w suchej masie).

3. Biorąc pod uwagę specyfikę szybkich, rutynowych oznaczeń laboratoryjnych realizowanych podczas przemysłowego przetwórstwa nasion rzepaku, spośród równań regresji wiążących zawartość witaminy E w oleju rzepakowym (AE) i wskaźnik purpury bromokrezolowej określany dla śruty rzepakowej (BCPI), najwłaściwsze wydaje się być zastosowanie równania liniowego.

PIŚMIENNICTWO

1. **Drozdowski B.:** Reakcje chemiczne kwasów tłuszczowych i acylogliceroli. W: *Chemia Żywności. Praca zbiorowa pod red. Z.E. Sikorskiego* WNT Warszawa, 1994, 2000, 222-243, 2000.
2. **Jaśkiewicz T., Sagan A.:** Wpływ czasu przechowywania oraz dodatku przeciwutleniacza na stabilność frakcji lipidowej materiałów lniankowych. *Rośliny Oleiste*, 24(2), 597- 604, 2003.
3. **Nogala-Kałucka M., Gogolewski M., Jaworek M., Siger A., Szulczewska A.:** Oznaczanie niektórych składników jako wyróżników jakości nasion rzepaku produkowanych w różnych regionach Polski. *Rośliny oleiste*, 23(2), 447-459, 2002.
4. **Ochodzki P., Rakowska M.:** Porównanie składu chemicznego i wartości żywieniowej od-tłuszczonych nasion rzepaków brązowo – i żółtonasiennych. *Rośliny Oleiste*, 17(2), 477- 482, 1996.
5. **Oktaba W.:** Metody statystyki matematycznej w doświadczeniach. PWN Warszawa, 1986.
6. **Pastuszewska B., Ochtabińska A.:** Wartość odżywcza białka wytlóków rzepakowych. *Rośliny Oleiste*, 17(2), 469-475, 1996.
7. **Rotkiewicz D.:** Metody inaktywacji mirozynyzy. W: *Inaktywacja mirozynyzy w nasionach rzepaku jako sposób poprawy jakości śruty i oleju. Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt., Technologia Alimentarium*, 23 (A). ART Olsztyn, 7, 1991.
8. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie metodyki postępowania analitycznego w zakresie określania zawartości składników pokarmowych i dodatków paszowych w materiałach paszowych, premiksach, mieszankach paszowych i paszach leczniczych.: Oznaczenie witaminy E metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej. W: *Metodyka postępowania analitycznego w zakresie określania zawartości składników pokarmowych i dodatków paszowych w materiałach paszowych, premiksach i mieszankach paszowych.:* Dziennik Ustaw Nr 271 poz. 2688, 2004.
9. **Sagan A.:** Wpływ obróbki barotermicznej na stabilność witamin lipofilnych w mieszankach paszowych w czasie przechowywania. Rozprawa doktorska, AR Lublin, 2002.
10. **Sikorski Z.E.:** Przemiany białek w czasie przechowywania i przetwarzania żywności. W: *Chemia Żywności. Praca zbiorowa pod red. Z.E. Sikorskiego* WNT, Warszawa, 1994, 2000, 281-290, 2000.
11. **Smulikowska S., Pastuszewska B., Ochtabińska A., Mieczkowska A.:** Composition and nutritional value for chickens and rats of seeds, cake and solvent meal from low-glucosinolate yellow-seeded spring rape and dark-seeded winter rape. *J. Anim. Feed. Sci.*, 7(4), 415-428, 1998.
12. **Szmigielski M.:** Użyteczność uproszczonych testów w ocenie efektywności obróbki termicznej nasion roślin strączkowych. Rozprawa doktorska, Wydział Techniki Rolniczej AR w Lublinie, 1999.

13. **Szmigielski M.:** Opracowanie testu do oceny skuteczności obróbki termicznej nasion Inianki siewnej (*Camelina sativa*). Biul. Nauk. Przem. Pasz., 41 (1/4), 99-106, 2002.
14. **Szmigielski M.:** Bromocresole Purple Index in estimating the influence of microwave processing on trypsin inhibitor activity of soybeans. Pol. J. Food Nutr. Sci., 13/54(1), 35-39, 2004.
15. **Szmigielski M., Matyka S.:** Test do oceny skuteczności obróbki termicznej nasion lędźwianu siewnego. Inż. Roln., 37(4), 315-321, 2002.
16. **Szmigielski M., Matyka S.:** Zastosowanie purpury bromokrezolowej do oceny skuteczności obróbki termicznej nasion rzepaku. Inż. Roln., 5(60), 345-354, 2004.
17. **Szmigielski M., Matyka S.:** Comparison of selected methods applied for the evaluation of thermal processing efficiency of chickling vetch seed. Pol. J. Food Nutr. Sci., 13/54(3), 243-248, 2004.
18. **Yoshida H., Takagi S.:** Vitamin E and oxidative stability of soya bean oil prepared with beans at various moisture contents roasted in a microwave oven. J. Sci. Food Agric., 72(1), 111-119, 1996.

APPLICATION OF BROMOCRESOLE PURPLE INDEX (BCPI)
FOR ESTIMATION OF α -TOCOPHEROL CONTENT
AT MICROWAVE HEATING OF BRUISED RAPESEEDS

¹Marek Szmigielski, ²Jolanta Rubaj, ^{1,2}Stanisław Matyka

¹Department of Biological Basis of Food and Feed Technology,
Faculty of Production Engineering, Lublin Agricultural University
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: marek.szmigielski@ar.lublin.pl

²National Research Institute of Animal Production – Kraków,
National Laboratory of Feed – Lublin
ul. Chmielna 2, 20-079 Lublin

Abstract. The authors tested the usefulness of a new analytical method (bromocresole purple index – BCPI) for the evaluation of α -tocopherol content (AE) in rapeseed oil obtained from microwaved full-fat rapeseed meal. Rapeseed of Lisek cv., ground and microwaved under conditions of one of nine radiation intensity variants in which every radiation power level (350, 500 or 650 W) corresponded to three thermal processing times (60, 120 or 180 seconds), along with a single untreated sample (control), was subjected to tests. Experimental data from the tests (AE and BCPI) were statistically processed, confirming their interdependence (high correlation coefficient), and, by applying mathematical approximation, a variety of hypothetical functions of $AE = f(BCPI)$ form was proposed, which would allow for mutual conversion of results of the analyses and for replacement of the time-consuming and complicated AE method with the simple, fast and sensitive BCPI method. Credibility of these hypothetical formulae was confirmed by high determination coefficients (R^2) of the proposed functions in relation to real experimental data.

Keywords: rapeseed, rapeseed oil, microwave heating, tocopherol content, bromocresole purple index – BCPI, regression equation