

*Zbigniew Walczak, Michał Starzycki*

## OCENA PROFILU KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W OLEJACH TŁOCZONYCH NA ZIMNO W KONTEKŚCIE REKOMENDACJI ICH W ŻYWIENIU OSÓB AKTYWNYCH FIZYCZNIE

Katedra Biochemii i Biotechnologii, Politechniki Koszalińskiej  
Kierownik: prof. dr hab. *J. Lewosz*

*Żywienie sportowców jest jednym z czynników, który determinuje możliwość osiągnięcia bardzo dobrych wyników podczas rywalizacji. Źródłem energii są głównie węglowodany i tłuszcze. Ich udział w pokryciu zapotrzebowania energetycznego zależy od charakteru wysiłku. Tłuszcz oprócz źródła energii może być również źródłem składników bioaktywnych. W pracy przedstawiono wyniki badań składu kwasów tłuszczowych w 16 olejach tłoczonych na zimno.*

Hasła kluczowe: tłuszcz, kwasy tłuszczowe, oleje, żywienie w sporcie.  
Key words: fat, fattyacids, vegetableoil, sportsnutrition.

W żywieniu sportowców należy zwrócić szczególną uwagę na specyfikę i rodzaj uprawianej dyscypliny, aby zapewnić podaż określonych składników pokarmowych w odpowiedniej ilości oraz o odpowiedniej jakości (1). Głównymi substratami energetycznymi dla organizmu są węglowodany oraz tłuszcze. W zależności od poziomu intensywności oraz czasu trwania wysiłku ich udział w dostarczaniu energii się zmienia. Przyjmuje się, iż największy udział tłuszczu w pokryciu zapotrzebowania na energię ma miejsce w trakcie wysiłku o umiarkowanej intensywności (do ok. 60%  $\text{VO}_2\text{max}$ ) i długim czasie jego trwania (2). Zgodnie z aktualnymi normami żywienia (3) w codziennej diecie w zależności od wieku, masy ciała oraz poziomu aktywności fizycznej tłuszcz powinien dostarczać od 20 do 35% dziennego zapotrzebowania energetycznego. W przypadku osób uprawiających sport zapotrzebowanie na tłuszcz jest podobne. Jak pokazują badania, zapotrzebowanie na tłuszcz w grupie osób aktywnych fizycznie nie zawsze jest jednak pokrywane całkowicie (4).

Podobnie, jak w żywieniu osób o małej i umiarkowanej aktywności fizycznej zaleca się, aby w diecie sportowców przeważały tłuszcze zawierające kwasy tłuszczowe nienasycone. Wynika to z faktu, iż wiele badań wykazało pozytywne oddziaływanie nienasyconych kwasów tłuszczowych na organizm ludzki. Odwrotnie natomiast jest w przypadku nasyconych kwasów tłuszczowych gdzie liczne badania wskazują na ich negatywny wpływ na zdrowie człowieka (5, 6, 7).

Oleje roślinne, poza rybami, należą do głównych źródeł nienasyconych kwasów tłuszczowych. Przy małym udziale kwasów nasyconych zawierają one znaczące ilości kwasów jednonienasyconych i wielonienasyconych w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) (8). Poza składnikami frakcji glicero-

lowej (zmydlającej), którą stanowią głównie triacyloglicerole, oleje w zależności od technologii pozyskiwania mogą być również bogatym źródłem innych bioaktywnych składników żywności takich, jak: tokoferole, sterole, węglowodory (skwalen). Składniki te, nabierają szczególnego znaczenia w przypadku żywienia osób aktywnych fizycznie gdyż jako antyoksydanty posiadają zdolność wygaszania reaktywnych form tlenu oraz wolnych rodników, które powstają w dużych ilościach w trakcie intensywnej wentylacji płuc podczas wysiłku fizycznego (stres oksydacyjny). Oleje tłoczone na zimno poprzez zastosowanie do ich otrzymywania jedynie metod mechanicznych są znacznie bogatszym źródłem tych składników niż oleje rafinowane (9, 10).

Celem pracy było oznaczenie udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych w analizowanych olejach.

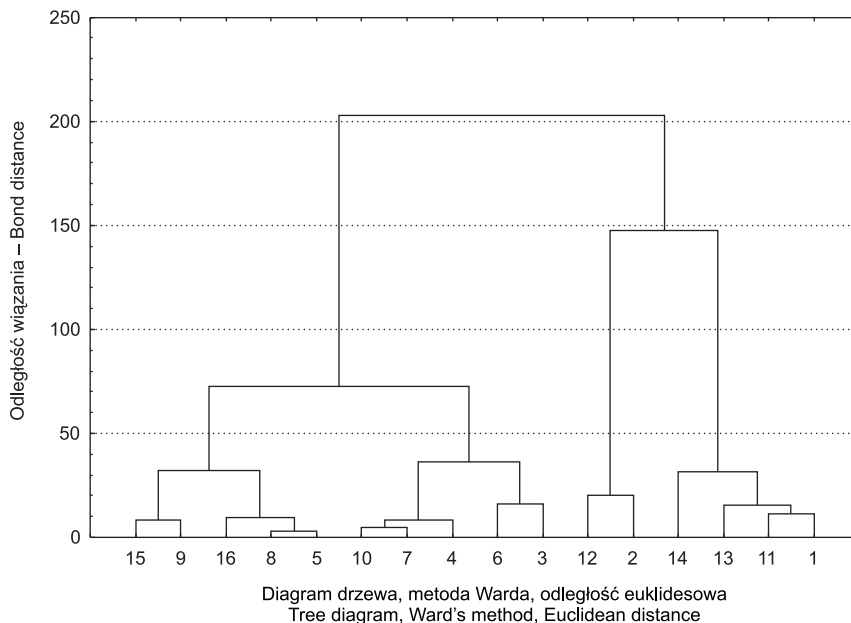
## MATERIAŁ I METODY

Badaniom poddano 16 olejów tłoczonych na zimno. Zakupu dokonano w miesiącu sierpniu 2012 r. Wszystkie oleje w dniu zakupu zgodnie z deklaracją producenta na opakowaniu miały kilkumiesięczną przydatność do spożycia. Opakowania były ciemne, czyste bez śladów otwierania. Badaniom poddano następujące oleje: rzepakowy, lniany, arachidowy, z pestek dyni, słonecznikowy, ryżowy, kukurydziany, z pestek winogron, z orzechów włoskich, z włoskich słoneczników i czerwonej palmy, rzepakowy – canola i owoców palmy oleistej, z lnianki – rydzowy, z pestek brzoskwiń, z orzechów laskowych, konopny oraz z wiesiołka. Do analizy pobierano po trzy próbki z każdego rodzaju oleju niezwłocznie po otwarciu opakowania. Estryfikację przeprowadzono metodą metanolizy alkalicznej. Rozdziału estrów metylowych kwasów tłuszczowych dokonano za pomocą chromatografu gazowego Hewlett Packard Gas Chromatograph 5890, używając 30 m kolumny kapilarnej (RTX-225) i wodoru jako gazu nośnego o ciśnieniu 0,4 bar, temp. dozownika: 220°C, temp. detektora: 300°C. Dla oznaczenia czasu retencji stosowano wzorzec wipol (11). Oznaczono formy *cis* następujących kwasów tłuszczowych: C16:0, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:1, C22:1. W celu interpretacji ilościowej, sumę wybranych kwasów tłuszczowych (kwasy o największym udziale) uznano za 100%, a udział poszczególnych kwasów wyrażono jako procenty wagowe. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej stosując analizę skupień metodą Warda –wykorzystującą w wyodrębnianiu skupisk zasadę minimalizacji wariancji wewnątrzklasowej używając pakietu Statistica 10.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie składu kwasów tłuszczowych wykorzystując analizę skupień metodą Warda wykazano, iż do najmniej jednorodnych olejów wśród wszystkich przebadanych należą olej konopny i rzepakowy. Czynnikiem różnicującym jest głównie udział kwasu oleinowego, linolowego oraz linolenowego. Najbardziej jednorodne to olej z pestek winogron oraz olej słonecznikowy (ryc. 1).

Przy odległości wiązania  $< 50$  możemy wyróżnić cztery grupy zawierające w swoim obrębie względnie jednorodnie obiekty.



Ryc. 1. Diagram analizy skupień badanych próbek wykonany metodą aglomeracji (1-16- badane oleje – Tab. I.).

Fig. 1. Diagram of cluster analysis of the studied samples made by the method of agglomeration (1-16- tested oils – Tab. I.).

W grupie pierwszej znalazły się oleje: konopny, z orzechów włoskich, z wiesiołka, pestek winogron, słonecznikowy. W grupie drugiej znalazły się oleje: słonecznikowy z dodatkiem oleju z czerwonej palmy, kukurydziany, z pestek dyni, ryżowy i arachidowy. W trzeciej grupie znalazły się oleje: lniany i z lnianki zwany również rydzowym. W grupie czwartej znalazły się oleje: z orzechów laskowych, z pestek brzoskwiń, canola z dodatkiem oleju z palmy oleistej oraz rzepakowy.

Najbardziej jednorodnie obiekty w grupie pierwszej to olej z pestek winogron oraz olej słonecznikowy. Najmniej jednorodnie to olej słonecznikowy i olej konopny. Głównym czynnikiem różnicującym olej słonecznikowy i olej konopny jest udział kwasu oleinowego oraz linolenowego. W grupie drugiej najbardziej jednorodnie obiekty to olej słonecznikowy z dodatkiem oleju z czerwonej palmy oraz olej kukurydziany. Najmniej jednorodnie w tej grupie to olej słonecznikowy z dodatkiem oleju z czerwonej palmy oraz olej arachidowy. Czynnikiem różnicującym olej słonecznikowy z dodatkiem oleju z czerwonej palmy oraz olej arachidowy jest udział kwasu palmitynowego, oleinowego oraz linolowego. W grupie trzeciej znalazły się jedynie dwa obiekty i są to olej lniany oraz olej z lnianki. W grupie czwartej najbardziej jednorodnie oleje to olej canola z dodatkiem oleju z palmy oleistej oraz olej rzepakowy. Najmniej jednorodnie to olej rzepakowy oraz olej z orzechów laskowych. Czynniki

kiem różnicującym obiekty w tej grupie jest udział kwasu oleinowego, linolowego i linolenowego.

Wyniki przeprowadzonych analiz udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych występujących w badanych olejach przedstawiono w tab. I.

Tabela I. Udział (%) kwasów tłuszczowych oraz stosunek  $\omega 6/\omega 3$  w analizowanych olejach

Table I. Fatty acid composition (%) and proportion  $\omega 6/\omega 3$  in the analyzed vegetable

Lp.	Rodzaje oleju	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	$\omega 6/\omega 3$
1	Rzepakowy	4,6 $\pm 0,14$	1,5 $\pm 0,13$	64,1 $\pm 2,4$	19,7 $\pm 0,09$	8,7 $\pm 0,14$	1,3 $\pm 0,1$	0,3 $\pm 0,1$	2,2:1
2	Lniany	5,7 $\pm 0,18$	3,2 $\pm 0,12$	14,2 $\pm 0,8$	24,7 $\pm 2,3$	52,2 $\pm 0,14$	0	0	0,5:1
3	Arachidowy	10,8 $\pm 0,38$	3,7 $\pm 0,24$	40,8 $\pm 2,1$	43,7 $\pm 0,79$	0,2 $\pm 0,01$	0,8 $\pm 0,01$	0	218:1
4	Z pestek dyni	11,7 $\pm 0,49$	5,5 $\pm 0,23$	32,2 $\pm 1,2$	50,6 $\pm 2,7$	0	0	0	0
5	Słonecznikowy	5,6 $\pm 0,26$	3,8 $\pm 0,21$	25,6 $\pm 1,4$	64,7 $\pm 3,1$	0,2 $\pm 0,02$	0	0	323:1
6	Ryżowy	19,8 $\pm 0,41$	1,8 $\pm 0,11$	45,8 $\pm 2,8$	31,2 $\pm 0,29$	1,2 $\pm 0,01$	0,5 $\pm 0,09$	0	31:1
7	Kukurydziany	10,3 $\pm 0,33$	2,2 $\pm 0,14$	31,5 $\pm 2,4$	55,3 $\pm 1,9$	0,8 $\pm 0,03$	0	0	69:1
8	Z pestek winogron	7,9 $\pm 0,42$	3,2 $\pm 0,2$	23,9 $\pm 1,7$	63,6 $\pm 1,7$	1,1 $\pm 0,09$	0,4 $\pm 0,07$	0	63:1
9	Z orzechów włoskich	6,5 $\pm 0,47$	2,1 $\pm 0,1$	18,6 $\pm 2,1$	60,5 $\pm 2,1$	12,4 $\pm 0,17$	0	0	4,8:1
10	Słonecznikowy z czerwoną palmą	5,7 $\pm 0,24$	2,9 $\pm 0,31$	32,8 $\pm 3,1$	55,8 $\pm 1,5$	2,2 $\pm 0,2$	0,5 $\pm 0,01$	0	25:1
11	Canola ipalmaoleista	13,9 $\pm 0,54$	2,3 $\pm 0,12$	58,1 $\pm 3,8$	18,7 $\pm 0,67$	6,3 $\pm 0,19$	0,7 $\pm 0,07$	0	2,9:1
12	Lnianka	5,4 $\pm 0,25$	2,2 $\pm 0,1$	16,6 $\pm 1,5$	18,4 $\pm 0,87$	40,3 $\pm 2,4$	14,5 $\pm 0,18$	2,0 $\pm 0,21$	0,4:1
13	Z pestek brzoskwiń	5,4 $\pm 0,36$	1,1 $\pm 0,07$	61,7 $\pm 4,1$	30,5 $\pm 0,1$	1,3 $\pm 0,2$	0	0	23:1
14	Z orzechów laskowych	6,3 $\pm 0,12$	2,6 $\pm 0,14$	81,2 $\pm 2,4$	10,1 $\pm 0,29$	0	0	0	0
15	Konopny	6,02 $\pm 0,14$	2,5 $\pm 0,19$	12,3 $\pm 1,4$	60,8 $\pm 2,1$	18,1 $\pm 0,9$	0,4 $\pm 0,1$	0	3,3:1
16	Z wiesiołka	8,4 $\pm 0,21$	3,1 $\pm 0,21$	18,8 $\pm 1,7$	68,6 $\pm 0,14$	0,8 $\pm 0,09$	0,6 $\pm 0,14$	0	85:1

Nasycone kwasy tłuszczowe (SFA) stanowią głównie źródło energii dla człowieka. Należą do nich kwas: laurynowy, mirystynowy, palmitynowy, stearynowy, arachidowy. Ich duża konsumpcja prowadzi do zwiększenia poziomu miażdżycorodnych lipoprotein (LDL) we krwi, zwiększenia jej krzepliwości, miażdżycy oraz

niedokrwiennej choroby serca. Zaleca się aby SFA dostarczały <10% energii (12). Wyniki przeprowadzonej analizy wykazały, iż udział nasyconych kwasów tłuszczowych w badanych olejach wyniósł średnio 11,41%. W analizowanych produktach najniższy udział nasyconych kwasów tłuszczowych wykazano w oleju rzepakowym (6,1%). Wyniki te potwierdzają obserwacje *Wroniak* (13), która wykazała udział SFA w olejach rzepakowych tłoczonych na zimno na podobnym poziomie. Najwyższy udział nasyconych kwasów tłuszczowych wykazano natomiast w oleju ryżowym (21,6%). Dominującym nasyconym kwasem tłuszczowym był kwas palmitynowy (C16:0). Podobne wyniki co do udziału poszczególnych nasyconych KT w analizowanych olejach uzyskali *Mińkowski* i współpr. (14, 15) oraz *Obiedzińska* (16).

Wyniki przeprowadzonej analizy wykazały, że udział jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w badanych olejach wyniósł, średnio 35,63%. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA) mogą być wykorzystywane, jako źródło energii. Należący do tej grupy kwas oleinowy (C18:1) wykazuje pozytywne działanie na organizm człowieka powodując obniżenie stężenia cholesterolu we krwi (16). Zaleca się, aby dostarczał on nawet do 25% zapotrzebowania energetycznego (12). Największy jego udział wykazano w oleju z orzechów laskowych, na poziomie 81% a najniższy na poziomie 12,3% w oleju konopnym. Obecność kwasu erukowego (C22:1) wykazano w oleju rzepakowym (0,3%) oraz w oleju z lnianki (2,0%). Bardzo zbliżone wyniki dotyczące udziału kwasu erukowego w badanych olejach przedstawiła w swojej pracy *Obiedzińska* (16). Codex Alimentarius (17) określa w oleju rzepakowym niskoerukowym dopuszczalną zawartość kwasu erukowego na poziomie 2%. W obydwu analizowanych olejach udział kwasu erukowego nie przekroczył dopuszczalnych wartości. Znaczący udział kwasu eikozenowego (C20:1) odnotowano w oleju z lnianki (14,3%). W pozostałych próbkach nie wykazano jego obecności w ogóle lub jego udział oscylował w granicach ok. 1%.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) w największym stopniu determinują wartość odżywczą tłuszczów. Zaleca się, aby dostarczały one do 10% zapotrzebowania energetycznego (12). Należą do nich wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodzin  $\omega$ -6 (C18:2) i  $\omega$ -3 (C18:3). Średnio ich udział w badanych olejach wyniósł 52,95%. Najniższy udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) wykazano w oleju z orzechów laskowych (10,1%), natomiast najwyższy w oleju konopnym (78,9%). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy  $\omega$ -6 (C18:2) to bioaktywne składniki żywności, których prozdrowotne działanie odnosi się przede wszystkim w stosunku do chorób układu sercowo-naczyniowego (16). Najmniejszy udział kwasu linolowego (C18:2) wykazano w oleju z orzechów laskowych na poziomie 10,1%; najwyższy natomiast w oleju z wiesiołka na poziomie 68,6%. Podobne wyniki w badanych olejach wykazali *Minkowski* i współpr. (14, 15) oraz *Wroniak* (13). Jedynie w oleju arachidowym *Minkowski* i współpr. (14) wykazali o ok. 15% mniejszy udział kwasów z grupy  $\omega$ -6. *Łoźna* i współpr. (18) wykazali mniejszy udział kwasów tłuszczowych z grupy  $\omega$ -6 w oleju arachidowym o ok. 25% natomiast w oleju z wiesiołka o ok. 20%. Kwasy tłuszczowe z grupy  $\omega$ -3 (C18:3) mają korzystny wpływ na reakcje immunologiczne, płytki krwi, komórki mięśni gładkich, śródbłonna, wątroby, serca, osteoblasty, komórki nerwowe oraz wykazują właściwości przeciwzapalne (19). W przypadku osób aktywnych fizyczne dobroczynne działanie przeciwzapalne może być pomocne w przypadku

powstawania odczynów zapalnych wywołanych większym wysiłkiem fizycznym (20). Niedobór  $\omega$ -3 może wywołać zapalenie mieszków włosowych skóry, osłabienia komórek nerwowych lub obniżenie ostrości widzenia u dzieci. Największy udział kwasu linolenowego ( $\omega$ -3) odnotowano w oleju lnianym (52,2%) dalej w kolejności malejącej wykazano udział kwasu linolenowego ( $\omega$ -3) w: oleju z lnianki (40,6%); oleju konopnym (18,1%); oleju z orzechów włoskich (12,%); rzepakowym (8,7%); canola i palmy oleistej (6,3%); z włoskich słoneczników i czerwonej palmy (2,2%). W pozostałych olejach nie wykazano obecności tego składnika lub jego udział oscylował w granicy jednego procenta. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (13, 14, 15, 16).

Oprócz odpowiedniej ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych ważne jest również dostarczanie ich w całodziennym pożywieniu w określonej proporcji ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3). Polskie Forum Profilaktyki Układu Chorób Krążenia za pożądaną przyjęło wartość tego wskaźnika poniżej 4:1. W analizowanych olejach tłoczonych na zimno najniższą wartością tego wskaźnika odznaczał się olej z lnianki (0,4:1). Następne w kolejności to olej lniany (0,5:1); olej rzepakowy (2,2:1); olej canola i palma oleista (2,9:1); olej konopny (3,3:1) oraz olej z orzechów włoskich (4,8:1). Pozostałe analizowane oleje przekroczyły znacznie wartość zalecaną dla tego wskaźnika (tab.I.).

Właściwe żywienie osób aktywnych fizycznie jest nie tylko czynnikiem mogącym determinować osiągnięcie bardzo dobrych wyników w sporcie; dostarczanie pożywienia o odpowiedniej jakości może, poza energią i składnikami budulcowymi, dostarczać wiele innych składników. Oleje tłoczone na zimno są w tym przypadku doskonałym przykładem. Oprócz wysokoskoncentrowanego źródła energii do wykorzystania w określonych dyscyplinach sportu mogą być źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, a także innych składników o charakterze bioaktywnym. Wydaje się zasadne włączanie olejów tłoczonych na zimno do codziennej diety każdego sportowca.

## WNIOSKI

1. W analizowanych olejach największa jednorodność wykazano pomiędzy olejem z pestek winogron oraz olejem słonecznikowym. Najmniejszą jednorodność wykazano pomiędzy olejem konopnym oraz olejem rzepakowym. Czynnikiem różnicującym oleje o najmniejszej jednorodności jest udział kwasu oleinowego, linolenowego oraz linolenowego.

2. Nie odnotowanie udziału kwasu linolenowego w oleju z pestek z dyni oraz oleju z orzechów laskowych skłania do zaleceń uzupełniania (suplementacji) tego kwasu w trakcie konsumpcji tych olejów dla zachowania odpowiedniego stosunku kwasów tłuszczowych  $\omega$ -6/ $\omega$ -3.

3. Stwierdzony w badanych olejach udział kwasu erukowego nie przekracza wymaganych w tym zakresie limitów.

4. Najkorzystniejszym udziałem kwasów tłuszczowych  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 wykazał się olej z lnianki (0,4:1), olej lniany (0,5:1), olej rzepakowy (2,2:1), olej canola i z owoców palmy oleistej (2,9:1), olej konopny (3,3:1) oraz olej z orzechów włoskich (4,8:1).

Z. Walczak, M. Starzycki

## EVALUATION OF FATTY ACID PROFILE OF THE COLD-PRESSED OILS IN THE CONTEXT OF THEIR RECOMMENDED DIETARY INTAKE BY PHYSICALLY ACTIVE PEOPLE

## Summary

The aim of this study was to evaluate the proportions of the individual fatty acids in cold-pressed oils in the context of their recommended dietary intake by physically active people. The analysis included 16 oils. Fatty acid profile was determined by gas chromatography.

Based on the fatty acid composition, using cluster analysis, the highest similarity has been demonstrated to occur between the grape seed and sunflower oils, while the hemp and rapeseed oils have been shown to be least similar. Unsaturated (monounsaturated and polyunsaturated) fatty acids, known to be beneficial to human health, have been shown to dominate in cold-pressed oils. The detected content of the erucic acids is below the maximum limits specified by relevant standards. The most favourable  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 fatty acid proportions have been detected in camelina (0.4:1), linseed (0.5:1), rapeseed (2.2:1), canola and palm (2,9:1) hemp (3.3:1) and walnut (4,8:1) oils.

## PIŚMIENICTWO

1. *Dymkowska-Malesa M., Walczak Z.*: Suplementacja w sporcie. *Now. Lek*, 2011; 80(3): 199-204. – 2. *Górski J.*: Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. PZWL, Warszawa 2008; 435-464. – 3. *Jarosz M.*: Normy żywienia dla populacji polskiej. IŻŻ, Warszawa 2012; 44-58. – 4. *Seidler T., Gryza M.*: Ocena spożycia składników odżywczych przez pływaków z województwa zachodniopomorskiego. *Now. Lek*, 2006; 75(4): 334-339. – 5. *Zagrodzki P., Starek A.*: Dietetyczne znaczenie olejów roślinnych. *Bromat. Chem. Toksykol*, 2012; 45(4): 1175-1182. – 6. *Kolanowski W., Świdzki F.*: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA). Korzystne działanie zdrowotne. Zalecenia spożycia. Wzbogacanie żywności. *Żyw. Człow. i Met*, 1997; 24(2): 49. – 7. *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. – 8. *Dzięcioł M., Przysławski J.*: Ocena wartości odżywczej i aktywności biologicznej wybranych olejów roślinnych dostępnych na rynku polskim w kontekście profilaktyki chorób dietozależnych. *Bromat. Chem. Toksykol*, 2013; 46(1): 20-26. – 9. *Celejowa I.*: Żywnienie w sporcie. PZWL, Warszawa 2008; 43-47. – 10. *Wroniak M., Kwiatkowska M., Krygier K.*: Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Żyw. Nauk. Tech. Jak*, 2006; 47(2): 46-58.

11. *Starzycki M., Starzycka E., Kołodziej K.*: Biochemiczne metody identyfikacji nasion i roślin z rodziny Brassicaceae. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl*, 1999; 72(3): 12-16. – 12. *Skoczynska A.*: Znaczenie żywienia w leczeniu chorych z rozpoznaniem zespołu metabolicznego. *Endokrynol. Otył. i Zaburz. Przem. Mat*, 2011; 7(1): 25-33. – 13. *Wroniak M.*: Wartość żywienia olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. *Żyw. Nauk. Tech. Jak*, 2012; 6(85): 79-92. – 14. *Mińkowski K., Grześkiewicz S., Jerzewska M., Ropelewska M.*: Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych. *Żyw. Nauk. Tech. Jak*, 2010; 6(73): 146-157. – 15. *Mińkowski K., Grześkiewicz S., Jerzewska M.*: Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli. *Żyw. Nauk. Tech. Jak*, 2011; 2(75): 124-135. – 16. *Obiedzińska A., Waszkiewicz-Robak B.*: Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Żyw. Nauk. Tech. Jak*, 2012; 1(80):27-44. – 17. *Codex Alimentarius FAO/WHO*: Codex standard for named vegetable oils. *Codex – Stan* 210-1999, 2005; 1-13. – 18. *Łoźna K., Kita A., Styczyńska M., Biernat J.*: Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Probl. Hig. Epidemiol*, 2012; 94(4): 871-875. – 19. *Kolanowski W.*: Długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 – znaczenie zdrowotne w obniżaniu ryzyka chorób cywilizacyjnych. *Bromat. Chem. Toksykol*, 2007; 40(3): 229-237. – 20. *Budzińska K.*: Wpływ starzenia się organizmu na biologię mięśni szkieletowych. *Gerontologia Polska*, 2005; 13(1): 1-7.