

Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych

Fatty acid composition of oils recommended in the prevention of lifestyle diseases

KAROLINA ŁOŻNA^{1/}, AGNIESZKA KITA^{2/}, MARZENA STYCZYŃSKA^{1/}, JADWIGA BIERNAT^{1/}

^{1/} Katedra Żywienia Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

^{2/} Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wprowadzenie. Szczególne znaczenie dla wartości odżywczej tłuszczów jadalnych ma skład kwasów tłuszczowych, a zwłaszcza zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Kwasy polienowe (PUFA) nie są syntetyzowane w organizmie człowieka i muszą być dostarczane z pożywieniem. Ważną cechą PUFA jest ich rola w zapobieganiu szeregu schorzeń określanym mianem chorób cywilizacyjnych.

Cel. Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych na podstawie składu kwasów tłuszczowych.

Materiał i metody. Badaniom poddano oleje tłoczone na zimno. Skład kwasów tłuszczowych został oceniony metodą chromatografii gazowej i wyrażony jako procent całkowitej ilości kwasów tłuszczowych.

Wyniki. W badanych olejach zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 6,6% w oleju z dzikiej róży do 23,6% w oleju z rokitnika. Wysokie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych obserwowano również w oliwie i oleju z pestek dyni. Zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 15,3% w oleju lnianym do 76,7% w oleju z orzechów laskowych. Kwasy n-9 występowały w największych ilościach w oliwie, oleju z orzechów laskowych, arachidowym i migdałowym (65,2-74,5%). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-6 występowały w największych ilościach w oleju z kiełków pszenicy, słonecznikowym, z pestek winogron, orzecha włoskiego i kukurydzianym (55,1 do 66,0%). Najbogatszym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy n-3 był olej lniany i z dzikiej róży (32,1 i 42,9%). Oleje te charakteryzowały się również najkorzystniejszym stosunkiem kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3.

Wnioski. Spośród badanych olejów najwyższą zawartością kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 i n-3 przy jednoczesnym stosunku tych kwasów najbardziej zbliżonym do zalecanego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych charakteryzował się olej z orzecha włoskiego.

Słowa kluczowe: oleje jadalne, kwasy tłuszczowe

Introduction. The nutritional value of edible fats depends mainly on fatty acid composition, especially of polyunsaturated fatty acid content. PUFA cannot be synthesized in the human body and must be supplied with food. An important feature of PUFA is their role in the prevention of several diseases called 'lifestyle diseases'.

Aim. Assessment of the nutritional value of vegetable oils depending on the fatty acid composition.

Materials & methods. The cold-pressed oils were analyzed. Fatty acid composition was assessed by gas chromatography and expressed as the percentage of total fatty acid concentration.

Results. In the analyzed oils the SFA content ranged from 6.6% in wild rose oil to 23.6% in buckthorn oil. High SFA content was also observed in olive oil and pumpkin seed oil. The MUFA content ranged from 15.3% in linseed oil to 76.7% in hazelnut oil. The largest quantities of n-9 fatty acids were found in olive oil, hazelnut, peanut and almond oil (65.2-74.5%). PUFA of group n-6 occurred in the highest amount in wheat germ oil, sunflower, grape seed, walnut, and corn oil (55.1 to 66.0%). The richest PUFA source of group n-3 was flaxseed and wild rose oil (32.1 and 42.9%). These oils were characterized by the most adequate n-6 to n-3 fatty acids ratio.

Conclusions. Among the analyzed oils, the walnut oil manifested the highest content of n-6 and n-3 fatty acids and the fatty acids ratio the closest to the recommended in the prevention of lifestyle diseases.

Key words: edible oils, fatty acids

© Probl Hig Epidemiol 2012, 93(4): 871-875

www.phie.pl

Nadesłano: 30.09.2012

Zakwalifikowano do druku: 31.10.2012

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr inż. Karolina Łożna
Katedra Żywienia Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław
tel./fax 71 320 10 03, e-mail: karolina.lozna@up.wroc.pl

Wykaz skrótów

α -LNA – kwas α -linolenowy

DHA – kwas dokozaheksaenowy

EPA – kwas eikozapentaenowy

MUFA – *Monounsaturated fatty acids* – Monoenowe kwasy tłuszczowe

PUFA – *Polyunsaturated fatty acids* – Polienowe kwasy tłuszczowe

SFA – *Saturated fatty acids* – Kwasy tłuszczowe nasycone

WNKT – Wielonienasycone niezbędne kwasy tłuszczowe

Wprowadzenie

Tłuszcze pożywienia stanowią skoncentrowane źródło energii dla tkanek i narządów, i są źródłem dla organizmu człowieka wielonienasyconych niezbędnych kwasów tłuszczowych (WNKT) oraz witamin w nich rozpuszczalnych.

Szczególne znaczenie dla wartości odżywczej tłuszczu ma skład kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe nasycone (SFA) i monoenowe (MUFA) mogą być syntetyzowane w organizmie człowieka. Kwasy polienowe (PUFA) nie są syntetyzowane ze względu na brak układów enzymatycznych zdolnych do wprowadzania wiązań podwójnych w pozycjach n-6 i n-3 łańcucha węglowego i muszą być dostarczone codziennie z pożywieniem. Długłańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-3: kwas dokozaheksaenowy (DHA, 22:6 n-3) i kwas eikozapentaenowy (EPA, 20:5 n-3) są szczególnie istotne dla prawidłowego funkcjonowania układów: nerwowego i krążenia [1]. Dzielne zapotrzebowanie pokarmowe na te kwasy nie jest jednoznacznie określone i waha w zakresie od 0,1 do 1,6 g/dzień [2]. Jednym z powodów tych rozbieżności może być niedoszacowanie tempa syntezy DHA z kwasu α -linolenowego (α -LNA, 18:3 n-3) w wątrobie. Kwas α -linolenowy dostarczany jest w pożywieniu przez oleje roślinne i wg różnych szacunków 0,2% do 9% podlega konwersji do DHA. Badania kliniczne sugerują, że ilości te są niewystarczające aby utrzymać właściwy poziom DHA w mózgu i sercu [3]. Bardzo ważną cechą wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jest ich rola w zapobieganiu i łagodzeniu przebiegu szeregu schorzeń określanych mianem chorób cywilizacyjnych, do których zalicza się m.in. chorobę wieńcową i udar serca, schorzenia o podłożu autoimmunologicznym (toczeń, nefropatia), chorobę Crohn'a oraz raka piersi, okrężnicy i prostaty [4].

Wśród polienowych kwasów tłuszczowych wyróżnia się dwie rodziny, n-6 i n-3, pełniące ważne, ale zróżnicowane role w organizmie człowieka.

Istotne prozdrowotne znaczenie kwasów z rodziny n-6 dotyczy głównie chorób układu sercowo-naczyniowego, ale także wielu innych stanów chorobowych m.in. nadciśnienia tętniczego, cukrzycy czy otyłości.

Korzystne działanie kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 polega na redukowaniu stężenia triglicerydów w osoczu krwi poprzez hamowanie ich resyntezy w ścianie jelit i wątrobie, normalizacji ciśnienia krwi, działaniu przeciwzakrzepowym, hamowaniu rozwoju choroby niedokrwiennej serca, działaniu przeciwzapalnym i przeciwalergicznym [4-6].

Według zaleceń prawidłowego żywienia ważna jest wzajemna proporcja kwasów z rodziny n-6 do n-3 w diecie, która powinna wynosić (4-5) : 1, bez

przekraczania wartości 10:1. Nadmierna dysproporcja pomiędzy kwasami z rodziny n-6 i n-3 w diecie może zakłócić równowagę w ilości syntetyzowanych, często antagonistycznie działających, eikozanoidów, prowadząc do określonych stanów patologicznych [7].

Nasycone kwasy tłuszczowe w organizmie pełnią rolę głównie źródła energii. Spożywane w większych ilościach podnoszą poziom cholesterolu LDL we krwi i zwiększają jej krzepliwość, przyczyniając się do powstawania miażdżycy i niedokrwiennej choroby serca [8]. Z tego względu ich spożycie powinno być ograniczane, SFA powinny dostarczać mniej niż 10% dziennego zapotrzebowania energetycznego [9].

Kwasy monoenowe także mogą być wykorzystywane jako źródło energii, ponadto nie wywierają niekorzystnego wpływu na lipoproteiny i krzepliwość krwi oraz obniżają stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu krwi [2, 10]. Ich zalecane spożycie powinno wynosić do 20% zapotrzebowania energetycznego [9].

Cel pracy

Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych zalecanych w profilaktyce schorzeń cywilizacyjnych na podstawie składu kwasów tłuszczowych.

Materiał i metody

Badaniom poddano oleje tłoczone na zimno: lniany (23 próbki), arachidowy (8 próbek), słonecznikowy (7 próbek), z kielków pszenicy (5 próbek), winogronowy (5 próbek), z pestek dyni (5 próbek), ryżowy (3 próbki), z orzecha włoskiego (3 próbki), z orzecha laskowego (3 próbki), sezamowy (3 próbki), sojowy (3 próbki), z wiesiołka (2 próbki), oliwa z oliwek (2 próbki), migdałowy (2 próbki), rzepakowy (2 próbki), z dzikiej róży (1 próbka), rokitnika (1 próbka), kukurydziany (1 próbka) i awokado (1 próbka). Oleje do czasu wykonania analiz przechowywano w temperaturze $-18 \div -22^{\circ}\text{C}$, bez dostępu światła.

Skład kwasów tłuszczowych został oceniony metodą chromatografii gazowej. Badane oleje estryfikowano roztworem metanolu w obecności BF₃ jako katalizatora reakcji. Uzyskane estrы metylowe kwasów tłuszczowych zostały rozdzielone na chromatografii gazowej PU 4410 firmy Philips (Philips Scientific, Cambridge, Wielka Brytania) z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID) i kolumną kapilarną Rtx-2330 długości 105 m (Restek USA, Benner Koło, Bellefonte, PA). Czasy retencji różnych estrów metylowych kwasów ustalano wykorzystując wzorce: Supelco 37 component Fame Mix i PUFA Nr 1,2,3 (Supelco, Nord Harrison Droga Bellefonte, PA). Skład kwasów tłuszczowych wyrażono jako procent całkowitej ilości kwasów tłuszczowych [11].

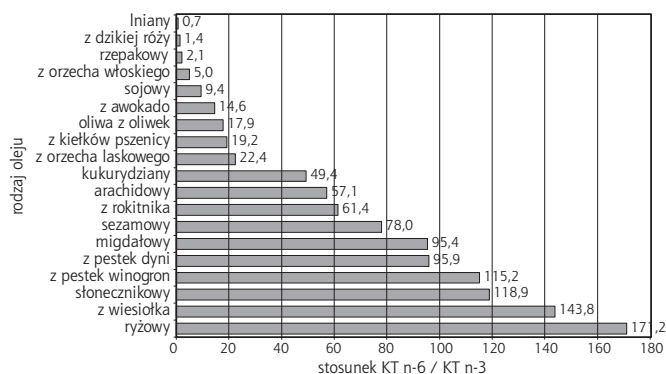
W celu stwierdzenia występowania istotnych różnic pomiędzy zawartością poszczególnych kwasów tłuszczowych w zależności od rodzaju oleju wyniki poddano analizie statystycznej testem Kruskalla-Wallisa. Różnice istotne statystycznie pod względem zawartości kwasów tłuszczowych w zależności od rodzaju oleju uwzględniano przy $p < 0.05$.

Wyniki

Udział [% m/m] poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badanych olejach przedstawiono w tabeli I za pomocą mediany i odchylenia ćwiartkowego, natomiast stosunek kwasów tłuszczowych z grupy n-6 do kwasów z rodziny n-3 przedstawiono na rycinie 1.

Kwasy tłuszczowe nasycone. W badanych olejach zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 6,6% w oleju z dzikiej róży do 23,6% w oleju z rokitnika. Wysokie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych obserwowano również w oliwie i oleju z pestek dyni odpowiednio 18,2 i 18,8%. Były one istotnie wyższe niż w pozostałych olejach (tab. I).

Jednonienasycone kwasy tłuszczowe. Zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 15,3% w oleju lnianym do 76,7% w oleju z orzechów laskowych. Na ogólną zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych wpływ miała głównie zawartość kwasów z rodziny n-9. Zawartość kwasów z grupy n-7 była niska i w większości badanych olejów wynosiła 0,8-3,3%. Jedynie w oleju z awokado i rokitnika wynosiła odpowiednio 14,3 i 18,9% i była istotnie



Ryc. 1. Stosunek kwasów tłuszczowych z grupy n-6 do n-3 w badanych olejach roślinnych

Fig. 1. Fatty acids ratio of group n-6 to n-3 in tested vegetable oils

wyższa od występujących w pozostałych olejach. Kwasy tłuszczowe n-9 chronią serce przed chorobą niedokrwinną i zawałem. W niniejszych badaniach kwasy n-9 występowały w największych ilościach w oliwie z oliwek, oleju rzepakowym, arachidowym, z orzechów laskowych, a także w oleju migdałowym i z awokado. Zawartość ta wynosiła od 55,9-74,5% i była istotnie wyższa od zawartości w pozostałych olejach (tab. I).

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe. W niniejszych badaniach zawartość kwasów polienowych w olejach roślinnych wynosiła od około 12 do 78%. Najmniej było ich w oliwie, a najwięcej w oleju z dzikiej róży (78,1%). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-6 występowały w największych ilościach w oleju z kiełków pszenicy, słonecznikowym, z pestek winogron, orzecha

Tabela I. Udział [% m/m] poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badanych olejach (Me ± Q)
Table I. Content [% m / m] of each group of fatty acids in tested oils (Me ± Q)

Rodzaj oleju	Procentowy udział grup kwasów tłuszczowych							
	nasycone		jednonienasycone		wielonienasycone			trans
	ogółem	n-7	n-9	ogółem	n-3	n-6	ogółem	ogółem
lniany	8,5 ^{ab} +2,4	0,8 ^a +0,2	16,8 ^a +4,9	17,6 ^a +5,2	42,9 ^f +25,1	30,9 ^b +25,4	73,8 ^e +50,6	0,1 ^{ab} +0,1
z kiełków pszenicy	15,4 ^{bc} +3,6	1,0 ^a +0,3	24,0 ^{ab} +6,6	25,0 ^a +6,9	2,9 ^b +1,9	56,6 ^c +2,4	59,6 ^{cd} +4,3	0,1 ^{ab} +0,1
słonecznikowy	10,8 ^b +1,9	0,8 ^a +0,3	32,0 ^b +19,5	32,8 ^{ab} +19,8	0,5 ^a +0,5	55,9 ^c +18,4	56,4 ^{cd} +18,9	0,0 ^a +0,1
arachidowy	15,3 ^{bc} +3,1	1,0 ^a +0,2	65,2 ^e +9,3	66,2 ^c +9,5	0,3 ^a +0,2	18,1 ^{ab} +7,4	18,5 ^{ab} +7,7	0,1 ^{ab} +0,1
z pestek winogron	11,7 ^b +1,8	1,1 ^{ab} +0,2	20,1 ^{ab} +3,3	21,3 ^a +3,5	0,6 ^a +0,3	66,0 ^d +5,0	67,0 ^d +5,6	0,5 ^b +0,4
ryżowy	12,2 ^b +2,1	0,8 ^a +0,3	47,9 ^{bc} +2,4	48,7 ^b +2,7	0,2 ^a +0,1	38,9 ^b +1,4	39,1 ^c +1,6	0,1 ^{ab} +0,1
z wiesiołka	8,9 ^{ab} +2,1	0,6 ^a +0,8	42,8 ^{bc} +59,8	43,4 ^b +60,6	0,3 ^a +0,0	47,3 ^{bc} +47,2	47,7 ^c +47,3	0,1 ^{ab} +0,1
z orzecha włoskiego	9,5 ^{ab} +0,7	1,0 ^a +0,2	17,6 ^a +0,8	18,6 ^a +1,0	12,0 ^d +1,0	59,9 ^{cd} +1,4	71,9 ^e +2,4	0,1 ^{ab} +0,0
z pestek dyni	18,8 ^c +2,1	1,0 ^a +0,2	32,4 ^b +6,2	33,4 ^{ab} +6,4	0,5 ^a +0,2	47,3 ^{bc} +5,6	47,8 ^c +5,8	0,0 ^a +0,0
rzepakowy	7,3 ^{ab} +0,9	3,3 ^d +0,6	59,3 ^d +1,4	62,6 ^c +2,0	9,8 ^d +0,9	20,3 ^{ab} +0,3	30,2 ^b +1,3	0,1 ^{ab} +0,1
sojowy	16,1 ^{bc} +2,8	1,1 ^{ab} +0,1	24,6 ^{ab} +0,7	25,8 ^{ab} +0,8	5,6 ^c +0,4	52,3 ^c +3,3	58,1 ^{cd} +3,7	0,3 ^{ab} +0,1
z orzecha laskowego	9,8 ^{ab} +1,0	2,2 ^c +0,4	74,5 ^f +1,2	76,7 ^c +1,6	0,6 ^a +0,3	12,9 ^a +0,5	13,5 ^a +0,8	0,0 ^a +0,0
oliwa z oliwek	18,2 ^c +0,7	3,0 ^d +0,2	66,9 ^e +0,6	69,9 ^c +0,8	0,6 ^a +0,1	11,2 ^a +0,0	11,9 ^a +0,2	0,0 ^a +0,0
sezamowy	13,6 ^b +1,2	1,2 ^{ab} +0,2	39,2 ^{bc} +0,4	40,4 ^b +0,7	0,6 ^a +0,1	45,1 ^c +0,5	45,9 ^c +0,7	0,2 ^{ab} +0,2
migdałowy	8,7 ^{ab} +0,4	1,1 ^{ab} +0,4	67,9 ^e +1,6	69,2 ^c +2,0	0,2 ^a +0,0	21,8 ^{ab} +1,3	22,2 ^{ab} +1,5	0,3 ^{ab} +0,1
z dzikiej róży	6,6 ^a +0,0	0,7 ^a +0,0	14,5 ^a +0,0	15,3 ^a +0,0	32,1 ^e +0,0	46,0 ^{bc} +0,0	78,1 ^e +0,0	0,1 ^{ab} +0,0
z rokitnika	23,6 ^d +0,0	18,9 ^f +0,0	15,7 ^a +0,0	34,7 ^{ab} +0,0	0,7 ^a +0,0	40,9 ^{bc} +0,0	41,7 ^c +0,0	0,1 ^{ab} +0,0
kukurydziany	13,2 ^b +0,0	0,7 ^a +0,0	29,9 ^{ab} +0,0	30,6 ^{ab} +0,0	1,1 ^{ab} +0,0	55,1 ^c +0,0	56,3 ^{cd} +0,0	0,1 ^{ab} +0,0
z awokado	17,6 ^{bc} +0,0	14,3 ^e +0,0	55,9 ^c +0,0	70,1 ^c +0,0	0,8 ^a +0,0	11,5 ^a +0,0	12,3 ^a +0,0	0,0 ^a +0,0

a, b, c, d, e, f – grupy statystycznie jednorodne pod względem zawartości kwasów tłuszczowych oznaczone testem Kruskalla-Wallisa, przy $p < 0,05$

włoskiego, sojowym, sezamowym i kukurydzianym. Zawartość ta wynosiła od 45,1 do 66,0% i była istotnie wyższa niż w pozostałych olejach. Najbogatszym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy n-3 był olej z orzecha włoskiego, lniany i z dzikiej róży (12,0-42,9%) (tab. I). Oleje te charakteryzowały się również najkorzystniejszym stosunkiem kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3 (ryc. 1).

Kwasy tłuszczowe konfiguracji trans. W niniejszej pracy oznaczone w badanych olejach ilości kwasów tłuszczowych konfiguracji trans były niskie i wynosiły 0,0-0,5%.

Dyskusja

Szczególne znaczenie dla wartości odżywczej tłuszczów jadalnych ma skład kwasów tłuszczowych. W badanych olejach zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych była typowa dla analizowanych produktów. Podobne jak w niniejszej pracy zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w oleju słonecznikowym, arachidowym, rzepakowym, sojowym i kukurydzianym oznaczyli Mińkowski i wsp. [12]. Jednocześnie oznaczyli oni nieznacznie niższe zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w oliwie z oliwek i wyższe w oleju lnianym. Wyższe zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w olejach lnianych oznaczyli również Prescha i wsp. [13].

Ilość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych była zbliżona do oznaczanych w pracach innych autorów. Mińkowski i wsp. [12] oznaczyli podobne zawartości MUFA w oleju rzepakowym i sojowym, niższe natomiast w oleju słonecznikowym i arachidowym, wyższe w oliwie. Wyższą zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w oliwie wykazał również Balas [14].

Odpowiednie spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jest bardzo istotne w czasie całego życia człowieka, a szczególnie od momentu poczęcia, w czasie rozwoju płodu i w okresie wczesnego dzieciństwa, ponieważ kwasy tłuszczowe należące do grupy omega-3 odgrywają bardzo ważną rolę m.in. w rozwoju funkcji mózgu i kształtowaniu się narządu wzroku. Niedobór kwasów tłuszczowych n-3 lub zła proporcja n-6 do n-3 powoduje zaburzenia rozwoju układu nerwowego, retinopatię u wcześniaków, opóźnienia rozwoju płodu [15, 16]. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe łagodzą stany zapalne, regulują krążenie krwi, istotne korzystne działanie wykazują w przebiegu chorób układu nerwowego [4, 6, 17-19].

W diecie mieszkańców krajów rozwiniętych tłuszcze dostarczają ok. 35-40% całodziennego zapotrzebowania energetycznego, a proporcja PUFA n-6 do n-3 wynosi od ok. 10 : 1 do 25 : 1, a nawet jest wyższa [17]. Udowodniono, że nadmiar kwasów tłuszczowych n-6

w diecie hamuje metabolizm kwasów tłuszczowych n-3, co może doprowadzić do zaburzenia równowagi fizjologicznej syntetyzowanych z nich związków biologicznie czynnych [20].

W niniejszych badaniach w olejach roślinnych najmniej kwasów polienowych było w oliwie, a najwięcej w oleju z dzikiej róży. Oleje z orzecha włoskiego i z dzikiej róży charakteryzowały się najkorzystniejszym stosunkiem kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3. W badaniach prowadzonych przez Mińkowskiego i wsp. [12] zalecaną przez specjalistów prawidłową proporcję kwasów z rodzin n-6 do n-3 stwierdzono w oleju z nasion czarnej porzeczki (4 : 1). Proporcja ta została zachowana przy bardzo wysokiej zawartości kwasów należących do obu rodzin. Spośród pozostałych badanych olejów – oleje lniany i lniankowy stanowiły bogate źródła kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, których ilość 2-3-krotnie przewyższała zawartość kwasów z rodziny n-6. Olej ze zmiłowca zawierał 50% więcej kwasów z rodziny n-3, ale był także dobrym źródłem kwasów n-6, natomiast w oleju ogórecznikowym zdecydowanie dominują kwasy z rodziny n-6.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe zawarte w olejach występują przeważnie w konfiguracji cis i jest to forma korzystnie wpływająca na organizm. W wielu badaniach doświadczalnych, klinicznych i epidemiologicznych wykazano niekorzystne działanie izomerów trans, które podobnie jak kwasy tłuszczowe nasycone, zwiększają w osoczu krwi stężenie cholesterolu całkowitego oraz frakcji LDL, a zmniejszają stężenie HDL [21]. Przyczyniają się do rozwoju miażdżycy, zakłócają funkcje rozrodcze, mogą przyczynić się do małej masy urodzeniowej niemowląt, podwyższać poziom insuliny we krwi, zaburzać czynność układu immunologicznego [8, 22, 23].

Wnioski

1. W większości badanych olejów stwierdzono niskie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych i izomerów trans kwasów tłuszczowych.
2. Najwyższą zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzowały się oleje z orzechów laskowych, awokado, oliwa oraz oleje migdałowy i arachidowy.
3. Spośród badanych olejów najwyższą zawartością kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 charakteryzowały się olej lniany, z dzikiej róży i orzecha włoskiego, natomiast kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 oleje: z pestek winogron, z orzecha włoskiego, kielków pszenicy, a także słonecznikowy i kukurydziany
4. Najkorzystniejszym stosunkiem kwasów tłuszczowych n-6 do n-3 charakteryzował się olej z orzecha włoskiego (5:1), przy bardzo wysokiej zawartości kwasów należących do obu rodzin.

Piśmiennictwo / References

1. Contreras MA, Stanley RI. Recent studies on interactions between n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in brain and other tissues. *Curr Opin Lipidol* 2002, 13(3): 267-272.
2. Food and Nutrition Board Dietary. Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). The National Academies Press, Washington 2005: 422-541.
3. Burdge GC, Calder PC. Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reprodu Nutr Dev* 2005, 45: 581-597.
4. Wcisło T, Rogowski W. Rola wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 w organizmie człowieka. *Cardiovascular Forum* 2006, 11, 3: 39-43.
5. Kolanowski W. Długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3. Znaczenie zdrowotne w obniżaniu ryzyka chorób cywilizacyjnych. *Bromat Chem Toksykol* 2007, XL, 3: 229-237.
6. Wikło K. Nienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 w terapii chorób sercowo-naczyniowych – przegląd aktualnych doniesień. *Pol Prz Kardiol* 2011, 13(3):177-181.
7. Candela CG, Bermejo López LM, Kohen VL. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. *Nutritional recommendations. Nutr Hosp* 2011, 26(2): 323-329.
8. Hunter JE, Hang J, Kris-Etherton PM. Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2010, 91: 46-63.
9. Szponar L, Mojska H, Ołtarzewski MG. Tłuszcze. [w:] Normy żywienia człowieka. Jarosz M, Bułhak-Jachymczyk B (red). PZWL, Warszawa 2008: 91-129.
10. Lichtenstein AH. Dietary fat, carbohydrate, and protein: effects on plasma lipoprotein patterns. *J Lipid Res* 2006, 47: 1661-7.
11. AACC International. Approved Methods of Analysis. AACC International, St. Paul 2000.
12. Mińkowski K, Grześkiewicz S, Jarczevska M. Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2011, 2(75): 124-135.
13. Prescha A, Siger A, Lorenc-Kukuła K i wsp. Badania nad składem i podatnością na utlenianie oleju z nasion lnu modyfikowanego genetycznie. *Bromat Chem Toksykol* 2008, XLI, 3: 286-292.
14. Balas J. Kwasy tłuszczowe w rynkowych produktach spożywczych – oleje, margaryny, masło, tłuszcze mieszane, majonezy. *Fizjoter Pol* 2005, 3-4: 109-114.
15. Achramowicz K, Szary-Sworst K. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2005, 3 (44): 23-35.
16. Pac-Koźuchowska E. Kwasy tłuszczowe omega-3 a stan zdrowia dzieci. *Endokrynol Ped* 2008, 7, 4(25): 49-54.
17. Marciniak-Łukasiak K. Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2011, 6(79): 24-35.
18. Bojarowicz H, Woźniak B. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę. *Probl Hig Epidemiol* 2008, 89(4): 471-475.
19. Stołyhwo-Szpajer M, Piękosz K, Bellwon J i wsp. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe i ich wpływ na czynniki ryzyka miażdżycy ze szczególnym uwzględnieniem ciśnienia tętniczego. *Arterial Hypertension* 2001, 5, 3: 211-219.
20. Achramowicz K, Szary-Sworst K. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy zdrowia człowieka. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2005, 3, 44: 23-35.
21. Kochan Z, Karbowska J, Babicz-Zielińska E. Trans-kwasy tłuszczowe w diecie – rola w rozwoju zespołu metabolicznego. *Post Hig Med Dosw* 2011, 64: 650-658.
22. Jemioł-Milic D, Stachowska E, Chlubek D. Skutki spożywania trans nienasyconych kwasów tłuszczowych w okresie ciąży i laktacji. *Rocz Pomor Akad Med* 2010, 56, 1: 21-27.
23. Karbowska J, Kochan Z. Trans-kwasy tłuszczowe a ryzyko choroby wieńcowej. *Pol Merk Lek* 2011, XXXI, 181: 56-59.