

AGNIESZKA OBIEDZIŃSKA, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK

## OLEJE TŁOCZONE NA ZIMNO JAKO ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA

### Streszczenie

W okresie wzmożonego popytu na żywność „naturalną” w kategorii tłuszczów roślinnych konsumenci poszukują produktów, które nie są wytwarzane na drodze ekstrakcji olejów z nasion rozpuszczalnikami organicznymi oraz nie są poddawane późniejszej rafinacji chemicznej i fizycznej. Takimi produktami są oleje tłoczone na zimno, których spożycie może prowadzić do zahamowania bądź opóźnienia rozwoju dietozależnych chorób cywilizacyjnych, takich jak: otyłość, niedokrwienność serca, nadciśnienie tętnicze. Wśród olejów tłoczonych na zimno można wyróżnić oleje pozyskane z nasion (len, lnianka, wiesiołek, ogórecznik lekarski, amarantus), pestek (dynia, czarna porzeczka), owoców (oliwki, owoce rokitnika), orzechów (laskowych, włoskich) czy kielków (pszenicy). Przede wszystkim są one źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych – linolowego i  $\alpha$ -linolenowego. Ponadto oleje dostarczają składników bioaktywnych, jak: tokoferole i tokotrienole, sterole wolne i zesteryfikowane, węglowodory (skwalen), alkohole triterpenowe, karotenoidy i chlorofile oraz inne związki odpowiadające za barwę, które są składnikami bardzo cennymi pod względem żywieniowym. Udział tych składników w oleju zależy głównie od jakości, rodzaju surowca i jego odmian.

**Słowa kluczowe:** oleje tłoczone na zimno, składniki bioaktywne, kwasy tłuszczowe, sterole, tokoferole, skwalen

### Wprowadzenie

Rosnąca świadomość konsumentów sprawia, że zaczynają oni przywiązywać coraz większą wagę do tych aspektów życia, które sprzyjają poprawie jego jakości. Dlatego też dieta, obok sposobu i warunków życia, jest jednym z najważniejszych czynników zdrowia człowieka i dobrego samopoczucia. Coraz częstszym wyborem konsumentów jest żywność o właściwościach prozdrowotnych, nazywana żywnością funkcjonalną. Została ona zdefiniowana w dokumencie końcowym programu badawczego FUFOS (ang. Functional Food Science in Europe) [17], finansowanego przez Komisję Europejską, jako: „Żywność może być uznana za funkcjonalną, jeżeli udo-

---

*Mgr inż. A. Obiedzińska, dr hab. B. Waszkiewicz-Robak, prof. SGGW, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

wodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób. Żywność funkcjonalna musi przypominać postacią żywność konwencjonalną i wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które oczekuje się, że będą normalnie spożywane z dietą – nie są to tabletki ani kapsułki, ale część składowa prawidłowej diety”. Podkreśla się, że korzystne oddziaływanie zdrowotne żywności funkcjonalnej powinno być udokumentowane badaniami naukowymi.

Do żywności funkcjonalnej można zaliczyć oleje tłoczone na zimno (OTZ), gdyż są bogatym źródłem antyoksydantów, takich jak: tokoferole i związki polifenolowe, przez co wykazują wysoką aktywność przeciwutleniającą. Zawierają także wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 i n-6 lub sterole, które wykazują działanie bioaktywne [44, 69, 75]. Ze względu na charakterystyczny smak i zapach dodaje się je zwykle do takich produktów, jak: ziemniaki, biały chudy ser czy jako sosy lub dressingi do sałatek [72]. Obok tradycyjnego, ogólnego przeznaczenia mogą być także stosowane jako składnik wzbogacający różne produkty (np. pieczywo, majonezy) w specyficzne składniki bioaktywne.

### **Pozyskiwanie olejów tłoczonych na zimno**

Oleje tłoczone na zimno pozyskuje się z nasion i owoców roślin oleistych, które charakteryzują się zawartością tłuszczu większą niż 15 %. Wyjątkiem może być m.in. olej pozyskiwany z nasion amarantusa, w którym udział tłuszczu w nasionach wynosi od 4,9 - 8,1 % [56]. Na cechy jakościowe otrzymanego oleju lub tłuszczu roślinnego duży wpływ wywiera przynależność botaniczna rośliny. Na podstawie charakteru surowcowego i części botanicznej olej może być pozyskiwany z nasion (np. rzepaku, lnu, maku, ogórecznika, rokitnika), pestek (np. dyni, czarnej porzeczki, winogron), owoców (np. oliwek, rokitnika), orzechów (np. laskowych, włoskich, orzechów drzewa arganowego) lub kielków roślinnych (np. pszenicy) [55, 60].

Według Codex Alimentarius oleje tłoczone na zimno są to roślinne oleje i tłuszcze jadalne pozyskane w wyniku procesów mechanicznych, takich jak tłoczenie, wykluczając zastosowanie wysokiej temperatury. Mogą one być tylko oczyszczone poprzez wypłukiwanie wodą, sedymentację, filtrację bądź wirowanie. Przy pozyskiwaniu olejów i tłuszczów typu „virgin” dopuszczone jest zastosowanie temperatury w celu zwiększenia wydobycia frakcji tłuszczowej [12]. Tłoczenie oleju na zimno jest najstarszą naturalną metodą jego pozyskiwania, zaliczaną do ekologicznych, gdyż do jej przeprowadzenia nie są wykorzystywane żadne rozpuszczalniki. Odbywa się ono za pomocą pras hydraulicznych bądź ślimakowych wyposażonych w układ chłodzący. Jest to metoda stosunkowo prosta i nie wymaga dużych nakładów inwestycyjnych. Wysoka jakość olejów tłoczonych na zimno zależy od kilku czynników. Przede wszystkim od jakości surowca, na którą składają się takie cechy, jak: czystość, jedno-

rodność, brak uszkodzeń, czy odpowiednia dojrzałość surowca. Ważny jest moment, w którym surowiec jest zbierany. Na odpowiednią jakość surowca wpływają etapy poprzedzające tłoczenie, czyli: zbiór, suszenie, magazynowanie, okres między zbiorem a przetwórstwem [55, 60].

### **Składniki bioaktywne zawarte w olejach tłoczonych na zimno i ich właściwości prozdrowotne**

Oleje tłoczone na zimno zawierają głównie triacyloglicerole (ok. 95 %) oraz niewielką ilość diacylogliceroli, monoacylogliceroli i wolnych kwasów tłuszczowych. Pozostałą część stanowi frakcja nieglicerolowa (niezmydlająca) – składająca się z komponentów wykazujących szeroki zakres zmienności ilościowej i jakościowej. Wśród nich można wymienić takie grupy związków, jak: fosfolipidy, tokoferole i tokotrienole, sterole wolne i zestryfikowane, węglowodory (skwalen), alkohole triterpenowe, karotenoidy i chlorofile oraz inne związki odpowiadające za barwę, które są składnikami bardzo cennymi pod względem żywieniowym [21, 24, 64]. Udział tych składników w oleju zależy głównie od jakości, rodzaju surowca i jego odmian oraz warunków klimatycznych uprawy i zabiegów agrotechnicznych, jakim surowiec był poddawany [7]. Zarówno w OTZ, jak i olejach rafinowanych udział kwasów tłuszczowych nie zmienia się znacznie, natomiast udział frakcji nieglicerolowej ulega zmniejszeniu. Podczas procesu rafinacji następuje częściowe usunięcie frakcji niezmydlającej, np. tokoferoli, steroli czy związków polifenolowych [25, 71].

W tab. 1. przedstawiono charakterystyczne składniki bioaktywne występujące w wybranych olejach tłoczonych na zimno.

### **Kwasy tłuszczowe**

Szczególna wartość olejów tłoczonych na zimno wynika z faktu, że są one bogatym źródłem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (JKT) oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT) [21]. Do WNKT zaliczane są tzw. niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), które nie są syntetyzowane przez organizm ludzki i muszą być dostarczane z pożywieniem. Są to: kwas  $\alpha$ -linolenowy (ALA, 18 : 3, n-3), kwas linolowy (LA, 18 : 2, n-6) oraz kwas  $\gamma$ -linolenowy (GLA, C18 : 3, n-6) [2, 27, 60]. OTZ zawierającymi znaczące ilości WNKT LA i ALA są oleje: lniany (odpowiednio 15,82 i 56,93 %), z lnianki (13,85 i 38,8 %), rokitnikowy (37,33 i 23,13 %), z nasion malin (54,5 i 29,1 %) (tab. 2).

Kwasy te są dla organizmu prekursorami syntezy długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Badania naukowe potwierdzają pozytywny wpływ WNKT na szereg procesów życiowych człowieka [73]. Kwasy tłuszczowe należące do rodziny n-3 przyczyniają się do zmniejszenia ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych poprzez obniżenie poziomu triacylogliceroli i cholesterolu frakcji LDL we krwi. Uważa

się, że kwasy te obniżają także zachorowalność na choroby psychiczne, w tym depresję [2, 34].

Tabela 1

Wykaz bioaktywnych składników charakterystycznych dla olejów roślinnych.

List of bioactive compounds appearing characteristic for plant oils.

Oleje Oils derived from	Charakterystyczny składnik bioaktywny Characteristic bioactive compound	Przeciętna zawartość bądź udział procentowy w oleju Average content or percentage content in oil	Źródło Source
Z nasion lnu Flax seeds	kwasy $\alpha$ -linolenowy $\alpha$ -linolenic acid	51,8 - 60,42 %	10
	kwasy linolowy linoleic acid	15,17 - 17,44 %	
Z nasion wiesiołka Evening primrose seeds	plastochromanol-8	34,8 - 55,3 mg/kg oleju / oil	26
	plastochromanol-8		
Z nasion wiesiołka Evening primrose seeds	kwasy $\gamma$ -linolenowy $\gamma$ -linolenic acid	8 - 14 %	26
	kwasy linolowy linoleic acid	70 - 75 %	
Z nasion rokitnika oraz z pulpy owocowej Seabuckthorn seeds and pulp	tokoferole tocopherols	100 - 300 mg/kg w oleju z nasion / oil from seeds	76, 78
		10 - 150 mg/kg w oleju z pulpy / oil from pulp	
	$\beta$ -karoten $\beta$ -carotene	20 - 100 mg/100 g w oleju z nasion / oil from seeds 100-500 mg/100 g w oleju z pulpy / oil from pulp	
Z nasion amarantusa Amaranthus seeds	skwalen squalene	6 - 8 %	31
Z nasion lnianki Camelina seeds	kwasy linolowy linoleic acid	30 - 40 %	48
	kwasy eikozenowy eicosenic acid	15 %	
Z nasion sezamu Sesame seeds	sezamina sesamin	0,5 - 1,1 %	20
Z nasion ryżu Rice bran	$\gamma$ -oryzanol $\gamma$ -oryzanol	1,5 - 2,9 %	42
Z pestek czarnej porzeczki Blackcurrant seeds	kwasy $\gamma$ -linolenowy $\gamma$ -linolenic acid	13 - 17 %	26
	tokoferole / tocopherols	120 - 250 mg/100 g	77
Z nasion żmijowca Viper's bugloss seeds	kwasy stearydynowy stearidonic acid	12,40 %	38
Oliwa z oliwek Olive Oil	kwasy oleinowy (n-9) oleic acid (n-9)	55 - 83%	20
	skwalen / squalene	0,7 %	31

c.d. Tab. 1

Z pestek malin Raspberry seeds	kwas $\alpha$ -linolenowy $\alpha$ -linolenic acid	29,1 - 32,4 %	77
Z pestek dyni Pumpkin seeds	skwalen squalene	0,89 %	31
Z pestek winogron Grape seeds	kwas linolowy linoleic acid	50,1 - 77,8 %	77
Z nasion czarnuszki Black caraway seeds	tymochinon thymoquinone	3,48 - 8,73 mg/g	35
Z nasion ogórecznika Borage seeds	kwas $\gamma$ -linolenowy $\gamma$ -linolenic acid	16 - 27 %	26
Z nasion rzepaku Rapeseeds	braskasterol brassicasterol	104 mg/100 g	47
	plastochromanol-8 plastochromanol-8	55 - 80 mg/100 g	

Oleje roślinne charakteryzujące się dużą zawartością kwasu oleinowego (18:1, n-9) to: oliwa z oliwek (78,1 %), olej rzepakowy (61,6 %) oraz olej z orzechów laskowych (82,72 %). Kwas oleinowy jest odpowiedzialny m.in. za obniżanie ciśnienia krwi oraz zmniejszanie ryzyka zachorowalności na raka piersi [8, 37, 68].

OTZ otrzymane z rokitnika, malin, lnu czy lnianki zawierają duże ilości kwasu  $\alpha$ -linolenowego, który może być wykorzystany do tworzenia długołańcuchowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 – kwasu eikozapentaenowego (EPA, 20 : 5) i kwasu dokozaheksaenowego (DHA, 22 : 6), *in vivo* poprzez elongację i desaturację. Głównymi właściwościami EPA i DHA jest obniżanie ryzyka zachorowania na nowotwory, choroby serca, nadciśnienie tętnicze czy upośledzenie układu immunologicznego [8].

W przypadku WNKT ważne jest zachowanie odpowiedniej proporcji udziału kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3 [59]. Udział ten powinien wynosić nie więcej niż 5 : 1, gdyż wpływa to na prawidłowość przemian metabolicznych w organizmie. Szczególnie istotna jest synteza WNKT z prekursorów kwasów LA i ALA, które konkurują ze sobą o te same enzymy ( $\Delta^5$ -desaturazę i  $\Delta^6$ -desaturazę) w przemianach wewnątrzustrojowych [9]. Olejem tłoczonym na zimno o pożądanym żywieniowo stosunku n-6 do n-3 (wynoszącym 2,3) jest olej rzepakowy [47]. Wśród olejów tłoczonych na zimno nie wykazano obecności izomerów trans kwasów tłuszczowych, natomiast w olejach rafinowanych poddawanych procesom rafinacji i dezodoryzacji możliwa jest obecność izomerów trans w ilościach ok. 1 % [20].

Tabela 2

Średni skład kwasów tłuszczowych wybranych olejów roślinnych.  
Average fatty acid composition in selected vegetable oils.

Kwasy tłuszczowe [%] / Fatty acids [%]																							
Oleje / Oils	16:0	17:0	18:0	20:0	22:0	24:0	Σ NKT	16:1	17:1	18:1 n-9	20:1 n-9	22:1 n-9	24:1	Σ JNKT	18:2 n-6	18:3 n-3	18:3 n-6	18:4 n-3	20:2 n-6	Σ WNKT	n-6	n-3	n-6/ n-3
Z nasion czarnej porzeczki Blackcurrant seeds	7,1	-	1,5	0,1	0,1	-	8,8	0,1	-	10,9	0,8	0,2	-	12	45,2	13,2	16,9	3,3	-	78,6	62,1	16,5	3,8
Z nasion wiesiołka Evening primrose seeds	5,98	-	1,84	0,3	0,1	0,04	8,26	0,05	-	7,2	0,19	-	-	7,44	73,87	0,28	9,74	0,07	-	83,96	83,61	0,35	239
Z nasion ogórecznika lekarskiego Borage seeds	10,28	-	3,76	0,22	-	-	14,26	0,24	-	15,82	3,98	2,58	1,58	24,2	37,04	0,22	23,52	0,18	0,2	61,16	60,76	0,4	152
Z nasion malin Raspberry seeds	2,7	-	1	-	-	-	3,7	-	-	12	-	-	-	12	54,5	29,1	-	-	-	83,6	54,5	29,1	1,9
Z nasion amarantusa Amaranthus seeds	20,4	0,1	3,9	0,8	0,3	-	26,4	0,4	0,7	32,1	0,3	-	-	34,7	38,2	0,7	-	-	-	38,9	38,2	0,7	55
Z nasion rokitnika Seabuckthorn seeds	9,27	0,16	2,47	1	0,1	-	13,41	0,59	0,1	25,02	0,44	-	-	26,15	37,33	23,13	-	-	tr	60,46	37,33	23,13	1,6
Z orzechów arganu Argan nuts	10,3	-	4,2	0,4	0,1	-	15,1	0,1	-	43,8	0,3	-	-	44,2	36,9	3,8	-	-	-	40,7	36,9	3,8	9,7
Oliwa z oliwek Olive oil	10,2	-	2,5	0,5	-	-	13,2	0,7	-	78,1	0,3	-	-	79,1	7,1	0,6	-	-	-	7,7	7,1	0,6	11,8
Z pestek winogron Grape seeds	7	-	3	0,3	-	-	10,3	0,1	-	22,1	-	-	-	22,2	67,2	0,5	-	-	-	67,7	67,2	0,5	134
Z pestek dyni Pumpkin seeds	13,41	-	9,96	-	-	-	23,54	0,44	-	20,38	-	-	-	20,82	55,64	0,2	-	-	-	55,84	55,64	0,2	278

Z nasion lnu Flax seeds	5,8	0,07	3,35	0,15	0,13	0,09	9,59	0,08	-	17,43	0,16	-	17,67	15,82	56,93	-	-	0,03	72,84	15,85	56,93	0,3
Z nasion lniarki Camelina seeds	5,4	-	2,45	-	-	-	7,85	-	-	12,85	15,55	2,95	31,35	13,85	38,8	-	-	-	52,65	13,85	38,8	0,4
Z nasion sezamu Sesame seeds	9,6	-	5	-	-	-	15,7	-	-	39,7	0,2	-	40,1	45	0,4	-	-	0,1	45,7	45,3	0,4	113
Z nasion czarnuszki Black caraway seeds	13,05	-	2,71	0,14	-	-	15,9	-	-	23,99	0,32	-	24,31	59,53	0,24	-	-	-	59,77	59,53	0,24	248
Z orzechów włoskich Walnuts	7,28	-	1,69	-	-	-	8,97	-	-	17,83	0,126	-	17,956	59,3	12,9	-	-	-	72,2	59,3	12,9	4,6
Z orzechów arachi- donowych Peanuts	12,5	-	2,5	0,5	-	-	15,5	-	-	37,9	0,7	1	39,6	41,3	0,3	-	-	-	41,6	41,3	0,3	138
Z nasion rzepaku Rape seeds	3,6	-	1,5	0,6	0,3	0,2	6,3	0,2	-	61,6	1,4	0,2	63,4	21,7	9,6	-	-	-	31,3	21,7	9,6	2,3
Z orzechów laskowych Hazelnuts	4,85	0,04	2,73	0,14	0,03	0,01	7,85	0,16	0,07	82,72	0,16	0,03	83,16	8,89	0,1	-	-	-	8,99	8,89	0,1	89

Źródło: opracowanie własne na podstawie: / Source: the authors' own study based on: [3, 5, 10, 15, 16, 26, 31, 35, 47, 49, 57, 76, 77, 80].

## Sterole

Sterole są ważną grupą związków wśród steroidów. W roślinach związki te występują w formie wolnych steroli lub w formie estrów sterolowych, względnie stanolowych [39]. Fitosterole, występujące naturalnie w olejach roślinnych, wykazują zdolność do obniżania poziomu cholesterolu frakcji LDL we krwi poprzez redukcję absorpcji cholesterolu, co wpływa na zmniejszanie ryzyka wystąpienia chorób serca [29, 62]. Ponadto uważa się, że sterole wykazują właściwości przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwrzodowe, przeciwnowotworowe, a w odpowiednich warunkach nawet działanie przeciwutleniające [65]. Badania naukowe dowiodły, że spożycie 1,5 - 2 g steroli roślinnych lub stanoli obniża stężenie frakcji cholesterolu LDL w osoczu o 9 - 14 %, bez wpływu na poziom cholesterolu frakcji HDL i triacylogliceroli [30].

Tabela 3

Zawartość poszczególnych steroli oraz ich suma w wybranych olejach roślinnych.  
Content of individual sterols and their total in selected vegetable oils.

Zawartość steroli [mg/100 g oleju] Content of sterols [mg/100 g of oil]	Oleje / Oils						
	rzepakowy rape seeds	z nasion słonecznika sunflower seeds	z nasion soi soybean seeds	z pulpy owoców rokit- nika seabuck- thorn pulp	z nasion lnu flax seeds	z nasion lnianki amelina seeds	oliwa z oliwek extra virgin olive oil
Brasikasterol Brassicasterol	104	nd	nd	-	2,4	27	tr
Kampesterol Campesterol	252	44	49	13,9	105	117	5,9
Stigmasterol	6	24	32		35	5,6	1,5
$\beta$ -sitosterol	382	237	216	462,2 + lanosterol (tr)	206	300	120
$\Delta$ -5-avenasterol	24	20	26	97,3 + obtusifoliol (tr)	59	37	23
Inne / Others	-	-	-	306	281,6	24,4	105,6
Suma steroli Sterols in total	769	325	323	879,4	689	511	256

Objaśnienie: / Explanatory note:

nd – nie wykryto / not detected; tr – śladowe ilości / trace amounts.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: / Source: the authors' own study based on: [32, 53, 58].

Skład fitosteroli jest właściwy dla każdego z olejów roślinnych. Najczęściej występującymi sterolami roślinnymi są:  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, kampesterol i brassika-



sterol. W tab. 3. przedstawiono zawartość steroli w wybranych olejach roślinnych. Z danych wynika, że oleje roślinne charakteryzują się zróżnicowaną zawartością steroli pod względem ilościowym i jakościowym, a dominującym fitosterolem jest  $\beta$ -sitosterol, którego udział stanowi zazwyczaj 55 - 75 % sumy steroli. Przyczynia się do hamowania proliferacji nowotworów okrężnicy, prostaty i piersi [6]. Charakterystycznym steroidem występującym w oleju ryżowym jest  $\gamma$ -oryzanol, który stanowi 1,5 - 2,9 % i wykazuje silne właściwości przeciwtleniające oraz zmniejszające zawartość cholesterolu LDL [43].

Procesy rafinacji bądź zastosowanie hydrolizy termicznej steroli zestryfikowanych powodują zmniejszenie ich zawartości w olejach nawet o 20 % [54].

### Tokoferole

Głównymi komponentami frakcji niezmydlającej olejów roślinnych obok steroli są tokoferole, które występują w zróżnicowanych ilościach w olejach. Są one naturalnymi przeciwutleniaczami, występującymi w czterech formach:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , które w zależności od formy wykazują zróżnicowaną aktywność przeciwutleniającą [58]. Tokochromanole wykazują zdolność wygaszania reaktywnych form tlenu oraz wolnych rodników. Zawartość tokochromanoli wyraża się jako ekwiwalent witaminy E. Spośród wszystkich tokochromanoli  $\alpha$ -tokoferol wykazuje 100 % aktywności wit. E, następnie  $\beta$ -tokoferol 50 %,  $\gamma$ -tokoferol 25 %. W organizmie człowieka oprócz właściwości przeciwutleniających witamina E pośredniczy w przekazywaniu impulsów elektrycznych w komórce oraz wpływa na aktywność enzymów np. kinazy białkowej. Zwiększone dzienne spożycie witaminy E może korzystnie wpływać na przeciwdziałanie takim chorobom, jak: nowotwory (prostaty, jelita), miażdżyca, choroby układu krążenia, choroba Parkinsona lub choroba Alzheimera [46, 66].

W tab. 4. przedstawiono zawartość tokoferoli w wybranych olejach roślinnych tłoczonych na zimno oraz wykazano ich zróżnicowanie pod względem ilościowym i jakościowym. Oleje, które zawierają najwięcej tokoferoli to: sojowy, z pestek malin oraz z pestek czarnej porzeczki. Główną formą tokochromanolową występującą w olejach tłoczonych na zimno jest  $\gamma$ -tokoferol. Wyjątkiem może być na przykład olej z nasion ogórecznika lekarskiego, którego dominującą formą tokoferolową jest  $\delta$ -tokoferol.

Procesy bielenia i rafinacji olejów mogą powodować straty tych składników bioaktywnych [67]. Należy wszakże uwzględnić, że tokoferole mogą występować w olejach roślinnych w formie zestryfikowanej aczkolwiek w dostępnej literaturze brak jest informacji na ten temat.

Tabela 4

Zawartość tokoferoli w wybranych olejach roślinnych tłoczonych na zimno.  
Content of tocopherols in selected selected cold pressed oils.

Zawartość tokoferoli Content of Tocopherols [mg/kg oleju /of oil]	Oleje / Oils										
	z pestek czarnej porzeczki blackcurrant seeds	z nasion wiesiolka evening primrose seeds	z nasion ogórecznika lekarskiego borage seeds	z pestek malin raspberry seeds	z nasion lnu flax seeds	z pestek dyni pumpkin seeds	z nasion lnianki camelina seeds	z nasion żmijowca viper's bugloss seeds	z pestek winogron grape seeds	z nasion soi soybean seeds	z nasion rzepaku rape seeds
α-tokoferol α-tocopherol	20	194	tr	461	40	71,4	27	39,2	139,2	92,1	90,9
β-tokoferol β-tocopherol	8	-	-	nd	nd	-	-	-	-	-	-
γ-tokoferol γ-tocopherol	647	358	98	1440	800	423,1	674,3	199,3	3,2	1432,3	527,6
δ-tokoferol δ-tocopherol	68	19	1103	71	-	13,6	12,3	19,2	0,1	273,2	6,1
Suma / Total	1043	571	1111	1980	840	508,1	713,6	257,7	142,6	1797,6	624,6

Objaśnienie: / Explanatory note:

nd – nie wykryto / not detected; tr – śladowe ilości / trace amounts.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: / Source: the authors' own study based on: [1, 26, 38, 41,69].

## Skwalen

Skwalen jest węglowodorem izopreneidowym o bardzo silnych właściwościach przeciwutleniających. Ze względu na prozdrowotne właściwości był tematem badań naukowych [14, 33]. Syntetyzowany przez człowieka z acetylo-CoA m.in. pełni funkcję prekursora w procesie syntezy cholesterolu, hormonów steroidowych, kwasów żółciowych czy witaminy D oraz wykazuje silną aktywność przeciwutleniającą dzięki zawartości 6 jednostek izoprenowych. Hamuje aktywność reduktazy HMG-CoA biorącej udział w cholesterologenezie [45]. Wspomaga transport tlenu do komórek oraz usuwanie ksenobiotyków, a także wykazuje działanie immunomodulujące oraz generuje opsonizację patogenów i ułatwia ich prezentację komórkom immunokompetentnym. Oprócz wyżej wymienionych funkcji skwalen jako składnik lipidowy skóry wykazuje właściwości antybakteryjne oraz przeciwgrzybiczne, ponadto chroni skórę przed peroksydacją lipidów wynikającą z ekspozycji na promienie ultrafioletowe [28, 61].

Głównym źródłem tego składnika bioaktywnego są wątroby rekinów i wielorybów, w których stanowi 70 - 80 % udziału we frakcji lipidowej [63]. Wśród olejów roślinnych skwalen występuje w znaczących ilościach w oleju z amarantusa (2,26 - 8 %), w oliwie z oliwek (0,7 %) i w oleju z pestek dyni (0,89 %) [31].

### **Bezpieczeństwo zdrowotne olejów tłoczonych na zimno**

Bezpieczeństwo i jakość żywności wzbudzają szczególne zainteresowanie konsumentów. Obecność zanieczyszczeń chemicznych w żywności, w tym w olejach tłoczonych na zimno, jest jednym z podstawowych kryteriów oceny ich bezpieczeństwa zdrowotnego. Zanieczyszczenia te należą do grupy związków chemicznych powszechnie występujących w środowisku produkcji i przetwórstwa, jak i wynikają z nieprzestrzegania dobrych praktyk w tym środowisku. Spośród zanieczyszczeń należy wymienić środki ochrony roślin, fosfo- i chloroorganiczne pierwiastki, metale, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, chlorowane węglowodory (PCB, PCBC, dioksyny i furany) lub monomery przechodzące z opakowań [22, 23, 74]. OTZ zawierają śladowe ilości produktów oksydacji, zanieczyszczeń środowiskowych, pestycydów [22] oraz związków lotnych odpowiedzialnych za niepożądany smak i zapach [23]. Według rozporządzenia komisji (WE) nr 1881/2006 [50], ustalającego najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, zawartość benzo(a)pirenu w olejach i tłuszczach nie może przekraczać 2 µg/kg, suma dioksyn 2,0 pg/g tłuszczu, a suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn 1,5 pg/g tłuszczu. W olejach tłoczonych na zimno dopuszczalny maksymalny poziom metali ciężkich wynosi: As – 0,1 mg/kg oleju, Pb – 0,1 mg/kg oleju i jest to poziom taki sam, jak dla olejów rafinowanych. Natomiast dopuszczalne maksymalne poziomy Fe i Cu w olejach tłoczonych na zimno są w wyższe i wynoszą odpowiednio 5 mg/kg i 0,4 mg/kg (w olejach rafinowanych odpowiednio: 1,5 mg/kg i 0,1 mg/kg) [13].

Nieodpowiednie zastosowanie olejów tłoczonych do smażenia może być przyczyną występowania znacznie podwyższonych zawartości akrylamidu i furanu oraz jego pochodnych w produkcie i oleju. Wymagania związane z dopuszczalnymi poziomami zanieczyszczeń chemicznych wynikają z prawa żywnościowego UE, a w szczególności rozporządzenia 1881/2006 [50] wraz z kolejnymi zmianami i uzupełnieniami. Ostatnio zwrócono uwagę na występowanie mikotoksyn – fumonizyn w oleju rzepakowym czy oliwie z oliwek [18] oraz estrów chloropropanoli, które powstają podczas procesów termicznej rafinacji olejów, aczkolwiek również prawdopodobne jest tworzenie się tych związków podczas procesów traktowania olejów tłoczonych parą wodną o zbyt wysokiej temperaturze.

### **Autentyczność i identyfikacja olejów**

Na polskim rynku oleje tłoczone na zimno wciąż są produktami niszowymi. Dostępne są głównie w sklepach z tzw. żywnością ekologiczną. Ze względu na swoje właściwości żywieniowe i deklaracje zdrowotne, producenci olejów „naturalnie” tłoczonych na zimno muszą zapewnić ich autentyczność – identyfikowalność, by potencjalny konsument był pewny ich wysokiej jakości oraz bezpieczeństwa zdrowotnego.

Oleje tłoczone na zimno uważane są za bardziej „naturalne” niż poddane procesom przetwórczym, takim jak: ekstrakcja rozpuszczalnikiem, bielenie, neutralizacja, dezodoryzacja i rafinacja. Zazwyczaj wydajność procesu tłoczenia oleju jest mniejsza niż w przypadku produkcji olejów rafinowanych, a ponadto wymagania surowcowe są wyższe, aby zapewnić im odpowiednią trwałość. Stąd i wyższa cena takich olejów. Stanowią one zatem pokusę dla nieuczciwych przedsiębiorców do mieszania drogich olejów z olejami tańszymi, celem uzyskania korzyści ekonomicznych.

W przypadku olejów jadalnych i tłuszczów spotyka się m.in. takie rodzaje zafałszowań, jak:

- dodatek tańszego oleju/tłuszczu,
- fałszowanie technologii produkcji,
- fałszowanie miejsca geograficznego pochodzenia produktu.

Dodawanie tańszych lub gorszych jakościowo olejów powoduje, że skład takiej mieszaniny w sposób istotny odbiega od deklarowanego składu oleju oryginalnego. Znanymi przykładami z tego zakresu są:

- dodawanie oleju słonecznikowego do oleju z orzeszków ziemnych,
- mieszanie oleju rzepakowego niskoerukowego z wysokoerukowym,
- dodatek rafinowanej oliwy z oliwek do oliwy ekstra virgin,
- dodatek oleju z ogórecznika do oleju z wiesiołka.

W celu zapewnienia wiarygodności wyników badań zafałszowań olejów roślinnych niezbędne jest zastosowanie metod analizy instrumentalnej. Metody te są pracochłonne i kosztowne, jednak istotne do potwierdzenia autentyczności produktów. Do wykrywania ww. zafałszowań stosuje się techniki chromatograficzne: chromatografię gazową (GC, GC/MS) i cieczową (HPLC, HPLC/MS) oraz techniki spektroskopowe: spektrometrię masową (MS), spektroskopię magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), spektrofotometrię w podczerwieni (IR) [4, 11, 40, 70]. Techniki te sprzężone ze sobą też mogą być wykorzystane do badania zafałszowań. Skład chemiczny olejów tłoczonych na zimno charakteryzuje się wyjątkową różnorodnością, lecz w przypadku poszczególnych gatunków można określić wyróżniki, które będą charakteryzować dany olej. Badania zafałszowań obejmują głównie analizy:

- składu kwasów tłuszczowych – m.in. kwas palmitynowy jest używany jako wskaźnik zanieczyszczenia oleju bawełnianego olejem palmowym, a obecność

- izomerów trans w olejach tłoczonych na zimno może świadczyć o zastosowaniu wysokiej temperatury podczas procesu technologicznego [74],
- składu triacylogliceroli – badanie występowania kwasów tłuszczowych podstawowych w pozycji sn-2 triacyloglicerolu. Nawet 1 % dodatek innego oleju może być wykryty poprzez stosunek różnych kwasów tłuszczowych zawartych w różnych pozycjach w triacyloglicerolach [4],
  - zawartości steroli – m.in. widoczne różnice zawartości poszczególnych steroli są charakterystyczne dla różnych olejów, np. głównym steroidem oleju rzepakowego jest brassikasterol, a oliwy z oliwek  $\beta$ -sitosterol. Zwiększona zawartość oksyfityosteroli może wskazywać na zafałszowanie olejem rafinowanym [53],
  - zawartości tokoferoli – m.in. do oznaczenia zafałszowań oliwy z oliwek olejem z orzechów laskowych, gdyż zawiera on głównie  $\delta$ -tokoferol, który w oliwie z oliwek występuje w nieznacznych ilościach [36, 70, 74],
  - zawartości 3,5-stigmastadienu, który powstaje podczas procesu rafinacji, a mianowicie dehydratacji  $\beta$ -sitosterolu [36].

Aktualnie, najlepiej chronionym prawnie olejem roślinnym w UE jest oliwa z oliwek o „dziewiczym charakterze” (olive oil extra virgin). W stosunku do różnych rodzajów oliwy ustanowiono w Unii Europejskiej bardzo dokładne specyfikacje jakościowe w rozporządzeniu Komisji EWG 2568/91 z 11 lipca 1991 roku [51], zmienione rozporządzeniem 1989/2003 [52], w celu zabezpieczenia produkcji oliwy wysokiej jakości, zapobiegania jej podrabianiu niższymi jakościowo gatunkami i ochrony producentów oliwy w krajach członkowskich wspólnoty (Włochy, Hiszpania, Portugalia, Francja i Grecja). Niewątpliwie podobne rozwiązania powinny dotyczyć olejów tłoczonych na zimno, a w szczególności zapewnieniu konsumenta o ich pochodzeniu, składzie i zgodności z deklaracjami prozdrowotnymi.

### Podsumowanie

Występowanie różnorodnych substancji bioaktywnych w olejach tłoczonych na zimno powoduje, że spełniają one rolę żywności funkcjonalnej. Obecność niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, steroli czy tokoferoli sprawia, że mogą brać udział w prewencji lub przeciwdziałaniu chorobom cywilizacyjnym, jak choroby sercowo-naczyniowe, nowotworowe czy otyłość oraz opóźniać procesy starzenia. Dotychczas przeprowadzono wiele badań mających na celu ocenę jakości oraz wartości odżywczej różnych olejów tłoczonych na zimno. Spośród olejów tłoczonych na zimno, przedstawionych w powyższym opracowaniu, niektóre mają unikalny skład kwasów tłuszczowych (olej z nasion ogórecznika lekarskiego, lnu czy czarnej porzeczki), bądź charakteryzują się dużą zawartością tokoferoli (olej z pestek maliny) czy skwalenu (olej z nasion amarantusa). Skład chemiczny olejów tłoczonych na zimno determinuje ich potencjał prozdrowotny oraz ich zastosowanie. Przykładowo przy leczeniu zmian

atopowych skóry uzasadnione jest wykorzystanie oleju z ogórecznika lekarskiego [19], gdyż zawiera stosunkowo wysoką zawartość kwasu  $\gamma$ -linolenowego (18:3 n-6). Dla osób z wysokim poziomem cholesterolu LDL we krwi zasadne będzie regularne spożycie olejów zawierających dużo steroli oraz odpowiednią kompozycję nienasyconych kwasów tłuszczowych. Spożycie olejów tłoczonych na zimno powinno być na odpowiednim poziomie, by móc zbilansować spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 i n-3. Według Simopoulos [59] stosunek tych kwasów powinien wynosić 4 : 1, a gdy wartość ta zostanie przekroczona to zmienia się metabolizm kwasów tłuszczowych. Kwas  $\alpha$ -linolenowy i kwas linolowy zaczynają wtedy konkrować o te same enzymy w procesie elongacji i desaturacji do wielonienasyconych długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Wydajność zastosowania metody tłoczenia na zimno jest mniejsza niż przy zastosowaniu temperatury czy rozpuszczalników, stąd dochodzi do fałszowania produktu ze strony producenta. Aby konsumenci mieli pełną wiedzę na temat olejów tłoczonych na zimno, producenci powinni dbać o najwyższą jakość produktów, a w szczególności zapewnić konsumenta o ich pochodzeniu, składzie i zgodności z deklaracjami prozdrowotnymi.

### Literatura

- [1] Abuzaytoun R., Shahidi F.: Oxidative stability of flax and hemp oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2006, **83** (10), 855-861.
- [2] Achremowicz K., Szary-Sworst K.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3** (44), 23-55.
- [3] Alasalvar C., Shahidi F., Ohshima T., Wanasundara U., Yurttas H.C., Liyanapathirana C.M., Rodrigues F.B.: Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 2. Lipid characteristics and oxidative stability. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 3797-3805.
- [4] Aparicio R., Aparicio-Ruiz R.: Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. *J. Chromatogr. A*, 2000, **881**, 93-104.
- [5] Aparicio R. Luna G.: Characterization of monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 614-627.
- [6] Awad A.B., Fink C.S., Williams H., Kim U.: *In vitro* and *in vivo* (SCID mice) effects of phytosterols on the growth and dissemination of human prostate cancer PC-3 cells. *Eur. J. Cancer Prev.*, 2001, **10**, 507-513.
- [7] Berganza B.E., Moran A.W., Rodriguez G., Coto N.M., Santamaria M., Bressani R.: Effect of variety and location on the total fat, fatty acids and squalene content of amaranth. *Plant Food Hum. Nutr.*, 2003, **58**, 1-6.
- [8] Bourre J-M.: Dietary omega-3 fatty acids for women. *Biomed. Pharmacother.*, 2007, **61**, 105-112.
- [9] Burdge G.C.: Metabolism of  $\alpha$ -linolenic acid in humans. *Prostag. Leukotr. Ess.*, 2006, **75**, 161-168.
- [10] Choo W-S., Birch J., Dufour J-P.: Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *J. Food Comp. Anal.*, 2007, **20**, 202-211.
- [11] Cserháti T., Forgács E., Deyl Z., Miksik I.: Chromatography in authenticity and traceability test of vegetable oils and dairy products: a review. *Biomed. Chromatogr.*, 2005, **19**, 183-190.
- [12] Codex Alimentarius Commission: Fats, Oils & Related Products By Codex Alimentarius Commission - Codex Standard for Edible Fats and Oils not Covered by Individual Standards (CODEX

- STAN 19-1981, Rev. 2 - 1999).
- [13] Codex Alimentarius Commission: Codex General Standard for Contaminants and toxins in foods (CODEX STAN 193-1995, Rev. 3 - 2007).
- [14] Dhandapani N., Ganesan B., Anandan R., Jeyakumar R., Rajaprabhu D., Ezhilan R.A.: Synergistic effects of squalene and polyunsaturated fatty acid concentrate on lipid peroxidation and antioxidant status in isoprenaline-induced myocardial infarction in rats. *Afr. J. Biotechnol.*, 2007, **6(8)**, 1021-1027.
- [15] Dubois V., Breton S., Linder M., Fanni J., Parmentier M.: Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2007, **109**, 710-732.
- [16] El-Adawy T.A., Taha K.M.: Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49, 1253-1259.
- [17] European Commission Community Research: Project Report: Functional food science in Europe, Volume 1; Functional food science in Europe, Volume 2; Scientific concepts of functional foods in Europe, Volume 3. EUR-18591, Office for Official Publications of the European Communities, L-2985, Luxembourg 2000.
- [18] Ferracane R., Tafuri A., Logieco A., Galvano F., Balzano D., Ritieni A.: Simultaneous determination of aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A and their natural occurrence in Mediterranean virgin olive oil. *Food Addit. Contam. A*, 2007, **24(2)**, 173-180.
- [19] Foster R.H., Hardy G., Alany R.G.: Borage oil in the treatment of atopic dermatitis. *Nutrition*, 2010, **26**, 708-718.
- [20] Gunstone F.D.: Production and trade of vegetable oils. In: *Vegetable oils in food technology: Composition, Properties and Uses*. Ed. Gunstone F.D., Eds. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2002, pp.1-17.
- [21] Gunstone F.D.: *Vegetable Oils*. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol 1. *Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 213-267.
- [22] Jankowski P.S., Obiedziński M.W.: Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych w rzepaku i produktach olejarskich. *Tłuszcze Jadalne*, 2000, **35 (3-4)**, 112-125.
- [23] Jankowski P.S., Karpiński R., Cozel A., Krygier K., Cieślak B., Bartnikowska E., Obiedziński M.W.: Badania porównawcze wybranych skażeń chemicznych w olejach roślinnych. *Rośliny Oleiste*, 1998, **19**, 279-289.
- [24] Kamal-Eldin A.: Minor Components of Fats and Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol. 3. *Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil*, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 319-359.
- [25] Kania M., Michalak M., Gogolewski M., Hoffmann A.: Antioxidative potential of substances contained in cold pressed soybean oil and after each phase of refining process. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2004, **3 (1)**, 113-121.
- [26] Kapoor R., Nair H.: Gamma Linolenic Acid Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol. 3. *Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil*, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 67-119.
- [27] Karłowicz-Bodalska K., Bodalski T.: Nienasycone kwasy tłuszczowe, ich właściwości biologiczne i znaczenie w lecznictwie. *Post. Fitot.*, 2007, **1**, 46-56.
- [28] Kelly G.S.: Squalene and its potential clinical uses. *Altern. Med. Rev.*, 1999, **4 (1)**, 29-36.
- [29] Lagarda M.J., García-Llatas G., Farré R.: Analysis of phytosterols in foods. *J. Pharm. Biom. Anal.*, 2006, **41(5)**, 1486-1496.
- [30] Law M.R.: Plant sterol and stanol margarines and health. *West J. Med.*, 2000, **73**, 43-47.
- [31] León-Camacho M., García-González D.L., Aparicio R.: A detailed and comprehensive study of

- amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) oil fatty profile. Eur. Food Res. Technol., 2001, **213**, 349-355.
- [32] Li T.S.C., Beveridge T.H.J., Drover J.C.G.: Phytosterol content of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil: Extraction and identification. Food Chem., 2007, **101**, 1633-1639.
- [33] Liu Y., Xu X., Bi D., Wang X., Zhang X., Dai H., Chen S., Zhang W.: Influence of squalene feeding on plasma leptin, testosterone & blood pressure in rats. Indian J. Med. Res., 2009, **129**, 150-153.
- [34] Logan A.C.: Omega-3 fatty acids and major depression: A primer for the mental health professional. Lipids Health Dis., 2004, **3(25)**, 1-8.
- [35] Lutterodt H., Luther M., Slavin M., Yin J-J., Parry J., Gao J-M., Yu L.: Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. LWT-Food Sci. Technol., 2010, **43**, 1409-1413.
- [36] Matuszewska M., Obiedziński M.W.: Określenie autentyczności oliwy z oliwek za pomocą składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości 3,5 stigmastadienu. Tłuszcze Jadalne, 2001, **36 (3-4)**, 137-146.
- [37] Mendez J.A., Vellon L., Colomer R., Lupu R.: Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin™) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. Ann. Oncol., 2005, **16 (3)**, 359-371.
- [38] Mińkowski K.: Studia nad stabilnością oksydacyjną olejów roślinnych bogatych w polienowi kwasy tłuszczowe o budowie trienowej. Rozprawa habilitacyjna. Roczniki IMPiT, 2008, tom XLVI/4.
- [39] Moreau R.A., Whitaker B.D., Hicks K.B.: Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. Prog. Lipid Res., 2002, **41**, 457-500.
- [40] Obeidat S.M., Khanfar M., Obeidat W.M.: Classification of edible oils and uncovering adulteration of virgin olive oil using FTIR with the aid of chemometrics. Aust. J. Basic Appl. Sci., 2009, **3 (3)**, 2048-2053.
- [41] Oomah B.D., Ladet S., Godfrey D.V., Liang J., Girard B.: Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil, Food Chem., 2000, **69**, 187-193.
- [42] Orthoefer F.T.: Rice bran oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol 2. Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 465-489.
- [43] Parish E.J., Li S., Bell A.D.: Chemistry of waxes and sterols. In: Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology Third Edition. Eds. Akoh C. C., Min D. B., CRC Press, Boca Raton 2008, pp. 99-124.
- [44] Parry J.W., Cheng Z., Moore J., Yu L.L.: Fatty acid composition, antioxidant properties, and anti-proliferative capacity of selected cold-pressed seed flours. J. Am. Oil Chem. Soc., 2008, **85**, 457-464.
- [45] Paško P., Bednarczyk M.: Amaranth (*Amaranthus* sp.) – Possibilities of use in medicine. Bromat. Chem. Toksykol., 2007, **40 (2)**, 217-222.
- [46] Pham D.Q., Plakogiannis R.: Vitamin E Supplementation in Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, Tardive Dyskinesia, and Cataract: Part 2. Ann. Pharmacother., 2005, **39 (12)**, 2065-2072.
- [47] Przybylski R., Mag T., Eskin N.A.M., McDonald B.E.: Canola oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol 2. Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 61-122.
- [48] Przybylski R.: Flax Oil and High Linolenic Oils. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol 2. Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 281-301.
- [49] Řezanka T., Řezanková H.: Characterization of fatty acids and triacylglycerols in vegetable oils by gas chromatography and statistical analysis. Anal. Chim. Acta, 1999, **398**, 253-261.



- [50] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, zawartość benzo(a)pirenu w olejach i tłuszczach. Dz. Urz. 2006, L 364, 5-24.
- [51] Rozporządzenie (EWG) nr 2568/1991 w sprawie właściwości oliwy z oliwek i oliwy z wytlóczyń oliwek oraz w sprawie odpowiednich metod analiz. Dz. Urz. 1991, L 248/1, 368-452.
- [52] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1989/2003 z 6 listopada 2003 r. zmieniające rozporządzenie (EWG) nr 2568/91 w sprawie właściwości oliwy z oliwek i oliwy z wytlóczyń oliwek oraz w sprawie odpowiednich metod analiz. Dz. Urz. 2003, L295/57, 483-503.
- [53] Rudzińska M., Kazuś T., Wąsowicz E.: Sterole i ich utlenione pochodne w olejach roślinnych rafinowanych i tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 2001, **22**, 477-493.
- [54] Rudzińska M., Uchman W., Wąsowicz E.: Plant sterols in food technology. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2005, **4 (1)**, 147-156.
- [55] Rutkowski A., Krygier K.: *Technologia i analiza tłuszczów jadalnych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1979.
- [56] Saunders R.M., Becker, R.: *Amaranthus: A potential food and feed resource*. *Adv. Cereal Sci. Technol.*, 1984, **6**, 357-396.
- [57] Savage G.P., Dutta P.C., McNeil D.L.: Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1999, **76(9)**, 1059-1063.
- [58] Schwartz H., Ollilainen V., Piironen V., Lampi A-M.: Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *J. Food Compos. Anal.*, 2008, **21**, 152-161.
- [59] Simopoulos A.P.: The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.*, 2002, **56**, 356-365.
- [60] Sionek B.: Oleje tłoczone na zimno, *Roczniki PZH*, 1997, **48 (3)**, 283-294.
- [61] Stuchlík M., Žak S.: Vegetable lipids as components of functional foods. *Biomed. Papers*, 2002, **146 (2)**, 3-10.
- [62] Suhad S., Abuweis M., Peter J.H.: Jones cholesterol-lowering effect of plant sterols. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 2008, **10**, 467-472.
- [63] Sun H., Wiesenborn D., Rayas-Duarte P.: Fractionation of squalene from amaranth seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, **74 (4)**, 413-418.
- [64] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41) Supl.**, 5-28.
- [65] Szymańska R., Kruk J.: Fitosterole – występowanie i znaczenie dla człowieka. *Kosmos - Problemy Nauk Biologicznych*, 2007, **56 (1-2)**, 107-114.
- [66] Szymańska R., Nowicka B., Kruk J.: Witamina E – metabolizm i funkcje. *Kosmos - Problemy Nauk Biologicznych*, 2009, **58 (1-2)**, 199-210.
- [67] Tasan M., Demirci M.: Total and individual tocopherol contents of sunflower oil at different steps of refining. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **220**, 251-254.
- [68] Terés, S., Barceló-Coblijn G., Benet M., Alvarez R., Bressani R., Halver Je., Escribá P.V.: Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2008, **105 (37)**, 13811-13816.
- [69] Tuberoso C.I.G., Kowalczyk A., Sarritzu E., Cabras P.: Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chem.*, 2007, **103**, 1494-1501.
- [70] Ulberth F., Buchgraber M.: Authenticity of fats and oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2000, **102**, 687-694.
- [71] Verhé R., Verleyen T., van Hoed V., de Greyt W.: Influence of refining of vegetable oils on minor components. *J. Oil Palm Res.*, 2006, Special Issue, 168-179.
- [72] Wagner, F.S.: The health value of Styrian pumpkin-seed oil – science and fiction. *Cucurbit Genet. Coop.*, 2000, **23**, 122-123.

- [73] Watkins S.M., German J.B.: Unsaturated Fatty Acids. In: Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology Third Edition. Eds. Akoh C. C., Min D. B., CRC Press, Boca Raton 2008, pp. 513 - 538.
- [74] Wroniak M., Kwiatkowska M., Krygier K.: Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 46-58.
- [75] Yu L.L., Zhou K.K., Parry J.: Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. *Food Chem.*, 2005, **91**, 723-729.
- [76] Yang B., Kallio H.: Composition and Physiological effects of sea buckthorn ("Hippophae") lipids. *Trends in Food Sci. Technol.*, 2002, **13**: 160-167.
- [77] Yu L.(L.), Parry J.W., Zhou K.: Oils from Herbs, Spices, and Fruit Seeds. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol. 3. Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 233-258.
- [78] Zadernowski R., Naczka M., Amarowicz R.: Tocopherols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2003, **80**, 55-58.
- [79] Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., Nesterowicz J.: Sea-buckthorn lipids. *J. Food Lipids*, 1997, **4**, 165-167.
- [80] Zubr J.: Unique dietary oil from Camelina Sativa seed. *Agrafood Ind.Hi-tech.*, 2009, **20** (2), 42-46.

## COLD PRESSED OILS AS FUNCTIONAL FOOD

### S u m m a r y

During the increased demand for "natural" food in the group of vegetable fats, consumers search for products other than those produced by extracting oils from seeds with the use of organic solvents or those undergoing subsequent chemical and physical refining processes. Cold pressed oils are such products, and when eaten, they can prevent or retard the development of diet-related lifestyle diseases such as obesity, coronary heart disease, and hypertension. Among the cold pressed oils, there are oils obtained from seeds (flax, camelina, evening primrose, borage, amaranthus, pumpkin, black currant), fruits (olives, sea buckthorn), nuts (hazelnuts, walnuts), or germs (wheat kernel). First of all, they are a rich source of unsaturated fatty acids, including essential fatty acids: linoleic and alpha-linolenic. Also, they provide bioactive compounds such as tocopherols and tocotrienols, free and esterified sterols, hydrocarbons (squalene), triterpenic alcohols, carotenoids, chlorophylls, and other compounds responsible for the colour, which are very valuable for human nutrition. The content level of those compounds in cold pressed oils mainly depends on the quality, the type, and the variety of raw substances.

The additives applied did not inhibit the production of primary lipid oxidation products (peroxides and hydroperoxides), and the thyme extract demonstrated a strong oxidation-supporting activity. An antioxidant activity of all the additives was observed with regard to the secondary lipid oxidation products denoted as TBARS. None of the additives showed any protective activity as regards the egzogenitic amino acids. The highest loss of the available lysine was found in a sample with rosemary extract added; it amounted to nearly 51 %. The highest decrease in the content of available methionine, amounting to about 41 %, was reported in the samples with the thyme extract applied. The protective activity of anti-oxidants was found as regards the thiamine. In the samples with BHT and rosemary additives, significantly lower losses of this vitamin were found compared to the control sample.

**Key words:** cold pressed oils, bioactive compounds, fatty acids, sterols, tocopherols, squalene 