

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE WYBRANYCH OLEJÓW TŁOCZONYCH NA ZIMNO

*Marta Krajewska¹, Beata Zdybel¹, Dariusz Andrejko¹, Beata Ślaska-Grzywna¹,
Małgorzata Tańska²*

¹Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydział Inżynierii Produkcji
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

²Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ul. Michała Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn
e-mail: beata.zdybel@up.lublin.pl

Streszczenie. Tłuszcze są skoncentrowanym źródłem energii dla narządów i tkanek, dostarczają organizmowi niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (*NNKT*) oraz witamin w nich rozpuszczalnych. Jako ważny składnik codziennej diety powinny być jak najlepszej jakości i największej stabilności oksydacyjnej. W pracy określono jakość olejów tłoczonych na zimno z rzeżuchy, orzecha włoskiego i chia, na podstawie analizy ich właściwości fizyko-chemicznych. Oznaczono lepkość, skład procentowy kwasów tłuszczowych w oleju, zawartość tokoferoli, skoniugowanych kwasów dienowych (C_2) i trienowych (C_3), liczbę kwasową (*LK*), liczbę nadtlenkową (*LOO*), liczbę anizydynową (*LA*) oraz stabilność oksydacyjną. Analizowane oleje tłoczone na zimno charakteryzowały się niskimi wartościami *LK*, *LOO* i *LA*, co świadczy o ich dobrej jakości.

Słowa kluczowe: liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, liczba anizydynowa, stabilność oksydacyjna

WSTĘP

Tłuszcze są najbogatszym źródłem energii metabolicznej, niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz witamin lipofilnych (Ziemiański 2001). Nienasycone kwasy tłuszczowe, występujące licznie w olejach roślinnych, w sposób korzystny wpływają na zdrowie człowieka. Pełnią ważną rolę w leczeniu wielu przewlekłych chorób, m.in. chorób układu krwionośnego, nadciśnienia tętniczego czy udaru mózgu (Ziemiański 2001).

Obecnie na rynku dużą popularnością cieszą się nierafinowane oleje roślinne tłoczone na zimno. Oprócz powszechnie stosowanego oleju rzepakowego, dostępne są również: słonecznikowy, sojowy, sezamowy, z pestek dyni i winogron (Rotkiewicz i in. 2002). Coraz częściej w handlu pojawiają się oleje tłoczone na zimno z surowców roślinnych nieoleistych, jak orzech włoski, rzeżucha ogrodowa, szalwia hiszpańska.

Orzech włoski (*Juglans regia* L.) to gatunek drzewa owocowego z rodziny orzechowatych. Orzechy włoskie, ze względu na ich zawartość tłuszczu (około 73%), zalicza się do produktów o dużej kaloryczności (720 kcal w 100g) (Borecka i in. 2013, Pereira i in. 2008). Ponadto, wyróżniają się największą ilością niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), w stosunku do pozostałych orzechów. Bardzo ważnym aspektem, przemawiającym za włączeniem orzechów włoskich do codziennej diety, jest właściwy stosunek kwasów n-6 do n-3, który wynosi 5:1 (Marciniak-Łukasiak i Krygier 2004). Celowe zatem staje się urozmaicanie oraz wzbogacanie posiłków w orzechy włoskie i otrzymane z nich produkty, gdyż ich spożywanie może przyczynić się do poprawy funkcjonowania organizmu człowieka (Flaczyk i Kobus-Cisowska 2010).

Rzeżucha ogrodowa (*Lepidium sativum* L.) to roślina jednoroczna z rodziny kapustowatych. Zawiera duże ilości jodu i innych pierwiastków mineralnych oraz witaminy C, B i K. Spożywanie kiełków rzeżuchy ma korzystny wpływ na stan włosów, cery i paznokci. Ma działanie krwiotwórcze i moczopędne, pobudza przemianę materii oraz wydzielanie soku żołądkowego (Maila i Cloete 2002).

Szalwia hiszpańska (*Salvia hispanica* L.) to pochodząca z Meksyku i Gwatemali roślina o szerokich liściach i niedużych, fioletowych lub białych kwiatach. Jej owoce zawierają dużą ilość owalnych nasion, nazywanych nasionami chia. Swoją popularność szalwia hiszpańska zawdzięcza wyjątkowym wartościom odżywczym i prozdrowotnym nasion. Nasiona chia zawierają duże ilości tłuszczu, który jest bogaty w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, a w szczególności kwas α -linolenowy, który stanowi nawet 68% wszystkich kwasów (Ayerza 1995). Zawierają również duże ilości przeciwutleniaczy, zapewniające stabilność oksydacyjną tłuszczu. W literaturze stwierdzono, że spożywanie nasion chia, ze względu na ich skład, może odgrywać znaczącą rolę w profilaktyce wielu chorób układu krążenia, cukrzycy, niektórych alergiach oraz otyłości. Potencjał antyoksydacyjny nasion może stać się pomocny w zapobieganiu chorobom wynikającym z oksydacyjnych uszkodzeń DNA (Guevara-Cruz i in. 2012, Nowak i in. 2016).

Biorąc pod uwagę wyjątkowe wartości odżywcze i lecznicze orzecha włoskiego, rzeżuchy ogrodowej i szalwii hiszpańskiej za cel pracy przyjęto zbadanie, na podstawie analizy właściwości fizyko-chemicznych, jakości olejów uzyskanych z tych surowców.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły oleje wytłoczone na zimno z orzecha włoskiego odmiany Koszycki, z nasion rzeżuchy ogrodowej oraz chia. Wszystkie nasiona pochodziły ze zbiorów w 2015 roku.

Oleje tłoczono w prasie ślimakowej typu DUO firmy Farnet (Czechy) o wydajności $18-25 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, mocy silnika 2,2 kW, obrotach silnika $1500 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$. Tłoczono partię nasion o masie 1 kg, przy użyciu dyszy o średnicy 10 mm. Przed uruchomieniem prasy nagrzano ją do temperatury $45\pm 1^\circ\text{C}$, temperaturę zmierzono termometrem Ama-digit. Po tłoczeniu oleje były odstawiane na okres 3 dni, a następnie poddawane naturalnej dekantacji. Próbkę oleju przechowywano w warunkach chłodniczych (temp. $10\pm 1^\circ\text{C}$), w ciemnych, szklanych butelkach o pojemności 250 cm^3 .

W wytłoczonych olejach oznaczono: lepkość, skład procentowy kwasów tłuszczowych, zawartość tokoferoli, zawartość skoniugowanych kwasów dienowych (C_2) i trienowych (C_3), liczbę kwasową (LK), liczbę nadtlenkową (LOO), liczbę anizydynową (LA) oraz stabilność oksydacyjną.

Lepkość pozorną badanych olejów oznaczono w temperaturze $20\pm 2^\circ\text{C}$ metodą Brookfielda przy pomocy lepkościomierza rotacyjnego BROOKFIELD RV VISCOMETER, typu DV – II + Pro EXTRA, wykorzystując mieszadło SC4-18, o prędkości obrotowej w zakresie $0,01-100 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$.

Skład procentowy kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej na aparacie CHROM5, wg norm PN-EN ISO 12966-1:2015-01, PN-EN ISO 12966-2:2011, PN-EN ISO 12966-4:2015-07, stosując kolumnę pakowną (2 m x 4 mm) z wypełnieniem CHROMOSORB GP, temperaturę dozownika 230°C , temperaturę detektora FID 250°C , temperaturę termostatu 210°C , przepływ wodoru $30 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, przepływ azotu $30 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, przepływ powietrza $700 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$.

Zawartość tokoferoli oznaczono techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej, wg Chase i Akoh (1994).

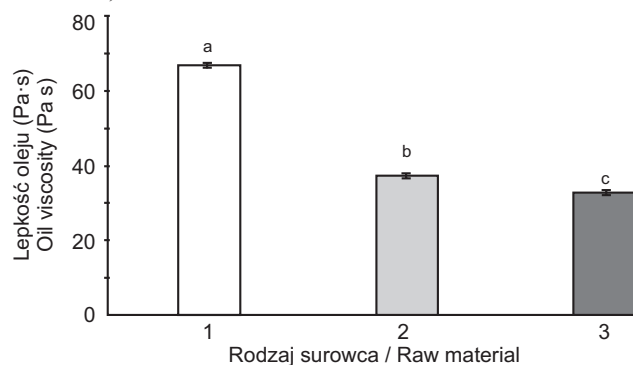
Procentową zawartość skoniugowanych kwasów dienowych (C_2) i trienowych (C_3), liczbę kwasową, liczbę nadtlenkową oraz liczbę anizydynową oznaczono wg zalecanych norm (AOCS Cd 7-58:1973, PN-EN ISO 660:2010, PN-EN ISO 3960:2012, PN-EN ISO 6885:2001).

Stabilność oksydacyjną określano, wykorzystując test przyspieszonego utleniania Rancimat, w aparacie 893 Professional Biodiesel Rancimat firmy Metrohm. Badania prowadzono w temperaturze 120°C przy przepływie powietrza $20 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$, wg normy PN-ISO 6886:2009. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Jako wynik przyjmowano średnią arytmetyczną z tych powtórzeń.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, korzystając z pakietu statystycznego Statistica 8.0. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, a istotność różnic między średnimi wyznaczono przy użyciu testu Tukey'a ($\alpha = 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane oleje charakteryzowały się zróżnicowaną lepkością (rys. 1). Najwyższą wartością odznaczał się olej z nasion rzeżuchy, natomiast najniższą uzyskany z nasion chia. Otrzymane wartości dla oleju z nasion chia i z orzecha włoskiego były zbliżone do wyników opublikowanych przez Golimowski i Golimowska (2013) dla oleju kukurydzianego (32,79 mPa·s), rzepakowego (33,57 mPa·s) i słonecznikowego (37,49 mPa·s).



Rys. 1. Wartości lepkości olejów wytloczonych z nasion: 1 – rzeżuchy, 2 – orzecha włoskiego, 3 – chia, różne litery nad słupkami oznaczają statystycznie istotne różnice

Fig. 1. Viscosity values of oils pressed from seeds of: 1 – cress, 2 – walnut, 3 – chia, different letters above the bars indicate statistically significant differences

Skład kwasów tłuszczowych badanych olejów był zróżnicowany (tab. 1). Oleje z nasion rzeżuchy i chia zawierały w swoim składzie najwięcej kwasu α -linolenowego (28,89 i 62,28%), natomiast olej z orzecha włoskiego kwasu linolowego (52,92%), co w przypadku orzecha włoskiego jest zgodne z doniesieniami innych autorów (Borecka i in. 2013, Kowalska i in. 2014, Łoźna i in. 2012). Zawartości kwasów palmitynowego, palmitynooleinowego oraz stearynowego były zbliżone dla wszystkich badanych olejów i mieściły się w przedziałach od 7,71 do 8,98% (kwas palmitynowy), od 0,21 do 0,26% (kwas palmitooleinowy) oraz od 2,79 do 3,03% (kwas stearynowy). Podobne ilości kwasów palmitynowego i stearynowego otrzymali w swoich badaniach Krygier i in. (1998), analizując oliwę z oliwek. Najwięcej kwasu oleinowego zawierał olej z nasion rzeżuchy (20,44%) oraz z orzecha włoskiego (17,62%), podczas gdy olej z nasion chia tylko 5,43%. Zbliżoną zawartość kwasu

oleinowego w oleju z orzecha włoskiego wykazali Łoźna i in. (2012), Borecka i in. (2013), Kowalska i in. (2014). Olej z nasion rzeżuchy różnił się od pozostałych olejów bardzo dużą zawartością kwasu eikozenowego (13,8%). Obecność niektórych kwasów stwierdzono tylko w jednym z badanych olejów. W oleju z nasion chia obecny był kwas γ -linolenowy, natomiast w oleju z nasion rzeżuchy kwasy: erukowy, nerwonowy, behenowy, eikozatrienowy, lignocerynowy oraz eikozadienowy. Ponadto badania wykazały, że najwięcej nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) (17,3%) i mononienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) (42,04%) zawierał olej z nasion rzeżuchy. Z kolei największą zawartością kwasów polinienasyconych (PUFA) charakteryzował się olej z nasion chia (83,04%). Badane oleje odznaczały się dużą zawartością polinienasyconych kwasów n-3 (tab. 1), w związku z czym mogą być wykorzystywane do obniżania stosunku kwasów n-6 do n-3 w diecie.

Tabela 1. Skład kwasów tłuszczowych olejów objętych badaniami (%)

Table 1. Fatty acid composition of the analysed oils (%)

Kwas tłuszczowy / Fatty acid	Rodzaj oleju / Oil		
	z nasion rzeżuchy	z orzechów włoskich	z nasion chia
	Cress	Walnut	Chia
Palmitynowy / Palmitic (16:0)	8,98 ^a	7,71 ^b	8,07 ^{ab}
Palmitynooleinowy / Palmitoleic (16:1)	0,22 ^a	0,26 ^a	0,21 ^a
Stearynowy / Stearic (18:0)	2,95 ^a	2,79 ^a	3,03 ^a
Oleinowy / Oleic (18:1)	20,44 ^a	17,62 ^b	5,43 ^c
Linolowy / Linoleic (18:2)	9,63 ^c	52,92 ^a	19,57 ^b
γ -linolenowy / γ -linolenic (γ -18:3)	–	–	1,19
α -linolenowy / α -linolenic (α -18:3)	28,89 ^b	13,23 ^c	62,28 ^a
Arachidowy / Arachidic (20:0)	3,68 ^a	0,12 ^c	0,27 ^b
Eikozenowy / Eicosenoic (20:1)	13,80 ^a	0,23 ^b	0,13 ^b
Eikozadienowy / Eicosadienoic (20:2)	0,58	–	–
Eikozatrienowy / Eicosatrienoic (20:3)	0,71	–	–
Behenowy / Behenic (22:0)	1,04	–	–
Erukowy / Erucic (22:1)	6,15	–	–
Lignocerynowy / Lignoceric (24:0)	0,65	–	–
Nerwonowy / Nervonic (24:1)	1,43	–	–
Σ SFA	17,3	10,62	11,37
Σ MUFA	42,04	18,11	5,77
Σ PUFA	39,81	66,15	83,04
n-6/n-3	1/3	4/1	1/3

Wartości średnie w wierszach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$) / Mean values in lines, marked with the same letter, do not differ statistically significantly ($p \leq 0,05$)

Tokoferole są naturalnymi przeciwutleniaczami, występującymi w czterech formach: α , β , γ , δ , które różnią się aktywnością przeciwutleniającą (Schwartz i in. 2008).

W tabeli 2 przedstawiono zawartość tokoferoli w badanych olejach. Najwięcej tokoferoli zawierał olej z nasion rzeżuchy (139,47 mg·100 g⁻¹), natomiast najmniej olej z orzechów włoskich (53,97 mg·100 g⁻¹). Zawartość tokoferoli w oleju z orzechów włoskich była znacznie wyższa niż podana przez Jasińską-Stępnia i Karwańską (2009). Różnica ta może być spowodowana jakością przerabianego surowca oraz temperaturą

tlóczenia. Główną formą tokochromanolową występującą we wszystkich olejach był γ -tokoferol, natomiast α -tokoferol i δ -tokoferol występowały tylko w śladowych ilościach. Z kolei β -tokoferol był obecny tylko w oleju z nasion chia. Otrzymane wyniki są zbliżone do podawanych przez innych autorów dla olejów tłoczonych na zimno (Obiedzińska i Waszkiewicz-Robak 2012, Abuzaytoun i Shahidi 2006).

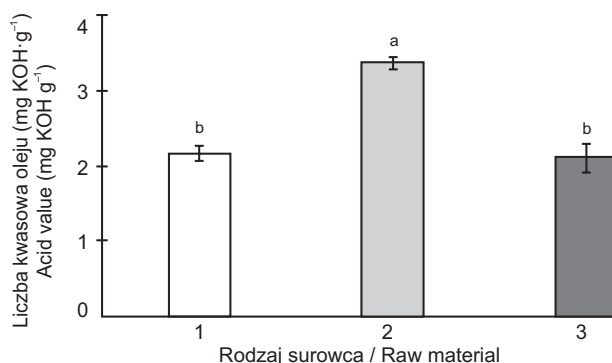
Tabela 2. Zawartość tokoferoli w badanych olejach

Table 2. Content of tocopherols in the analysed oils

Rodzaj oleju / Oil	Tokoferol / Tocopherol (mg·100g ⁻¹)				Suma / Total
	α	β	γ	δ	
Z nasion rzeżuchy / Cress	śląd / trace	śląd / trace	139,47 ^a	śląd / trace	139,47 ^a
Z orzechów włoskich / Walnut	śląd / trace	śląd / trace	53,97 ^b	śląd / trace	53,97 ^c
Z nasion chia / Chia	śląd / trace	11,8	50,58 ^c	śląd / trace	62,38 ^b

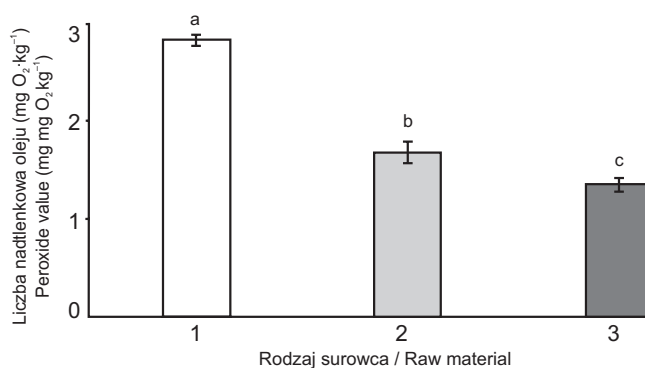
Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$) / Mean values in columns, marked with different letters, differ statistically significantly ($p \leq 0.05$)

Zgodnie z wymogami Codex Alimentarius (2009), w olejach tłoczonych na zimno wartość liczby kwasowej (*LK*) powinna być $\leq 4,0$ mg KOH·g⁻¹, a liczby nadtlenkowej (*LOO*) < 15 mmol O₂·kg⁻¹. Najwyższą wartość *LK* (rys. 2) charakteryzował się olej z orzechów włoskich (3,37 mg KOH·g⁻¹). Oleje z nasion rzeżuchy i chia wykazały nieco niższe i zbliżone do siebie wartości *LK*, które wynosiły odpowiednio 2,17 i 2,10 mg KOH·g⁻¹. Liczba nadtlenkowa w olejach, charakteryzująca pierwotne produkty utleniania, wahała się od 1,35 mmol O₂·kg⁻¹ w oleju z nasion chia do 2,83 mmol O₂·kg⁻¹ w oleju z rzeżuchy (rys. 3). Wszystkie oleje objęte badaniami spełniały normy jakościowe podane przez Codex Alimentarius (2009). Uzyskane wartości *LK* i *LOO* nie odbiegały od wartości cytowanych w literaturze przez innych autorów (Wroniak i Cenker 2015, Segura-Campos i in. 2014).



Rys. 2. Wartości liczby kwasowej olejów wytłoczonych z nasion: 1 – rzeżuchy, 2 – orzecha włoskiego, 3 – chia, różne litery nad słupkami oznaczają statystycznie istotne różnice

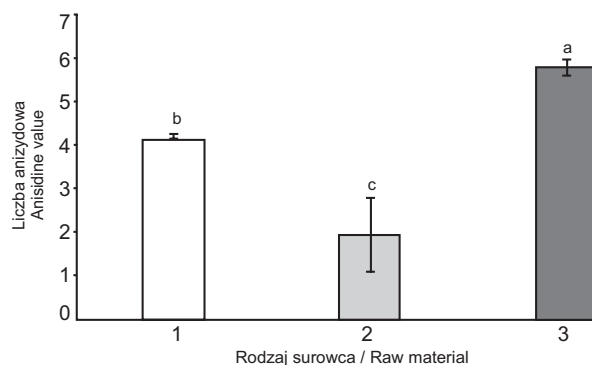
Fig. 2. The acid value of oils pressed from seeds of: 1 – cress, 2 – walnut, 3 – chia, different letters above the bars indicate statistically significant differences



Rys. 3. Wartości liczby nadlenkowej olejów wytłoczonych z nasion: 1 – rzeżuchy, 2 – orzecha włoskiego, 3 – chia, różne litery nad słupkami oznaczają statystycznie istotne różnice

Fig. 3. The peroxide value of oils pressed from seeds of: 1 – cress, 2 – walnut, 3 – chia, different letters above the bars indicate statistically significant differences

Wtórne produkty utleniania oleju określane są poprzez oznaczenie liczby anizydynowej (*LA*). Wartości tego wskaźnika w badanych olejach (rys. 4) mieściły się w przedziale od 1,93 (olej z orzechów włoskich) do 5,78 (olej z nasion chia). Otrzymane wyniki dla oleju z orzechów włoskich były zbliżone do wartości podawanych w literaturze przez innych autorów (Kondratowicz-Pietruszka 2011, Wroniak i Cenker 2015). Generalnie oleje tłoczone na zimno charakteryzują się niską zawartością wtórnych produktów utleniania, w odróżnieniu od olejów rafinowanych (Wroniak 2012, Zychnowska i in. 2013).



Rys. 4. Wartości liczby anizydynowej olejów wytłoczonych z nasion: 1 – rzeżuchy, 2 – orzecha włoskiego, 3 – chia, różne litery nad słupkami oznaczają statystycznie istotne różnice

Fig. 4. The anisidine value of oils pressed from seeds of: 1 – cress, 2 – walnut, 3 – chia, different letters above the bars indicate statistically significant differences

Wyniki dotyczące zawartości skoniugowanych kwasów dienowych i trienowych badanych olejów zostały przedstawione w tabeli 3. Obecność tych związków świadczy przede wszystkim o zapoczątkowaniu procesu utleniania (Flaczyk i in. 2005).

Najwyższym poziomem sprzężonych dienów (tab. 3) charakteryzował się olej z orzechów włoskich (1,58%), zaś najniższym – olej z nasion rzeżuchy (0,51%). Różnice w zawartości tych związków wiążą się prawdopodobnie z udziałem kwasu linolowego w badanych próbkach, którego w oleju z orzechów włoskich było znacznie więcej, w porównaniu z olejami z nasion rzeżuchy i chia. Zawartość sprzężonych kwasów trienowych w olejach objętych badaniami była niewielka i wahała się od 0,02% w oleju z orzecha włoskiego do 0,05% w oleju z nasion chia (tab. 3). Różnice w ilości trienów związane mogą być z procentową zawartością kwasu linolenowego w analizowanych olejach, którego najwięcej było w oleju z nasion chia. Otrzymane wyniki skoniugowanych kwasów dienowych w oleju z orzechów włoskich były zbliżone do wartości podanych przez Wroniak i Cenker (2015), z kolei ilości związków trienowych były nieco wyższe. Przyczyną wyższych wartości kwasów trienowych mogła być większa zawartość kwasu linolenowego w oleju (Jerzewska i Płatek 1998).

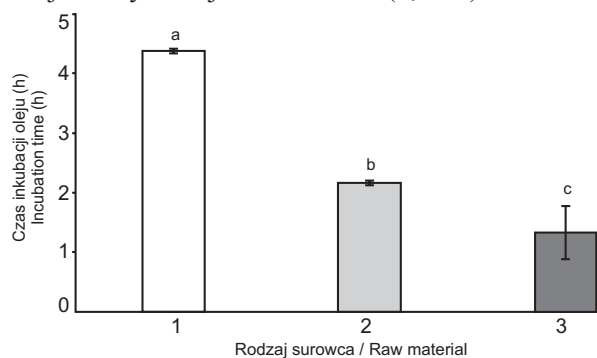
Tabela 3. Średnia zawartość związków sprzężonych, skoniugowanych kwasów dienowych (C_2) i trienowych (C_3) w olejach objętych badaniami

Table 3. Mean content of conjugated compounds, dienes (C_2) and trienes (C_3) in the analysed oils

Rodzaj oleju / Oil	Dieny / Dienes (\pm SD) (%)	Trieny / Trienes (\pm SD) (%)
Z nasion rzeżuchy / Cress	0,51 \pm 0,006 ^c	0,03 \pm 0,005 ^a
Z orzechów włoskich / Walnut	1,58 \pm 0,004 ^a	0,02 \pm 0,006 ^a
Z nasion chia / Chia	0,89 \pm 0,004 ^b	0,05 \pm 0,005 ^b

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$) / Mean values in columns, marked with different letters, differ statistically significantly ($p \leq 0,05$)

Bardzo ważnym wskaźnikiem jakości olejów, zwłaszcza tłoczonych na zimno, jest ich stabilność oksydacyjna (Wroniak i in. 2006). Test Rancimat wykazał (rys. 5), że najdłuższym czasem indukcji charakteryzował się olej z nasion rzeżuchy (4,39 h), a najkrótszym olej z nasion chia (1,33 h).



Rys. 5. Czas indukcji olejów wytłoczonych z nasion: 1 – rzeżuchy, 2 – orzecha włoskiego, 3 – chia, różne litery nad słupkami oznaczają statystycznie istotne różnice

Fig. 5. The induction time of oils pressed from seeds of: 1 – cress, 2 – walnut, 3 – chia, different letters above the bars indicate statistically significant differences

Olej z orzechów włoskich odznaczał się czasem indukcji na poziomie 2,16 h i był zbliżony do wartości podanej przez Wrótniak i Cenker (2015). Wysoka stabilność oleju z nasion rzeżuchy wynika z dużej zawartości kwasów monoenowych, zwłaszcza kwasu oleinowego (Davis 2008). Może też być efektem dużo większej, w porównaniu z pozostałymi olejami, zawartości tokoferoli, które są naturalnymi przeciwutleniaczami (tab. 2). Z kolei krótki czas indukcji oleju z nasion chia jest konsekwencją dużego udziału kwasu α -linolenowego (Choo i in. 2007, Mińkowski i in. 2011).

WNIOSKI

1. Badane oleje wykazują zróżnicowaną wartość lepkości, mieszczącą się w przedziale od 36,8 Pa·s (olej z nasion chia) do 58,9 Pa·s (olej z nasion rzeżuchy). Wartości te są zbliżone do lepkości innych olejów pozyskiwanych z nasion roślin oleistych, w tym rzepakowego i słonecznikowego.

2. Oleje z nasion rzeżuchy i chia zawierają najwięcej kwasu α -linolenowego, natomiast olej z orzechów włoskich kwasu linolowego.

3. Oleje z nasion rzeżuchy, orzechów włoskich i chia spełniają normy jakościowe pod względem wartości liczby kwasowej i nadtlenkowej. Wartość liczby anizydynowej analizowanych olejów mieści się w przedziale od 1,93 dla oleju z orzechów włoskich do 5,78 dla oleju z nasion chia.

4. Najwyższą zawartością tokoferoli wykazał się olej z nasion rzeżuchy (139,47 mg·100g⁻¹), wartość ta jest znacznie większa w porównaniu z pozostałymi olejami. Olej z nasion chia, oprócz formy γ , zawiera także β -tokoferol.

5. Najwyższą stabilnością oksydacyjną charakteryzuje się olej z nasion rzeżuchy (czas indukcji 4,39 h), zaś najniższą olej z nasion chia (czas indukcji 1,33 h).

PIŚMIENNICTWO

- Abuzaytoun R., Shahidi F., 2006. Oxidative stability of flax and hemp oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 83(10), 855-861.
- AOCS Cd 7-58:1973, Ultraviolet spectrophotometric method. Poly-unsaturated acids.
- Ayerza R., 1995. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from Five north-western locations in Argentina. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72, 1079-1081.
- Borecka W., Walczak Z., Starzycki M., 2013. Orzech włoski (*Juglans regia* L.) – naturalne źródło prozdrowotnych składników żywności. *Nauka Przyroda Technologie*, 7(2), 1-7.
- Chase G.W.J., Akoh C.C., 1994. Analysis of tocopherols in vegetable oils by high-performance liquid chromatography: Comparison of fluorescence and evaporative light-scattering detection. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71, 877-880.
- Choo W.S., Birch J., Dufour J.P., 2007. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *J. Food Compost. Anal.*, 20(3-4), 202-211.
- Codex Alimentarius, FAO/WHO. (2009). Codex standard for named vegetable oils. Codex ALINORM 09/32/17.

- Davis J.P., 2008. Physical and Chemical Characterizations of Normal and High-Oleic Oils from Nine Commercial Cultivars of Peanut. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 85(3), 235-243.
- Flaczyk E., Kobus J., Rudzińska M., Buszka K., Górecka D., Szczepaniak B., Korczak J., 2005. Badania nad jakością i trwałością oliwy „extra virgin” dostępnej w handlu detalicznym. *Rośliny Oleiste*, 26(2), 621-630.
- Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., 2010. Znaczenie orzechów w żywieniu człowieka. *Przemysł Spożywczy*, 64(12), 26-31.
- Golimowski W., Golimowska R., 2013. Wpływ depresatorów na lepkość dynamiczną surowych olejów roślinnych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 58(1), 55-59.
- Guevara-Cruz M., Tovar A.R., Aguilar-Salinas C.A., Medina-Vera I., Gil-Zenteno L., Hernandez-Viveros I., Lopez-Romero P., Ordaz-Nava G., Canizales-Quinteros S., Guillen Pineda L.E., Torres N., 2012. A dietary pattern including nopal, chia seed, soy protein, and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. *Journal of Nutrition*, 142, 64-69.
- Jasińska-Stępnik A., Karwańska L., 2009. Wpływ kompozycji tokoferoli na zmiany oksydacyjne prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego. *Rośliny Oleiste*, 30(2), 275-288.
- Jerzewska M., Płatek T., 1998. Wpływ zabiegów technologicznych na zawartość polienowych sprzężonych w wielonienasyconych kwasach tłuszczowych oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadalne*, 33(3-4), 127-136.
- Kondratowicz-Pietruszka E., 2011. Zmiany jakościowe wybranych olejów roślinnych przechowywanych w warunkach chłodniczych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 874, 59-77.
- Kowalska M., Żbikowska A., Śmiechowski K., Marciniak-Łukasiak K., 2014. Wpływ ilości lecytyny słonecznikowej i czasu homogenizacji na stabilność emulsji spożywczej zawierającej olej z orzechów włoskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(92), 78-91.
- Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz S., Obiedziński M., 1998. Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 19(2), 573-582.
- Łoźna K., Kita A., Styczyńska M., Biernat J., 2012. Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 93(4), 871-875.
- Maila M., Cloete T., 2002. Germination of *Lepidium sativum* as a method to evaluate polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) removal from contaminated soil. *Internat. Biodet. Biodegrad.*, 50(2), 107-113.
- Marciniak-Łukasiak K., Krygier K., 2004. Charakterystyka kwasów omega-3 i ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej. *Przemysł Chemiczny*, 58(12), 32-36.
- Mińkowski K., Grześkiewicz S., Jerzewska M., 2011. Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(75), 124-135.
- Nowak K., Majsterek Sz., Ciesielska N., Sokołowski R., Klimkiewicz K., Zukow W., 2016. The role of chia seeds in nutrition in geriatric patients. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(3), 35-40.
- Obiedzińska A., Waszkiewicz-Robak B., 2012. Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(80), 27-44.
- Pereira J.A., Oliveira I., Sousa A., Ferreira I.C.F.R., Bento A., Leticia E.M., 2008. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food Chem. Toxicol.*, 46(6), 2103-2111.

- PN-EN ISO 12966-1:2015-01, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Chromatografia gazowa estrów metylowych kwasów tłuszczowych. Przewodnik do nowoczesnej chromatografii gazowej estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- PN-EN ISO 12966-2:2011, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Chromatografia gazowa estrów metylowych kwasów tłuszczowych. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- PN-EN ISO 12966-4:2015-07, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Chromatografia gazowa estrów metylowych kwasów tłuszczowych. Oznaczanie techniką kapilarną chromatografii gazowej.
- PN-EN ISO 3960:2012, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej. Jodometryczne (wizualne) oznaczanie punktu końcowego.
- PN-EN ISO 660:2010, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- PN-EN ISO 6885:2001, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby anizydynowej.
- PN-ISO 6886:2009, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie stabilności oksydacyjnej (Test przyspieszonego utleniania).
- Rotkiewicz D., Konopka I., Tańska M., 2002. Barwniki karotenoidowe i chlorofilowe olejów roślinnych oraz ich funkcje. *Rośliny Oleiste*, 23, 561-579.
- Schwartz H., Ollilainen V., Piironen V., Lampi A-M.J., 2008. Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *J. Food Compos. Anal.*, 21, 152-161.
- Segura-Campos M.R., Ciau-Solis N., Rosado-Rubio G., Chel- Guerrero L., Betancur-Ancona D., 2014. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil from Yucatan, Mexico. *J. Agric. Sci.*, 5(3), 220-226.
- Wroniak M., 2012. Wartość żywieniowa olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6(85), 79-92.
- Wroniak M., Cenkier J., 2015. Porównanie cech sensorycznych, fizyko-chemicznych i stabilności oksydacyjnej wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 581, 123-133.
- Wroniak M., Łukasik D., Maszewska M., 2006. Porównanie stabilności oksydacyjnej wybranych olejów tłoczonych na zimno z olejami rafinowanymi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(46), 214-221.
- Ziemiański Ś., 2001. Normy żywienia człowieka – Fizjologiczne podstawy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa.
- Zychnowska M., Pietrzak M., Krygier K., 2013. Porównanie jakości oleju rzepakowego tłoczonego na zimno i rafinowanego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 575, 131-138.

CHEMICAL PROPERTIES OF SELECTED COLD PRESSED OILS

Marta Krajewska¹, Beata Zdybel¹, Dariusz Andrejko¹, Beata Ślaska-Grzywna¹,
Małgorzata Tańska²

¹Department of Biological Bases of Food and Feed Technologies, Faculty of Production Engineering
University of Life Sciences in Lublin, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland

²Chair of Food Plant Chemistry and Processing, Faculty of Food Sciences
University of Warmia and Mazury in Olsztyn
ul. Michała Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn, Poland
e-mail: beata.zdybel@up.lublin.pl

Abstract. Fats are a concentrated source of energy for the organs and tissues. They provide organisms with essential fatty acids (*EFA*) and fat-soluble vitamins. As an important component of the daily diet they should be consumed at high quality and the highest oxidative stability. The study determined the quality of cold-pressed oil from garden cress (*Lepidium sativum* L.), walnut (*Juglans regia* L.) and chia (*Salvia hispanica* L.). The quality of the oils was assessed based on the analysis of their physicochemical properties. The assayed parameters of the oils were viscosity, percentage fatty acid composition, content of tocopherols, conjugated dienes (C_2) and trienes (C_3), acid value (*AV*), peroxide value (*PV*), anisidine value (*AV*) and oxidative stability. The cold pressed oils were characterised by good quality, as evidenced by low values of *AV*, *PV* and *AV*.

Key words: acid value, peroxide value, anisidine value, oxidative stability