

AGNIESZKA RĘKAS, KATARZYNA WIŚNIEWSKA,
MAŁGORZATA WRONIAK

WPLYW OGRZEWANIA MIKROFALOWEGO NASION RZEPAKU NA WYDAJNOŚĆ I JAKOŚĆ WYTŁOCZONEGO OLEJU

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wstępnej obróbki termicznej nasion rzepaku z zastosowaniem promieniowania mikrofalowego na wydajność, właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne uzyskanego oleju typu *virgin*. Odmiany rzepaku ozimego 'Kana' i 'Bakara' nawilżano do wilgotności 6,5 i 8,5 %, następnie ogrzewano w kuchence mikrofalowej (800 W, 2450 MHz) przez 3 i 7 min, po czym olej tłoczono w prasie ślimakowej Farmer 10. Otrzymane oleje oceniano pod względem: stopnia hydrolizy (LK), pierwotnego (LOO) i wtórnego stopnia utlenienia (LA), zawartości sprzężonych dienów i trienów, stabilności oksydacyjnej w teście Rancimat – w temp. 130 °C, zawartości barwników karotenoidowych i chlorofilowych. Przeanalizowano również wpływ ogrzewania mikrofalowego na kształtowanie się smaku i zapachu otrzymanych olejów typu *virgin* (metodą profilowania), oceniono również stopień ich akceptacji konsumenckiej.

Wykazano, że ogrzewanie mikrofalowe nasion rzepaku, po uprzednim ich nawilżeniu, wpłynęło na zwiększenie wydajności tłoczenia oleju w stosunku do próby kontrolnej. Największy wzrost wydajności tłoczenia stwierdzono w olejach z nasion o wilgotności 8,5 %, ale ogrzewanych w krótszym czasie (3 min). W przypadku nasion odmiany 'Bakara' wydajność tłoczenia była większa o 19 %, a odmiany 'Kana' – o 16 %. Wymienione oleje charakteryzowały się najwyższym stopniem akceptacji konsumenckiej spośród olejów z nasion ogrzewanych ('Bakara' – 5,4 j.u.; 'Kana' – 5,5 j.u.). Równocześnie zaobserwowano obniżenie jakości fizykochemicznej tych olejów, przy jednoczesnym podwyższeniu stabilności oksydacyjnej w teście Rancimat ('Bakara' z 1,8 do 5,7 h; 'Kana' z 2,3 do 5,1 h). Ogrzewanie nasion o mniejszej wilgotności (6,5 %), ale dłużej (7 min) wywarło największy wpływ na zmniejszenie wydajności tłoczenia, obniżenie stopnia akceptacji konsumenckiej oraz obniżenie jakości fizykochemicznej olejów.

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, ogrzewanie mikrofalowe, tłoczenie, olej rzepakowy, właściwości fizykochemiczne, jakość sensoryczna

Mgr inż. A. Rękas, mgr inż. K. Wiśniewska, dr hab. inż. M. Wroniak, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-787 Warszawa. Kontakt: malgorzata_wroniak@sggw.pl

Wprowadzenie

Wstępna obróbka hydrotermiczna nasion oleistych jest bardzo ważnym etapem procesu pozyskiwania oleju. W przemyśle olejarskim stosuje się kondycjonowanie wstępne (temp. $30 \div 40$ °C), które ma na celu ujednoczenie temperatury i wilgotności masy nasiennej i zapewnienie prawidłowego przebiegu procesu rozdrabniania. Z kolei kondycjonowanie zasadnicze (prażenie) miazgi nasiennej (temp. $80 \div 100$ °C) ma ułatwić wydobycie tłuszczu, a tym samym zwiększyć wydajność tłoczenia [10].

Prowadzone są badania nad możliwością zastosowania innych, alternatywnych metod wstępnej obróbki termicznej nasion rzepaku, które są mniej czasochłonne i wymagają mniejszych nakładów energii. Wśród tych metod wyróżnia się obróbka termiczna z wykorzystaniem mikrofal, która w porównaniu z klasycznym konwekcyjnym ogrzewaniem zapewnia uzyskanie wyższej temperatury (powyżej 160 °C) w krótszym czasie (tylko kilka minut) [1, 23, 30].

Mikrofale to rodzaj promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości drgań od 300 MHz do 300 GHz, co odpowiada długości fal od 1 m do 1 mm. Przy przetwarzaniu żywności najczęściej wykorzystuje się dwa zakresy: 915 i 2450 MHz [26, 34]. Mechanizm ogrzewania nasion w wyniku działania mikrofal polega na oddziaływaniu związków polarnych (w szczególności wody i oleju) i jonów z polem elektromagnetycznym. Pod wpływem mikrofal dipole cząsteczek wody ulegają rotacji i oscylują, a przyspieszane w polu elektromagnetycznym jony przemieszczają się zgodnie z kierunkiem zmiennego pola elektrycznego, zderzają się z cząsteczkami wody i przekazują im energię kinetyczną. Tarcie wewnętrzne powstające w wyniku tych zjawisk generuje ciepło prowadzące do ogrzania produktu [12, 28]. Mikrofałe przenikające przez produkt ogrzewają go wewnątrz, w wyniku czego następuje częściowe odparowanie wody z wnętrza nasion, czemu towarzyszy wzrost ciśnienia wewnątrzkomórkowego. Mechaniczna dezintegracja struktury komórkowej potęgowana obniżeniem ciśnienia oraz towarzyszącym mu rozpadem membran komórkowych zwiększa powierzchnię wypływu oleju z nasion, przyczyniając się do podwyższenia wydajności tłoczenia [2, 33]. Ogrzewanie mikrofalowe nasion rzepaku, poprzedzające operację tłoczenia, pozwala nie tylko na zwiększenie wydajności tego procesu, ale również, dzięki intensywnej wymianie masy i ciepła oraz dostarczaniu energii bezpośrednio do materiału, sprzyja skróceniu czasu ogrzewania, czemu towarzyszy mniejsze zużycie energii [1, 2, 29].

Obróbka termiczna nasion rzepaku przed tłoczeniem, z zastosowaniem ogrzewania mikrofalowego, prowadzona jest głównie w celu określenia wpływu tego rodzaju ogrzewania na wydajność procesu tłoczenia, jakość wytłoczonego oleju, zawartość związków wykazujących działanie przeciwutleniające oraz ich wpływu na wartość odżywczą i stabilność oksydacyjną oleju [1, 2, 7, 11, 23, 33]. Podczas analizy składu oleju rzepakowego uzyskanego z nasion poddanych obróbce termicznej obserwuje się

zmiany zarówno korzystne, jak i niepożądane. Dzięki większej ekstraktywności związków biologicznie czynnych: tokoferoli, steroli, fosfolipidów, związków fenolowych oraz dzięki powstawaniu nowych związków o właściwościach przeciwutleniających, np. kanololu – 4-vinylo-2,6-dimetoksyfenolu (powstającego w wyniku dekarboksylacji kwasu synapinowego) czy produktów reakcji Maillarda, a także w wyniku inaktywacji enzymów i mikroorganizmów z powierzchni nasion, następuje wzrost stabilności oksydacyjnej badanych olejów, jak również podwyższenie ich wartości żywieniowej. Czas indukcji olejów w teście Rancimat może być nawet do ośmiu razy dłuższy w porównaniu z czasem olejów tłoczonych na zimno [1, 10]. Obróbka termiczna nasion rzepaku może być jednak przyczyną wielu niekorzystnych zmian zachodzących we frakcji lipidowej, objawiających się zarówno zwiększonym stopniem hydrolizy oleju, jak również powstawaniem pierwotnych i wtórnych produktów utleniania. Ponadto obserwuje się pociemnienie barwy oleju z nasion uprzednio ogrzewanych, w wyniku wyższej ekstraktywności i termicznej degradacji barwników chlorofilowych i karotenoidowych. Ciemniejsza barwa oleju może być spowodowana również obecnością produktów nieenzymatycznego brunatnienia i termicznej degradacji fosfolipidów [1, 2, 7, 11, 24, 28].

Celem pracy było określenie wpływu wstępnej obróbki termicznej nasion rzepaku z zastosowaniem ogrzewania mikrofalowego na wydajność, właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne wytłoczonego oleju typu *virgin*.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym były nasiona dwóch odmian rzepaku ozimego „00”: ‘Bakara’ i ‘Kana’ (Hodowla Roślin Strzelce, grupa IHAR) pochodzące ze zbiorów z 2013 r. Użyte w pracy nasiona rzepaku były czyste, zdrowe i nieuszkodzone. Ilość zanieczyszczeń w każdej z odmian wynosiła poniżej 1 %. Nasiona rzepaku nawilżano do wilgotności 6,5 i 8,5 %, pakowano w torebki z tworzywa sztucznego i przechowywano przez dobę w warunkach chłodniczych (temp. 4 ± 2 °C) w celu wyrównania stopnia nawilżenia. Następnie nasiona poddawano ogrzewaniu mikrofalowemu (800 W, 2450 MHz) w kuchence mikrofalowej przez 3 i 7 min. Ogrzewanie surowca ($2 \times 0,5$ kg nasion) prowadzono w szklanym naczyniu w cienkiej warstwie, bez przykrycia, z mieszaniem w połowie danego czasu, na koniec dokonywano pomiaru temperatury masy nasion bezdotykowym termometrem laserowym, typ KC 180B firmy Tynaxtools (Polska). Po ostygnięciu nasiona poddawano tłoczeniu w prasie ślimakowej Farmer 10 (Farmet, Czechy) do tłoczenia na zimno o wydajności $9 \div 12$ kg nasion/h. W trakcie tłoczenia używano dyszy o średnicy 8 mm. Wszystkie uzyskane oleje pozostawiano do naturalnej sedimentacji osadu przez 3 dni w warunkach chłodniczych. Następnie olej rozlewano do butelek z brązowego szkła o pojemności 65 ml i prze-

chowowano w temp. 4 ± 2 °C. Tłoczenie nasion i analizę olejów przeprowadzano w dwóch seriach w ciągu czterech tygodni.

W nasionach rzepaku i w wyłokach oznaczano zawartość wody – metodą suszarkową [16] oraz tłuszczu w aparacie Soxtec™ 2050 – za pomocą zautomatyzowanej ekstrakcji według metody Soxhletha [14]. Wydajność tłoczenia [%] obliczano na podstawie zawartości tłuszczu w nasionach i wyłokach, korzystając z równania [25]:

$$W = 100 \times (1 - R_n/R_w),$$

gdzie: R_n – stosunek zawartości nietłuszczowych składników w nasionach do zawartości tłuszczu w nasionach; R_w – stosunek zawartości nietłuszczowych składników w wyłokach do zawartości tłuszczu reszkowego w wyłokach.

Właściwości fizykochemiczne otrzymanych olejów rzepakowych typu *virgin* określano poprzez oznaczanie zawartości: wolnych kwasów tłuszczowych – liczba kwasowa [15], nadtlenków – liczba nadtlenkowa [18], aldehydów – liczba anizydynowa [19] oraz obliczenie wskaźnika TOTOX [19]. Zawartość skoniugowanych dienów i trienów oznaczano spektrofotometrycznie, mierząc absorbancję w ultrafiolecie, odpowiednio przy $\lambda_{\max} = 232$ i 268 nm [17]. Oznaczano barwę spektrofotometrycznie, określając udział barwników karotenoidowych ($\lambda = 442$ nm) i chlorofilowych ($\lambda = 668$ nm) [13]. Stabilność oksydacyjną olejów oznaczano w teście Rancimat w aparacie typu 679 (Methrom) w temp. 130 °C [20].

Do oceny jakości sensorycznej badanych olejów stosowano metodę profilową [3], korzystając z definicji wyróżników sensorycznych charakterystycznych dla olejów rzepakowych typu *virgin*, opracowanych przez Brühla i Matthäusa [4]. Określano intensywność cech sensorycznych zdefiniowanych jako: typowy dla nasion, orzechowy, drewniany, cierpki, zleżały, stęchły, spalony. W ocenie brało udział 10 przeszkolonych osób z Zakładu Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych (SGGW). Na początku wybierano wyróżniki sensoryczne smaku i zapachu, a następnie oceniano ich intensywność. W pierwszej kolejności porównywano oleje tłoczone na zimno (próby kontrolne) i oleje z różnych wariantów nawilżenia i ogrzewania w ramach jednej odmiany. Następnie oceniano oleje dwóch różnych odmian uzyskanych z tego samego wariantu. Intensywność wyróżników zaznaczano na niestrukturyzowanej skali ciągłej ($0 \div 10$ j.u., gdzie 0 – niewyczuwalny, 10 – bardzo intensywny). Dodatkowo określano stopień akceptacji konsumenckiej przy użyciu niestrukturyzowanej skali z określeniami brzegowymi „lubię” – „nie lubię”.

Wszystkie doświadczenia przeprowadzano w dwóch seriach, a oznaczenia w co najmniej trzech powtórzeniach ($n = 2 \times 3$). Wyniki poddano analizie statystycznej. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) z wykorzystaniem testu Tukeya przy $p \leq 0,05$. Obliczenia wykonywano w programie Statgraphics 4.1.

Wyniki i dyskusja

Początkowa zawartość wody i tłuszczu (oleju) w nasionach rzepaku odmiany ‘Bakara’ wynosiła odpowiednio: 5,5 i 40,9 %, natomiast w nasionach odmiany ‘Kana’ – 5,7 % i 42,4 % (tab. 1). Nasiona przed ogrzewaniem nawilżono do 6,5 i 8,5 %, by uniknąć spalenia nasion i problemów technicznych z przepustowością prasy ślimakowej. Bezpośrednio po ogrzaniu mikrofalowym nawilżonych nasion rzepaku mierzono temperaturę osiągniętą wewnątrz nasion. Średnia temperatura nasion ogrzewanych przez 3 min wynosiła od $88 \div 90$ °C (wilgotność 8,5 %) do $98 \div 99$ °C (wilgotność 6,5 %), a przez 7 min – od $115 \div 117$ °C (wilgotność 6,5 %) do $135 \div 137$ °C (wilgotność 8,5 %) (rys. 1). Przed tłoczeniem ogrzewane mikrofalowo nasiona były studzone do temperatury 20 ± 2 °C, natomiast średnia temperatura wypływającego oleju mierzona bezpośrednio pod cedzidłem prasy we wszystkich otrzymanych próbach olejów wynosiła ok. 40 ± 2 °C.

Tabela 1. Zawartość wody i tłuszczu w nasionach badanych odmian rzepaku

Table 1. Water and fat content in seeds of rape cultivars analysed

Wyszczególnienie Specification	Odmiana rzepaku / Rape cultivar	
	‘Bakara’	‘Kana’
	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
Zawartość wody w nasionach Water content in seeds [%]	$5,5 \pm 0,06$	$5,7 \pm 0,05$
Zawartość oleju w nasionach Fat content in seeds [%]	$40,9 \pm 0,13$	$42,4 \pm 0,06$

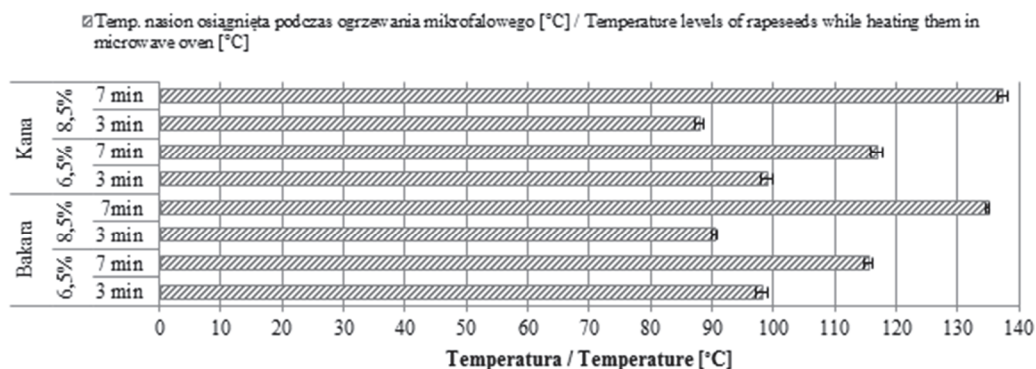
Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s / SD – odchylenie standardowe / standard deviation

Zawartość wody w wyciekach malała wraz ze wzrostem temperatury ogrzewania nasion (tab. 2). Najwięcej wody zawierały wycieki otrzymane z nasion dowilżonych do 8,5 % i bez obróbki termicznej – próby kontrolne (9,5 i 9,7 % odpowiednio w odmianie rzepaku ‘Bakara’ i ‘Kana’), a najmniej – z nasion o wilgotności 6,5 %, ogrzewanych przez 7 min (2,5 i 3,1 %, odpowiednio w nasionach odmiany ‘Bakara’ i ‘Kana’).

Zawartość tłuszczu w wyciekach uzyskanych z nasion bez obróbki termicznej wynosiła: ‘Bakara’ – 24,7 %, ‘Kana’ – 24,9 %. Najwięcej tłuszczu znajdowało się w wyciekach otrzymanych z nasion o wilgotności 6,5 %, ogrzewanych przez 7 min. Wycieki te zawierały 29,8 i 33,0 % tłuszczu, odpowiednio w nasionach: ‘Bakara’ i ‘Kana’. Zwiększający się udział tłuszczu w wyciekach, wraz z wydłużaniem czasu ogrzewania nasion, można przypisać zbyt małej wilgotności i zbyt długiemu czasowi ogrzewania nasion, co skutkowało tworzeniem struktur włóknisto-granularnych, po-

wstających w wyniku rozpadu małych kulistych ciał białkowych i tworzeniem w ich miejsce włóknistych form częściowo połączonych ze ścianami komórkowymi, utrudniających wypływanie oleju z nasion [6]. Natomiast zbyt duża wilgotność nasion, dowilżonych do 8,5 %, niepoddanych ogrzewaniu, zwiększyła elastyczność nasion, czyli zdolność do odkształceń, utrudniając tym samym wydobycie oleju z miazgi nasiennej [27], co skutkowało większą zawartością tłuszczu w wytlókach, na poziomie 25,5 i 26,2 %, odpowiednio: z nasion odmian ‘Bakara’ i ‘Kana’. W pozostałych przypadkach stwierdzono zmniejszenie zawartości tłuszczu w wytlókach w porównaniu z wytlókami otrzymanymi z nasion nieogrzewanych, w związku z czym stwierdzono wzrost wydajności tłoczenia (tab. 2). Największą wydajność tłoczenia uzyskano po nawilżeniu nasion rzepaku do wilgotności 8,5 %, a następnie ogrzewaniu przez 3 min (temp. $88 \div 90$ °C). Wzrost wydajności tłoczenia, w stosunku do próby kontrolnej, wyniósł 19 % w przypadku nasion ‘Bakara’ oraz 16 % – nasion ‘Kana’. Dłuższe ogrzewanie nasion (7 min) w niewielkim stopniu przyczyniło się do zwiększenia wydajności tłoczenia, której wzrost sięgał 6,8 % w przypadku nasion ‘Kana’ i 8,2 % – ‘Bakara’. Po nawilżeniu nasion do 6,5 %, a następnie poddaniu ich dłuższemu ogrzewaniu, tj. przez 7 min, większość oleju została w wytlókach, z uwagi na zbyt długi czas ogrzewania i zbyt małą wilgotność surowca. Takie parametry hydrotermicznej obróbki wstępnej nasion przed tłoczeniem, zarówno odmiany ‘Bakara’, jak i ‘Kana’, przyczyniły się do zmniejszenia wydajności tłoczenia niemal o połowę w stosunku do próby kontrolnej, odpowiednio: z 54,9 do 23,6 % i z 55,0 do 22,3 % (tab. 2).



Rys. 1. Temperatura nasion rzepaku osiągnięta podczas ogrzewania mikrofalowego

Fig. 1. Temperature levels of rapeseeds while heating them in microwave oven

Tabela 2. Wydajność tłoczenia w zależności od zawartości tłuszczu i wody w wytlókach rzepakowych
Table 2. Oil extraction yield depending on oil and water contents in rapeseed oil cake

Odmiana rzepaku Rape cultivar	Stopień nawilżenia rzepaku Moisture content in rapeseeds [%]	Czas ogrzewania mikrofalowego Microwave heating time [min]	Zawartość wody w wytlókach Water content in cake [%]	Zawartość tłuszczu w wytlókach Fat content in cake [%]	Wydajność tłoczenia Oil yield [%]
			$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
	-	-	6,2 ^a ± 0,05	24,7 ^a ± 0,17	54,9 ^a ± 0,62
'Bakara'	6,5	0	7,4 ^b ± 0,05	24,4 ^{ab} ± 0,18	55,7 ^{ab} ± 0,29
		3	5,8 ^c ± 0,08	23,9 ^b ± 0,22	57,9 ^{bc} ± 0,38
		7	2,5 ^d ± 0,05	29,8 ^c ± 0,41	23,6 ^d ± 3,39
	8,5	0	9,5 ^e ± 0,24	25,5 ^d ± 0,26	53,9 ^a ± 0,85
		3	9,0 ^f ± 0,22	20,2 ^e ± 0,21	65,3 ^e ± 0,71
		7	5,3 ^g ± 0,33	22,2 ^f ± 0,22	59,8 ^c ± 3,54
'Kana'	-	-	6,4 ^a ± 0,21	24,9 ^a ± 0,13	55,0 ^{ab} ± 1,13
	6,5	0	7,7 ^b ± 0,15	24,3 ^b ± 0,13	55,1 ^{ab} ± 0,57
		3	5,9 ^c ± 0,05	23,6 ^c ± 0,15	58,5 ^a ± 2,69
		7	3,1 ^d ± 0,24	33,0 ^d ± 0,10	22,3 ^c ± 2,94
	8,5	0	9,7 ^e ± 0,05	26,2 ^e ± 0,08	53,3 ^b ± 2,55
		3	9,4 ^f ± 0,10	21,3 ^f ± 0,05	63,8 ^d ± 0,85
		7	5,4 ^g ± 0,16	22,8 ^g ± 0,19	59,1 ^{ad} ± 0,71

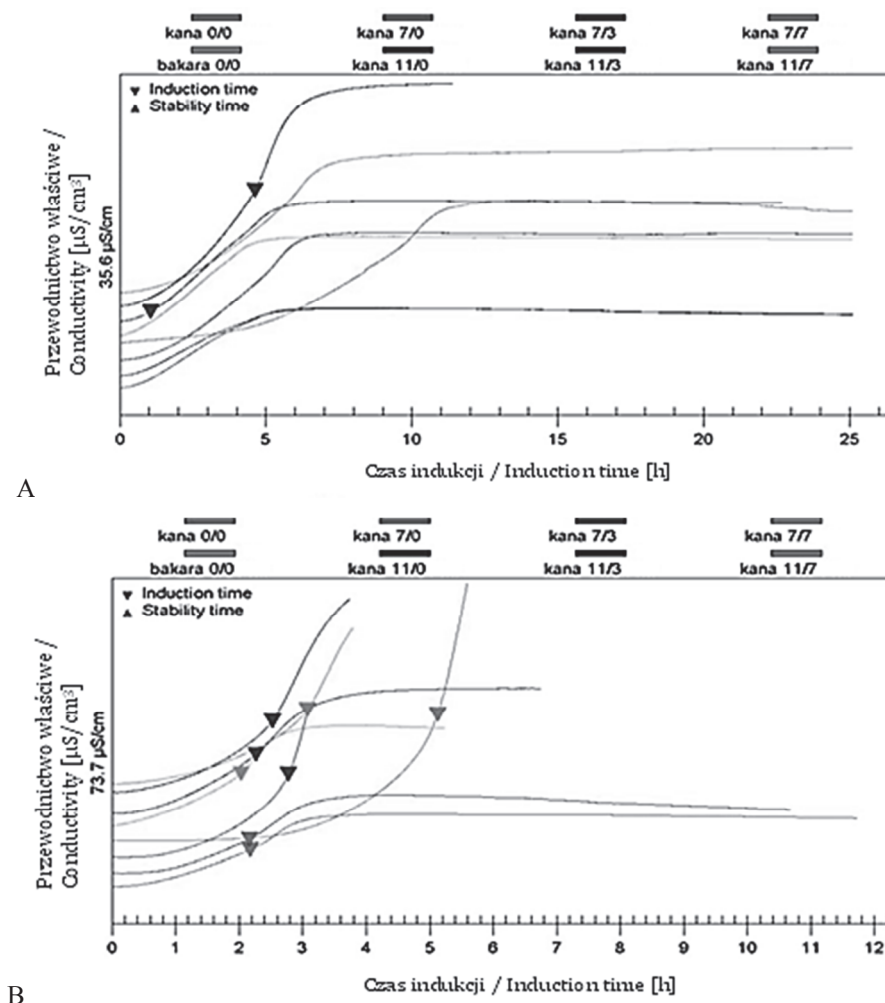
Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s / SD – odchylenie standardowe / standard deviation

a, b, ... – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami w kolumnie nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in columns and denoted by the same letters do not differ statistically significantly at $p \leq 0,05$; n = 6.

Analiza stabilności oksydatywnej otrzymanych olejów dowiodła, że zastosowane parametry hydrotermicznej obróbki wstępnej nasion przed tłoczeniem (nawilżenie i ogrzewanie) przyczyniły się do wydłużenia czasu indukcji badanych olejów rzepakowych typu *virgin* z obu odmian nasion. Największy przyrost czasu indukcji w teście Rancimat w temp. 130 °C zaobserwowano w olejach z nasion o wilgotności 6,5 %, ogrzewanych przez 7 min. W tym wariancie w oleju 'Bakara' zaobserwowano wydłużenie czasu indukcji z 1,8 do 5,7 h, a w oleju 'Kana' – z 2,3 do 5,1 h, w porównaniu z olejem kontrolnym (tab. 3, rys. 2B). W literaturze również odnotowano wzrost stabilności oksydatywnej oleju uzyskanego z prażonych mikrofalowo nasion, ale wielo-

krotnie większy, co wynika prawdopodobnie z zastosowanego wyższego zakresu temperatury, sięgającego $160 \div 200 \text{ }^\circ\text{C}$. Veldsink i wsp. [30] zaobserwowali w teście Rancimat, w temp. $110 \text{ }^\circ\text{C}$, wydłużenie czasu indukcji olejów rzepakowych z 5,3 h w olejach tłoczonych na zimno do 38 h w olejach z nasion poddanych obróbce mikrofalami w temp. $225 \text{ }^\circ\text{C}$. Natomiast Azadmard-Damirchi i wsp. [1] podają, że czas indukcji olejów rzepakowych z prażonego surowca był nawet do ośmiu razy dłuższy. Prawdopodobnie obserwowany wzrost stabilności oksydacyjnej tych olejów to zsumowany



Rys. 2. Przykładowy wykres przebiegu krzywych utleniania oleju rzepakowego w teście Rancimat, w temp. $120 \text{ }^\circ\text{C}$ (A) i w $130 \text{ }^\circ\text{C}$ (B).

Fig. 2. Example of characteristic curves of rapeseed oil oxidation (Rancimat test) at $120 \text{ }^\circ\text{C}$ (A) and $130 \text{ }^\circ\text{C}$ (B).

Tabela 3. Właściwości fizykochemiczne analizowanych olejów rzepakowych typu *virgin*Table 3. Physical-chemical properties of *virgin* rapeseed oils analysed

Odmiana rzepaku Rape cultivar	Stopień nawilżenia rzepaku Moisture content in rapeseeds [%]	Czas ogrzewania mikrofalowego Microwave heating time [min]	LK AV [mg KOH/g]	LOO PV [mEq O ₂ /kg]	LA AnV	Wskaźnik TOTOX TOTOX Index	K ₂₃₂	K ₂₆₈	Czas indukcji Induction period [h]	
			$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
'Bakara'	-	-	0,67 ^b ± 0,02	0,79 ^b ± 0,00	0,14 ^b ± 0,01	1,72 ^b ± 0,01	1,60 ^{bb} ± 0,02	0,18 ^b ± 0,01	1,82 ^a ± 0,3	
	6,5	0	0,67 ^b ± 0,01	0,86 ^b ± 0,01	0,16 ^b ± 0,02	1,88 ^b ± 0,02	1,55 ^{bb} ± 0,01	0,17 ^b ± 0,01	1,72 ^a ± 0,22	
		3	0,78 ^b ± 0,02	1,21 ^c ± 0,01	0,33 ^b ± 0,01	2,76 ^c ± 0,02	1,58 ^{bb} ± 0,05	0,23 ^b ± 0,01	2,21 ^{ab} ± 0,08	
		7	0,90 ^c ± 0,01	1,72 ^d ± 0,01	0,47 ^c ± 0,02	3,91 ^d ± 0,02	2,31 ^c ± 0,07	0,65 ^c ± 0,02	5,66 ^d ± 0,44	
	8,5	0	0,67 ^b ± 0,00	1,22 ^c ± 0,01	0,28 ^d ± 0,02	2,72 ^c ± 0,03	1,51 ^b ± 0,1	0,16 ^b ± 0,02	2,29 ^{ab} ± 0,01	
		3	0,78 ^b ± 0,01	1,53 ^c ± 0,00	0,35 ^b ± 0,03	3,41 ^c ± 0,03	1,65 ^{bd} ± 0,05	0,18 ^b ± 0,01	2,68 ^{bc} ± 0,12	
		7	0,89 ^c ± 0,01	1,55 ^c ± 0,01	0,6 ^c ± 0,01	3,69 ^d ± 0,02	1,76 ^d ± 0,05	0,39 ^d ± 0,01	3,05 ^c ± 0,14	
	'Kana'	-	-	0,45 ^b ± 0,00	0,53 ^b ± 0,00	0,25 ^b ± 0,01	1,31 ^b ± 0,01	1,38 ^b ± 0,03	0,14 ^b ± 0,02	2,27 ^{ab} ± 0,08
		6,5	0	0,45 ^b ± 0,01	0,54 ^b ± 0,01	0,30 ^b ± 0,01	1,38 ^b ± 0,02	1,41 ^b ± 0,02	0,12 ^b ± 0,02	2,17 ^{ab} ± 0,03
3			0,45 ^b ± 0,01	0,72 ^b ± 0,00	0,42 ^b ± 0,02	1,86 ^b ± 0,02	1,55 ^b ± 0,03	0,16 ^b ± 0,01	2,78 ^{bc} ± 0,15	
7			0,67 ^b ± 0,01	1,23 ^c ± 0,01	0,54 ^c ± 0,04	3,01 ^c ± 0,05	2,58 ^c ± 0,03	0,71 ^b ± 0,00	5,12 ^d ± 0,1	
8,5		0	0,45 ^b ± 0,02	0,7 ^d ± 0,01	0,31 ^b ± 0,02	1,70 ^d ± 0,04	1,58 ^b ± 0,06	0,12 ^b ± 0,01	2,30 ^{ab} ± 0,04	
		3	0,45 ^b ± 0,02	0,83 ^c ± 0,01	0,49 ^c ± 0,02	2,14 ^c ± 0,03	1,53 ^b ± 0,03	0,15 ^b ± 0,02	2,54 ^{bc} ± 0,01	
		7	0,45 ^c ± 0,01	0,89 ^d ± 0,01	0,64 ^d ± 0,04	2,42 ^d ± 0,04	2,17 ^d ± 0,06	0,45 ^c ± 0,04	3,21 ^c ± 0,16	

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

efekt większej, indukowanej podwyższoną temperaturą, ekstraktywności związków towarzyszących lipidom, tj. steroli, tokoferoli, karotenoidów, fosfolipidów, związków fenolowych oraz efekt tworzenia nowych związków (w wyniku degradacji termicznej składników nasion), np. kanololu – pochodnej kwasu sinapinowego czy też produktów reakcji nieenzymatycznego brunatnienia. Wszystkie te związki mają udowodnione właściwości przeciwutleniające, niektóre wykazują również działanie synergistyczne z innymi (tokoferole, fosfolipidy i związki fenolowe) [1, 10, 24, 31].

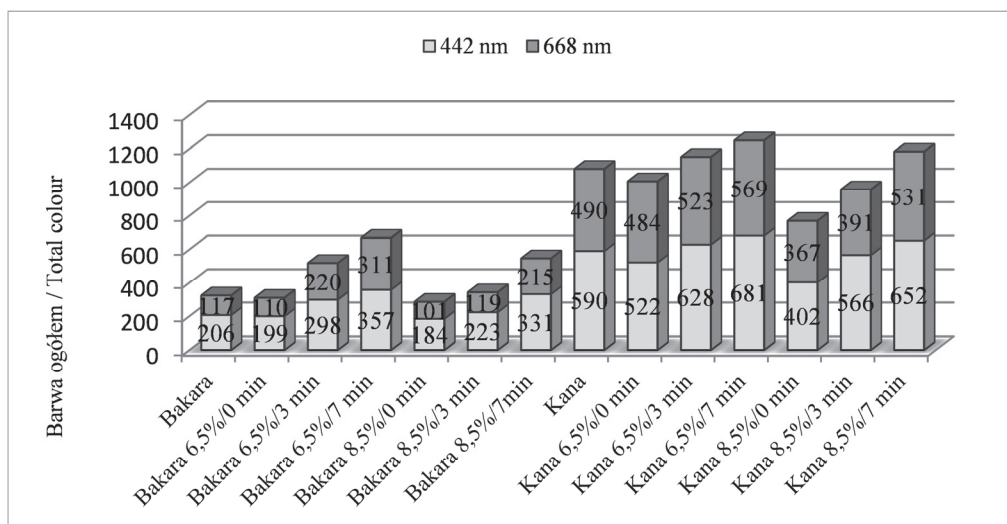
W teście Rancimat zastosowano wyższą temperaturę (130 °C) niż zwykle podawana jest w literaturze (100 ÷ 120 °C). Było to jednak spowodowane problemami analitycznymi z uchwyceniem przez urządzenie momentu przegięcia krzywej w niższej temperaturze, precyzyjnym wyznaczeniem końca czasu indukcji i z zakończeniem analizy (wyłączeniem rejestratora czasu aparatu Rancimat) (rys. 2A). Przebieg krzywych utleniania olejów niepoddanych procesowi rafinacji, zawierających liczne związki towarzyszące, jest nietypowy, odmienny niż w olejach rafinowanych, bez wyraźnego przegięcia krzywej, co utrudnia wyznaczenie okresu indukcji (rys. 2A, B).

W celu oceny wpływu obróbki mikrofalowej nasion przed tłoczeniem na cechy fizykochemiczne otrzymanych olejów oznaczono w nich podstawowe parametry jakości (tab. 3). Oleje otrzymane z nasion rzepaku odmiany 'Kana' charakteryzowały się niższym stopniem hydrolizy (0,45 ÷ 0,67 mg KOH/g) w porównaniu z olejami otrzymanymi z nasion 'Bakara' (0,67 ÷ 0,90 mg KOH/g). Najwyższy wzrost stopnia hydrolizy zaobserwowano w olejach nawilżonych do wilgotności 6,5 i 8,5 %, ogrzewanych przez 7 min. Tym niemniej wszystkie analizowane oleje spełniały wymagania pod względem liczby kwasowej w olejach tłoczonych na zimno i *virgin* określone w Codex Alimentarius (LK < 4 mg KOH/g) [5]. Ponadto oleje charakteryzowały się niskim pierwotnym stopniem utlenienia lipidów, a wartości liczby nadtlenkowej mieściły się w przedziale 0,53 ÷ 1,72 mEq O₂/kg (tab. 3), spełniając tym samym wymagania norm pod względem LOO w olejach tłoczonych na zimno i *virgin* (LOO < 15 mEq O₂/kg oleju). Liczba anizydynowa umożliwia określenie faktycznego stopnia utlenienia oleju, nie jest objęta przepisami unijnymi dla olejów tłoczonych na zimno i *virgin*, w praktyce jest bliska 0, natomiast w olejach rafinowanych wartość ta nie powinna wynosić więcej niż 8 [32].

Wraz ze zwiększeniem stopnia nawilżenia nasion i wydłużeniem czasu ogrzewania obserwowano statystycznie istotny ($p \leq 0,05$) wzrost wtórnego stopnia utlenienia badanych olejów. Najwyższe, statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) wartości LA stwierdzono w olejach z nasion nawilżonych do 8,5 %, ogrzewanych przez 7 min (0,60 i 0,64, odpowiednio odmian rzepaku 'Bakara' i 'Kana'). Stwierdzona zawartość wtórnych produktów utlenienia w badanych olejach była jednak mała, nie przekraczała wartości 1,0, co świadczyło o znikomym wpływie ogrzewania mikrofalowego nasion rzepaku na stopień utlenienia oleju. Analizowane oleje charakteryzowały się niskim wskaźnikiem TOTOX, w przedziale 1,31 ÷ 3,91 (tab. 3). Mieściły się one w umownej granicy wyznaczającej dobrą jakość olejów jadalnych, określonej na poziomie wskaźnika TOTOX równego 10. Stwierdzony bardzo niski stopień hydrolizy i utlenienia świeżych olejów rzepakowych tłoczonych na zimno i *virgin*, tj. z nasion poddanych obróbce termicznej, znajduje potwierdzenie w literaturze [8, 21, 32].

Pod względem zawartości sprzężonych dienów (K_{232}) i trienów (K_{268}), wyrażonych ekstynkcją w świetle UV, badane oleje mieściły się w szerokim zakresie: dieny –

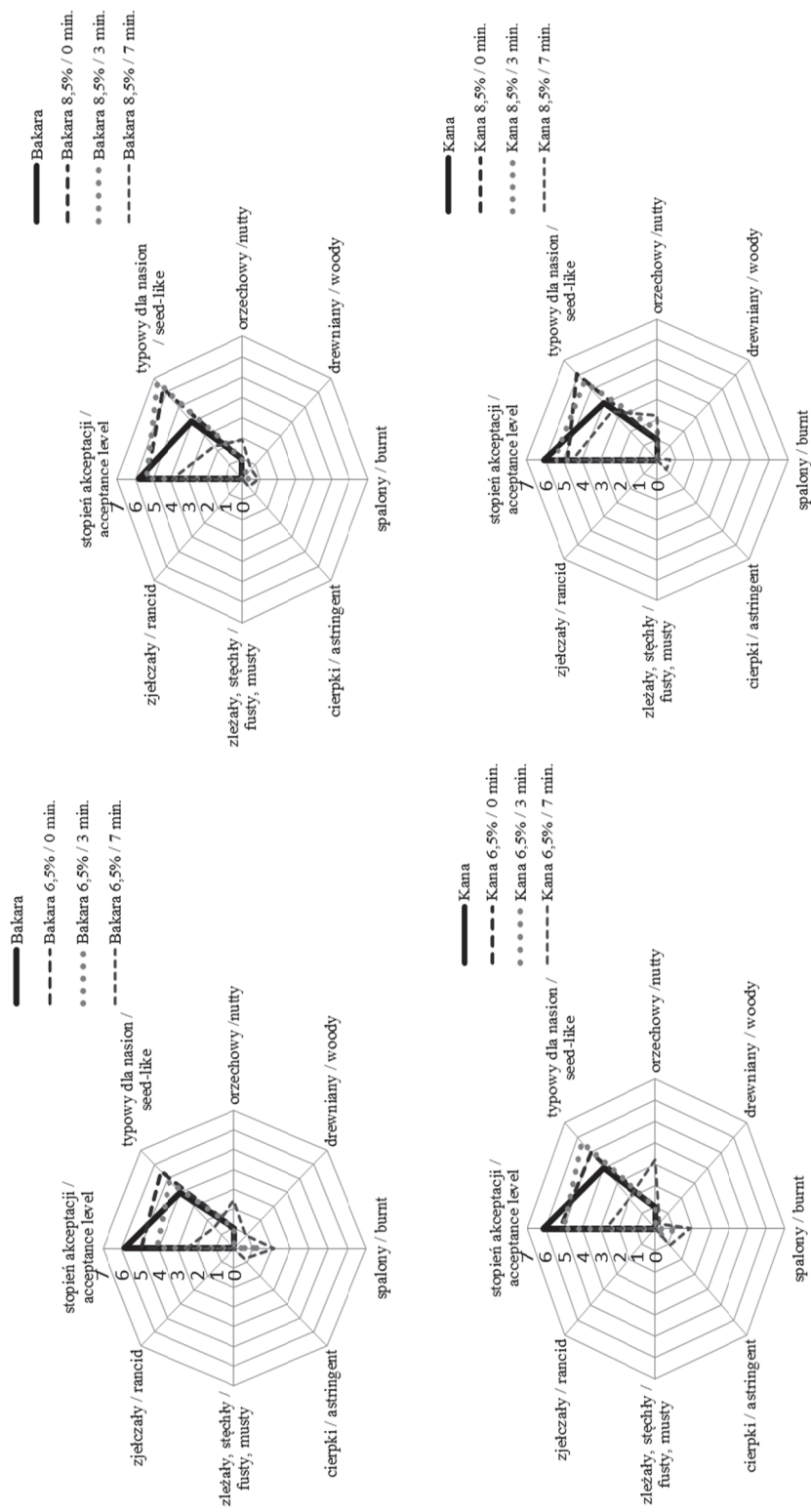
1,38 ÷ 2,58; natomiast trieny – 0,12 ÷ 0,71 (tab. 3). W europejskich przepisach dotyczących wymagań dla olejów tłoczonych na zimno nie wyznaczono wartości granicznych K_{232} oraz K_{268} . Odniesieniem może być jednak rozporządzenie Komisji UE 2568/91 [22], w którym przewiduje się w oliwie z oliwek *extra virgin* wartość ekstynkcji przy $\lambda = 232$ nm nie wyższą niż 2,50, a przy $\lambda = 268$ nm – nie wyższą niż 0,22. Ogrzewanie mikrofalowe nasion przez 7 min przyczyniło się do powstania w analizowanych olejach znacznych ilości trienów oraz wtórnych produktów utlenienia aldehydów i ketonów, przekraczających przyjętą granicę ekstynkcji $K_{268} = 0,22$, natomiast wartości K_{232} przekroczone zostały jedynie w oleju w obrębie odmiany ‘Kana’, w przypadku nasion nawilżonych do 6,5 %, ogrzewanych przez 7 min. Wariant ten charakteryzował się jednocześnie najmniejszą wydajnością oleju i najwyższą stabilnością oksydacyjną (tab. 2 i 3).



Rys. 3. Barwa olejów ($1000 \times (A_{442\text{nm}} + A_{668\text{nm}})$) w zależności od stopnia nawilżenia [%] i czasu ogrzewania nasion [min]

Fig. 3. Colour of oils ($1000 \times (A_{442\text{nm}} + A_{668\text{nm}})$) depending on moisture content [%] in rapeseeds and heating time of seeds [min]

Oleje z nasion odmiany ‘Bakara’ charakteryzowały się jaśniejszą barwą, mniejszą zawartością barwników karotenoidowych i chlorofilowych w porównaniu z olejami z nasiony ‘Kana’. Najjaśniejszymi i najbardziej klarownymi olejami z obu odmian były oleje tłoczone na zimno z nasion o wilgotności 8,5 %, nieogrzewanych przed tłoczeniem (‘Bakara’ – barwa ogółem 285, ‘Kana’ – 769) – rys. 3. Ogrzewanie mikrofalowe



Rys. 4. Wpływ parametrów obróbki wstępnej nasion rzepaku przed tłoczeniem na jakość sensoryczną wyłoczonego oleju rzepakowego typu *virgin*
 Fig. 4. Effect of parameters of rapeseed pre-treatment process prior to pressing on sensory quality of *virgin* rapeseed oil pressed

nasion spowodowało istotne pociemnienie uzyskiwanego oleju i wzrost absorpcji zarówno przy 442, jak i 668 nm. Najciemniejsze były oleje z nasion o mniejszej wilgotności (6,5 %) i dłużej ogrzewanych (7 min) ('Bakara' – barwa ogółem 668, natomiast 'Kana' – 1250). Pociemnienie barwy olejów z nasion ogrzewanych przed tłoczeniem można tłumaczyć obecnością w oleju barwnych produktów reakcji Maillarda, produktów degradacji fosfolipidów i pochodnych chlorofili (feofityn), powstałych w temp. 135 ÷ 137 °C podczas obróbki termicznej nasion [2, 9].

Ogrzewanie mikrofalowe nasion przed tłoczeniem istotnie wpłynęło na cechy sensoryczne oleju (rys. 4). Oleje tłoczone na zimno charakteryzowały się największym stopniem akceptacji konsumenckiej ('Bakara' – 5,8 j.u., 'Kana' – 6,1 j.u.). W ocenie profilowej wyróżniały się najmniej intensywnym smakiem i zapachem „typowym dla rzepaku” (jedynie oleje z nasion ogrzewanych przez 7 min oceniono niżej) i „orzechowym”, niewyczuwalne były natomiast cechy sensoryczne zdefiniowane jako „drewniany” i „cierpki” (0 j.u.). Zastosowanie obróbki hydrotermicznej nasion spowodowało obniżenie stopnia akceptacji konsumenckiej olejów, w wyniku wzrostu intensywności wszystkich cech sensorycznych wybranych w ocenie profilowej, zarówno pozytywnych, jak i w wyniku pojawienia się niepożądanych, tj. „spalonego”, „drewnianego”. Najmniej akceptowane były oleje otrzymane z nasion o wilgotności 6,5 % i ogrzewanych 7 min ('Bakara' – 2,5 j.u.; 'Kana' – 2,7 j.u.). Spośród olejów z nasion ogrzewanych najwyższym stopniem akceptacji wyróżniały się oleje uzyskane z nasion o wilgotności 8,5 %, ogrzewanych przez 3 min ('Bakara' – 5,4 j.u.; 'Kana' – 5,5 j.u.).

Podsumowując, można stwierdzić, że najbardziej efektywny, pod względem stabilności oksydacyjnej oleju, wariant obróbki hydrotermicznej nasion (6,5 % wilgotności i 7 min ogrzewania mikrofalowego) charakteryzował się jednocześnie najmniejszą wydajnością tłoczenia, a uzyskany olej – najniższym stopniem pożądanłości konsumenckiej i najniższą jakością. Z kolei w wariantcie najbardziej efektywnym pod względem wydajności tłoczenia nasion (8,5 % wilgotności i 3 min ogrzewania mikrofalowego), najwyższej oceniono cechy sensoryczne oleju, a czas indukcji oleju w teście Rancimat uległ niewielkiemu wydłużeniu. W związku z tym zachodzi potrzeba kontynuacji badań nad optymalizacją warunków nawilżania i ogrzewania mikrofalowego nasion rzepaku w celu uzyskania olejów o dobrych cechach sensorycznych, zadowalającej wydajności, zwiększonej wartości żywieniowej i stabilności oksydacyjnej.

Wnioski

1. Ogrzewanie mikrofalowe nasion rzepaku odmian 'Bakara' i 'Kana' przed tłoczeniem wpływa istotnie na wydajność procesu. Największy wzrost wydajności tłoczenia stwierdzono w przypadku nasion obu odmian o większej wilgotności (8,5 %), ogrzewanych krócej (3 min, temp. nasion 88 - 90 °C). Ogrzewanie nasion

- o mniejszej wilgotności (6,5 %), ale dłużej (7 min, temp. nasion 116 - 117 °C) spowodowało statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszenie wydajności procesu.
2. Obróbka mikrofalowa nasion powoduje istotny wzrost stabilności oksydacyjnej olejów. Największe wydłużenie czasu indukcji w teście Rancimat odnotowano w przypadku olejów z nasion o mniejszej wilgotności (6,5 %), ogrzewanych dłużej (7 min), czyli w wariancie o najmniejszej wydajności i najniższej jakości.
 3. Niezależnie od odmiany i wilgotności, ogrzewanie mikrofalowe nasion przed tłoczeniem obniża jakość fizykochemiczną olejów. Zwiększają się: stopień hydrolizy, zawartość pierwotnych i wtórnych produktów utleniania, ekstynkcja właściwa przy 232 i 268 nm (zawartość dienów i trienów), pociemnienie barwy oleju oraz absorbancja przy $\lambda = 442$ i 668 nm.
 4. Ogrzewanie mikrofalowe nasion przed tłoczeniem istotnie modyfikuje cechy sensoryczne oleju. Spośród olejów z nasion ogrzewanych najwyższym stopniem akceptacji charakteryzowały się oleje uzyskane z nasion o wilgotności 8,5 %, ogrzewanych przez 3 min, najniższym natomiast – oleje otrzymane z nasion o wilgotności 6,5 % i ogrzewanych 7 min.
 5. Wykazano potrzebę optymalizacji warunków nawilżania i ogrzewania mikrofalowego w celu uzyskania olejów rzepakowych typu *virgin* o dobrych cechach sensorycznych, zadowalającej wydajności i odpowiednio wysokiej stabilności oksydacyjnej.

Literatura

- [1] Azadmard-Damirchi S., Habibi-Nodeh F., Hesari J., Nemati M., Achachlouei B.F.: Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food Chem.*, 2010, **121**, 1211-1215.
- [2] Azadmard-Damirchi S., Alirezalu K., Fathi Achachlouei B.: Microwave pretreatment of seeds to extract high quality vegetable oil. *WASET*, 2011, **57**, 72-74.
- [3] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania.* Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [4] Brühl L., Matthäus B.: Sensory assessment of virgin rapeseed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2008, **110**, 608-610.
- [5] CODEX STAN 210 - 1999. Codex standard for named vegetable oil. Codex Alimentarius. Amendment, 2005, 2011, 2013.
- [6] Kachel-Jakubowska M.: Wpływ suszenia na jakość nasion rzepaku ozimego. *Inżynieria Rolnicza*, 2008, **1 (99)**, 127-132.
- [7] Khattab R.Y., Eskin M.N.A., Thiyam-Hollader U.: Production of canolol from canola meal phenolics via hydrolysis and microwave-induced decarboxylation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2014, **91**, 89-97.
- [8] Kraljić E., Škevin D., Pospišil M., Obranović M., Neđeral S., Bosolt T.: Quality of rapeseed oil produced by conditioning seeds at modest temperatures. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2013, **90**, 589-599.
- [9] Lamorska J., Tys J.: Physicochemical and health properties of fats. *Acta Agrophysica*, 2011, **5**, 51-55.
- [10] Matthäus B.: Oil technology. In: *Technological innovations in major world oil crops.* Ed. S. K. Gupta. Springer Science+Business Media, LLC, New York, USA, 2012, pp. 23-92.

- [11] Niu Y., Jiang M., Wan C., Yang M., Hu S.: Effect of microwave treatment on sinapic acid derivatives in rapeseed and rapeseed meal. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2013, **80**, 307-313.
- [12] Oberndorfer C., Pawelzik E., Lücke W.: Prospects for the application of dielectric heating processes in the pre-treatment of oilseeds. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2000, **102**, 487-493.
- [13] PN-A-86934:1995. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Spektrofotometryczne oznaczanie barwy.
- [14] PN-EN ISO 659:2010. Nasiona oleiste. Oznaczanie zawartości oleju. Metoda odwoławcza.
- [15] PN-EN ISO 660:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [16] PN-EN ISO 665:2004. Nasiona oleiste. Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych.
- [17] PN-EN ISO 3656:2011. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie absorpcji w nadfioletnie wyrażonej jako ekstynkcja właściwa w świetle UV.
- [18] PN-EN ISO 3960:2012. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [19] PN-EN ISO 6885:2008. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [20] PN-EN ISO 6886:2009. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie stabilności oksydacyjnej. Test przyspieszonego utleniania.
- [21] Prior E., Vadke V., Sosulski F.: Effect of heat treatments on canola press oils. I. Non-triglyceride components. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1991, **68**, 401-406.
- [22] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 299/2013 z dnia 26 marca 2013 roku zmieniające rozporządzenie Komisji (EWG) nr 2568/91 z dnia 11 lipca 1991 roku w sprawie właściwości oliwy z oliwek i oliwy z wytloczyn oliwek oraz w sprawie odpowiednich metod analizy Dz. U. L 248 z 5.9.1991, s. 1 z późn. zm.
- [23] Spielmeier A., Wagner A., Jahreis G.: Influence of thermal treatment of rapeseed on the canolol content. *Food Chem.*, 2009, **112**, 944-948.
- [24] Shrestha K., Gemechu F.G., De Meulenaer B.: A novel insight on the high oxidative stability of roasted mustard seed oil in relation to phospholipid, Maillard type reaction products, tocopherol and canolol contents. *Food Res. Int.*, 2013, **54**, 587-594.
- [25] Swetman T., Head S.: Calculation of oil extraction efficiency. *INFROM*, 1998, **9**, 11-91.
- [26] Tewari G.: Microwave and radio-frequency heating. In: *Advances in thermal and non-thermal food preservation*. 1nd edition. Eds. Tewari G., Juneja V. K. Blackwell Publishing Ames, USA, 2007, pp. 91-98.
- [27] Tys J., Kachel M., Rybacki R.: Jakość surowca ocenianego na podstawie stopnia uszkodzeń nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste*, 2006, **27**, 324-326.
- [28] Uquiche E., Jeréz M., Ortiz J.: Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avellana* Mol). *Innov. Food. Sci. Emerg.*, 2008, **9**, 495-500.
- [29] Venkatesh M.S., Raghavan S.V.: An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. *Biosystems Engineering*, 2004, **88**, 1-18.
- [30] Veldsink J.W., Muuse B.G., Meijer M.M.T., Cuperus F.P., van de Sande R.L.K.M., van Putte K.P.A.M.: Heat pretreatment of oilseeds: effect on oil quality. *Fett/Lipid*, 1999, **7**, 244-248.
- [31] Wijesundera C., Ceccato C., Fagan P., Shen Z.: Seed roasting improves the oxidative stability of canola (*B. napus*) and mustard (*B. juncea*) seed oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2008, **110**, 360-362.
- [32] Wroniak M., Ptaszek A., Ratusz K.: Ocena wpływu warunków tłoczenia w prasie ślimakowej na jakość i skład chemiczny olejów rzepakowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **1 (85)**, 92-104.
- [33] Yang M., Huang F., Liu C., Zheng C., Zhou Q., Wang H.: Influence of microwave treatment of rapeseed on minor components content and oxidative stability of oil. *Food Bioprocess Technol.*, 2013, **6**, 3206-3216.

- [34] Zhang Q.H., Dorantes-Alvárez L., Gutiérrez-López G.F., Yeom H.Y., Barbosa-Cánovas G.V., Rodríguez J.J.: An update on some key alternative food processing technologies. In: Food Science and Food Biotechnology. Eds. Gutiérrez-López G. F., Barbosa-Cánovas G. V., CRC Press LLC, USA, 2003, pp. 279-312.

EFFECT OF MICROWAVE HEAT TREATMENT OF RAPESEEDS ON OIL YIELD AND QUALITY OF PRESSED OIL

Summary

The objective of the research study was to determine the effect of thermal pre-treatment of rapeseeds with the use of microwave radiation on the oil extraction yield, physical-chemical properties, and sensory characteristics of the *virgin* oil obtained. The 'Kana' and 'Bakara' winter rape cultivars were moisturised to a moisture content levels of 6.5 and 8.5 %; next, they were treated in a microwave oven (800 W, 2450 MHz) for 3 and 7 min.; then, the oil was pressed using a Farmer 10 screw press. The oils produced were assessed in terms of: degree of hydrolysis (LA), primary (PV) and secondary oxidation state (AnV), level of dienes and trienes, oxidative stability (Rancimat test) at a temperature of 130 °C, and contents of chlorophyll and carotenoid pigments. Also, the effect of microwave thermal treatment was analyzed on the flavour and aroma of the *virgin* oils obtained (profile method); moreover, the level of consumer acceptance of oils was assessed.

It was shown that the microwave heat treatment of rapeseeds, after they were moisturized, contributed to the increase in the oil extraction yield compared to the control sample. The highest increase in the yield of pressed oil was found in oils produced from seeds with a moisture content level of 8.5 %, which were heated for a shorter time (3 min.). In the case of the seeds of 'Bakara' cultivar, the oil extraction yield was 19% higher and of the seeds of the 'Kana' cultivar: 16 % higher. Of the oils produced from the heated seeds, the above named oils were characterized by the highest level of consumer acceptance ('Bakara': 5.4 a.u., 'Kana': 5.5 a.u.). Furthermore, there were reported the decrease in the physical-chemical properties of those oils and the concurrent increase in the oxidative stability (Rancimat test) (as for 'Bakara': from 1.8 to 5.7 h; as for 'Kana': from 2.3 to 5.1 h). Heating the seeds with a lower moisture content (6.5 %) for a longer time (7 min.) most strongly contributed to the increase in the oil extraction yield, to the decrease in the level of consumer acceptance, and to the reduction in physical-chemical quality of oils.

Key words: rapeseeds, microwave thermal pre-treatment, pressing, rapeseed oil, physical-chemical properties, sensory quality ☒