

*Dorota Derewiaka, Paulina Oleksiak, Marta Ciecierska, Ewa Majewska,  
Jolanta Kowalska, Rafał Wołosiak*

## ANALIZA SKŁADU I JAKOŚCI OLEJÓW LNIANYCH TŁOCZONYCH NA ZIMNO

Katedra Mikrobiologii, Biotechnologii i Oceny Żywności  
Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie  
Kierownik: dr inż. R. Wołosiak

*Celem pracy było określenie składu i jakości olejów lnianych tłoczonych na zimno dostępnych na rynku polskim. Badane oleje zostały poddane oznaczeniu liczby kwasowej, zmydlenia i nadtlenkowej, ponadto przeprowadzono analizy pozwalające na określenie składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości steroli. Liczba kwasowa analizowanych olejów zawierała się w przedziale od 0,50 do 2,85 mg KOH/g tłuszczu, zmydlenia około 190 mg KOH/g tłuszczu, a liczba nadtlenkowa natomiast od 0,98 meqO<sub>2</sub>/kg do 2,92 meqO<sub>2</sub>/kg tłuszczu. Badane oleje wyróżniały się znaczną zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych, przede wszystkim polienowymi kwasami tłuszczowymi, należącymi do rodziny n–3 oraz n–6 oraz fitosteroli takich jak cykloartenol, β-sitosterol oraz kampesterol.*

Hasła kluczowe: olej lniany, kwasy tłuszczowe, sterole  
Key words: linseed oil, fatty acids, sterols

Oleje tłoczone na zimno do niedawna były produktami ekskluzywnymi charakteryzującymi się znacznie niższą popularnością niż oleje rafinowane. Wraz ze wzrostem zainteresowania produktami mało przetworzonymi, zwiększaniem się ich dostępności i różnorodności na rynku obserwuje się zmiany preferencji konsumentów, którzy chętniej wybierają oleje roślinne nierafinowane – oleje tłoczone na zimno. W porównaniu z olejami rafinowanymi konsumenci postrzegają je jako bardziej naturalne oraz posiadające większą wartość odżywczą. Wynika to z faktu, iż są to produkty nie poddawane dodatkowemu przetwarzaniu, będące źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz zawierające cenne z żywniowego punktu widzenia składniki bioaktywne (takie jak polifenole, tokoferole, fitosterole, karotenoidy i skwalen), które w przypadku olejów rafinowanych są częściowo niszczone lub usuwane w trakcie procesu rafinacji (1–6).

Surowcem do produkcji olejów tłoczonych na zimno są nasiona i owoce nasion oleistych, charakteryzujące się ponad 15% zawartością tłuszczu. Wyjątek stanowią np.: nasiona amarantusa zawierające od 4,9-8,1 % tłuszczu. Codex Alimentarius określa oleje tłoczone na zimno jako oleje roślinne oraz tłuszcze jadalne, które pozyskiwane są w wyniku tłoczenia, czyli procesów mechanicznych wykluczających zastosowanie obróbki termicznej (wykorzystanie podwyższonej temperatury dopuszczone jest jedynie w przypadku otrzymywania olejów virgin) (7). W efekcie uzyskuje

się wytlók oraz olej, który może być zastosowany do bezpośredniej konsumpcji lub poddany dodatkowo oczyszczeniu poprzez sedimentację, filtrację, wirowanie bądź wypłukiwanie wodą po to by pozbawić go zanieczyszczeń stałych, które mogą obniżyć jego jakość w trakcie przechowywania (8, 2, 4).

Celem pracy było oznaczenie składu oraz jakości wybranych olejów lnianych tłoczonych na zimno dostępnych na rynku polskim.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło sześć olejów lnianych tłoczonych na zimno różnych polskich producentów (Oleofarm, Złotopolskie, Zielony Nurt, Ol'Vita, Vis Natura, Bioflax) zakupionych w lipcu 2013 roku. Oznaczenie liczby kwasowej, nadtlenkowej i zmydlenia wykonano według odpowiednich norm PN-EN ISO 660:2005, 3960:2005, 3657:2004 (9, 10, 11). Do otrzymania estrów metylowych kwasów tłuszczowych posłużono się metodą opracowaną oraz opisaną przez *O'Fallon* i wsp. (12). Oznaczenie zawartości steroli wykonano przy użyciu metody opisaną przez *Dere-wiaka* i wsp. (13). Wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy zastosowaniu programu Statistica 9.0.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wskaźnikiem stopnia hydrolizy olejów jest liczba kwasowa, określająca ilość wolnych kwasów tłuszczowych. Wartość tej liczby dla wszystkich analizowanych olejów nie przekroczyła 4 mg KOH/g tłuszczu (tab. I), co oznacza, że spełniały wymagania jakościowe zalecane dla olejów tłoczonych na zimno opisywane w Codex Alimentarius (1, 7, 14).

Tab e l a I. Wartości liczby kwasowej, nadtlenkowej i zmydlenia w badanych olejach lnianych.

Tab l e I. Acid, peroxide and saponification values of analysed linseed oils.

	Oleje					
	1	2	3	4	5	6
Liczba kwasowa [mg KOH/g tłuszczu]	0,50 <sup>a</sup> ±0,00	0,61 <sup>b</sup> ±0,00	2,85 <sup>f</sup> ±0,00	1,30 <sup>e</sup> ±0,00	0,70 <sup>c</sup> ±0,01	1,00 <sup>d</sup> ±0,00
Liczba nadtlenkowa [meqO <sub>2</sub> /kg tłuszczu]	1,97 <sup>b</sup> ±0,01	0,98 <sup>a</sup> ±0,00	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	1,96 <sup>b</sup> ±0,02	2,92 <sup>d</sup> ±0,01	2,87 <sup>c</sup> ±0,01
Liczba zmydlenia [mg KOH/g tłuszczu]	190 <sup>a</sup> ±0,0	190 <sup>a</sup> ±0,0	190 <sup>a</sup> ±0,0	190 <sup>a</sup> ±0,0	190 <sup>a</sup> ±0,0	190 <sup>a</sup> ±0,0

<sup>a,b</sup> – różne oznaczenia przy wartościach w wierszach oznaczają istotnie statystyczne różnice ( $\alpha \leq 0,05$ ) między produktami

<sup>a,b</sup> – Values within different letters in rows are significantly different ( $\alpha \leq 0,05$ ) between products

Wartość liczby nadtlenkowej dla olejów otrzymywanych metodą tłoczenia na zimno określona w standardach jakościowych wyznaczonych przez normę krajową (PN-ISO 3960:2009) nie powinna być wyższa niż 10 meqO<sub>2</sub>/kg tłuszczu (10), zaś dopuszczana przez Codex Alimentarius wynosi nie więcej niż 15 meqO<sub>2</sub>/kg tłuszczu (7). Analizując otrzymane wyniki można stwierdzić, że wszystkie badane oleje nie przekraczają maksymalnych wartości określanych przepisami. Zbliżone wartości liczby nadtlenkowej dla olejów lnianych tłoczonych na zimno opisują *Cichosz* i *Czczot* (15) tj. 1,8 meqO<sub>2</sub>/kg tłuszczu, a także *Kruszewski* i wsp. (16) – 2,67 meqO<sub>2</sub>/kg, natomiast *Tańska* i *Rotkiewicz* (17) uzyskali niższe wartości ponieważ 1,24 meqO<sub>2</sub>/kg.

W każdym z badanych olejów liczba zmydlenia była jednakowa i wynosiła 190 mg KOH/g tłuszczu, co stanowi typową i charakterystyczną wartość tego parametru dla analizowanego gatunku oleju.

Wszystkie z analizowanych olejów cechowały się ponad 90% łączną zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych o osiemnastowęglowym łańcuchu węglowodorowym. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe w badanych olejach lnianych reprezentowane były przez kwasy tłuszczowe z rodziny n-6: kwas linolowy oraz n-3: kwas  $\alpha$ -linolenowy. W badanych olejach lnianych średnio udział ww. kwasów wynosił około 64%. Spośród jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (15-84%-25,04%) największym udziałem w składzie badanych olejów wyróżniał się kwas oleinowy, który wynosił średnio 24% (tab. II).

Nasycone kwasy tłuszczowe w badanych olejach stanowiły od 11,97% (produkt no. 1) do 14,59% (produkt nr 3) w ogólnej puli kwasów tłuszczowych (tab. II). Otrzymane wyniki są w wyższe niż podawane przez *Maniak* i wsp. (18), czy *Cichosz* i *Czczot* (15). Jednak zaistniałe różnice mogą wiązać się z faktem, iż w niniejszej pracy oznaczono zawartość kwasu mirystynowego i behenowego, czego nie opisywali np. *Cichosz* i *Czczot* (15).

Wyniki badań uzyskane w danym doświadczeniu były zbliżone do danych literaturowych. Poddane badaniom przez *Cichosz* i *Czczot* (15), czy *Maniak* i wsp. oleje lniane tłoczone na zimno odznaczały się nieznacznie wyższą zawartością wybranych kwasów tłuszczowych (18). W doniesieniu *Cichosz* i *Czczot* oznaczono 54,52% zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego, 16,21% linolowego oraz 19,68% oleinowego (15), zaś według *Maniak* i wsp. wartości te oscyływały odpowiednio na poziomie 50,9–51,8%, 17,5–18,28% i 20,2–21,7 (18).

Suma zidentyfikowanych fitosteroli ogółem w materiale badawczym wahała się od 323,13 mg/100g (produkt nr 5) do 411,42 mg/100g oleju (produkt nr 6) (tab. III). We wszystkich analizowanych olejach lnianych dominował cykloartenol, czyli izomer lanostanu oraz  $\beta$ -sitosterol i kampesterol. Ponadto w próbkach stwierdzono obecność: stigmasterolu,  $\Delta$ 5-awenasterolu oraz brassikasterolu. Wyniki odnoszące się do zawartości poszczególnych fitosteroli w badanych olejach lnianych różnią się z tymi, które podaje *Obiedzińska* i wsp. (4), *Mińkowski* i wsp. (19), czy *Maniak* i wsp. (18) szczególnie pod kątem braku stwierdzenia obecności cykloartenolu, jak również stwierdzono wyższe zawartości  $\beta$ -sitosterolu. Natomiast mniej różnic zauważono pomiędzy uzyskanymi wynikami, a wynikami *Szterk* i wsp. (20), który podaje, że zawartość cykloartenolu w oleju lnianym wyniosła 183,0 mg/100g;  $\beta$ -sitosterolu 162,4 mg/100g, a kampesterolu 97,5 mg/100g. Prawdopodobnie różnice te wynikają

z różnorodności zastosowanego surowca dotyczącą odmiany nasion, warunków klimatycznych w jakich wzrastał len, czy zastosowanymi parametrami tłoczenia oleju, co w efekcie może mieć wpływ przede wszystkim na zmiany zawartości fitosteroli w otrzymanych olejach (2, 19). Nie bez znaczenia pozostaje zapewne zastosowana metodyka badań pozwalająca na ekstrakcję i dokładność identyfikacji poszczególnych związków (21, 22). Jak podaje *Szterk* i wsp. (20) oraz *Schröder* i *Vetter* (22) oleje lniane oprócz głównych steroli wymienionych w publikacjach m.in. *Mińkowskiego* i wsp. (19), *Maniaka* i wsp. (18), *Obiedzińska* i wsp. (4) zawierały również znaczną ilość cykloartenolu, co potwierdzono także podczas badań własnych. Pozostali autorzy w zamian za ten związek oznaczali w istotnie większej ilości  $\Delta 5$ -awenasterol. Prawdopodobnie związane było to z błędną identyfikacją cykloartenolu.

Tabela II. Profil kwasów tłuszczowych [%] badanych olejów lnianych tłoczonych na zimno

Table II. Fatty acid profile [%] of analyzed cold-pressed linseed oils

Kwasy tłuszczowe	Oleje					
	1	2	3	4	5	6
C14:0	0,13 <sup>b</sup> ±0,01	0,08 <sup>b</sup> ±0,00	0,10 <sup>ab</sup> ±0,01	0,08 <sup>a-</sup> b±0,01	0,09 <sup>a-</sup> b±0,01	0,06 <sup>a</sup> ±0,01
C16:0	7,60 <sup>b</sup> ±0,21	6,72 <sup>a</sup> ±0,32	7,46 <sup>b</sup> ±0,23	7,08 <sup>a-</sup> b±0,26	7,07 <sup>a-</sup> b±0,23	6,60 <sup>a</sup> ±0,14
C16:1 c9	0,37 <sup>b</sup> ±0,01	0,29 <sup>ab</sup> ±0,08	0,11 <sup>a</sup> ±0,01	0,23 <sup>a-</sup> b±0,06	0,11 <sup>a</sup> ±0,01	0,10 <sup>a</sup> ±0,02
C17:0	0,08 <sup>a</sup> ±0,01	0,07 <sup>a</sup> ±0,01	0,09 <sup>a</sup> ±0,01	0,08 <sup>a</sup> ±0,01	0,08 <sup>a</sup> ±0,01	0,08 <sup>a</sup> ±0,01
C17:1 c 10	0,03 <sup>a</sup> ±0,00	0,03 <sup>a</sup> ±0,01	0,04 <sup>a</sup> ±0,01	0,04 <sup>a</sup> ±0,01	0,04 <sup>a</sup> ±0,01	0,03 <sup>a</sup> ±0,00
C18:0	3,85 <sup>c</sup> ±0,16	4,91 <sup>a</sup> ±0,14	6,48 <sup>d</sup> ±0,13	5,89 <sup>b</sup> ±0,06	5,80 <sup>b</sup> ±0,07	4,73 <sup>a</sup> ±0,09
C18:1 c9	14,37 <sup>c</sup> ±0,93	22,26 <sup>a-</sup> b±0,73	23,20 <sup>b</sup> ±0,36	23,74 <sup>b</sup> ±0,25	21,05 <sup>a-</sup> ±0,62	21,40 <sup>a</sup> ±0,66
C18:1 c11	0,89 <sup>a</sup> ±0,01	0,83 <sup>a</sup> ±0,07	0,89 <sup>a</sup> ±0,01	0,89 <sup>a</sup> ±0,04	0,87 <sup>a</sup> ±0,02	0,78 <sup>a</sup> ±0,04
C18:2 c9, c12	16,54 <sup>a-</sup> b±0,61	16,17 <sup>b</sup> ±0,72	16,85 <sup>a-</sup> b±0,35	16,67 <sup>ab</sup> ±0,40	17,5 <sup>a</sup> ±0,22	17,69 <sup>a-</sup> ±0,35
C18:3 c9, c12, c15	55,65 <sup>c</sup> ±1,81	48,18 <sup>b</sup> ±1,40	44,21 <sup>a</sup> ±0,36	44,76 <sup>a</sup> ±0,48	46,90 <sup>a-</sup> b±0,95	48,07 <sup>b</sup> ±1,60
C20:0	0,15 <sup>c</sup> ±0,01	0,19 <sup>b</sup> ±0,02	0,25 <sup>a</sup> ±0,01	0,22 <sup>a</sup> ±0,01	0,20 <sup>a-</sup> b±0,01	0,17 <sup>b</sup> ±0,01
C20:1 c11	0,18 <sup>a</sup> ±0,01	0,14 <sup>a</sup> ±0,01	0,13 <sup>a</sup> ±0,01	0,14 <sup>a</sup> ±0,01	0,13 <sup>a</sup> ±0,01	0,15 <sup>a</sup> ±0,01
C22:0	0,16 <sup>ab</sup> ±0,01	0,14 <sup>a</sup> ±0,01	0,21 <sup>c</sup> ±0,01	0,17 <sup>b</sup> ±0,01	0,15 <sup>a-</sup> b±0,01	0,15 <sup>ab</sup> ±0,01

a,b... różne oznaczenia przy wartościach w wierszach oznaczają istotnie statystyczne różnice ( $\alpha \leq 0,05$ ) między produktami

a,b - Values within different letters in rows are significantly different ( $\alpha \leq 0,05$ ) between products

Tabela III. Zawartość fitosteroli [mg/100g] w badanych olejach lnianych tłoczonych na zimno

Table III. Sterol content [mg/100g] in analyzed cold-pressed linseed oils

Sterole	Oleje					
	1	2	3	4	5	6
Brasikasterol	7,62 <sup>ab</sup> ±0,68	7,30 <sup>ab</sup> ± 0,06	6,75 <sup>a</sup> ± 0,21	8,28 <sup>b</sup> ± 0,33	5,33 <sup>c</sup> ± 0,48	7,69 <sup>ab</sup> ± 0,04
Kampesterol	53,00 <sup>c</sup> ±3,30	70,67 <sup>a</sup> ± 2,48	61,40 <sup>b</sup> ± 1,15	71,54 <sup>a</sup> ± 0,04	58,78 <sup>b</sup> ± 1,29	72,77 <sup>a</sup> ± 1,78
Stigmasterol	10,96 <sup>c</sup> ±0,54	29,90 <sup>ab</sup> ± 1,09	25,04 <sup>e</sup> ± 0,38	28,07 <sup>a</sup> ± 0,49	19,67 <sup>d</sup> ± 0,56	31,18 <sup>b</sup> ± 1,77
β-sitosterol	120,93 <sup>b</sup> ±0,82	126,08 <sup>ab</sup> ±4,12	128,88 <sup>a</sup> ± 3,11	131,60 <sup>a</sup> ± 2,84	101,95 <sup>c</sup> ± 2,05	139,43 <sup>d</sup> ± 1,00
Δ5-awenasterol	27,22 <sup>a</sup> ± 1,44	27,13 <sup>a</sup> ± 0,66	27,56 <sup>a</sup> ± 0,43	30,16 <sup>a</sup> ± 1,84	21,95 <sup>b</sup> ± 0,14	27,61 <sup>a</sup> ± 1,89
Cykloartenol	111,35 <sup>b</sup> ±0,95	137,89 <sup>e</sup> ± 2,99	120,62 <sup>a</sup> ± 1,90	124,68 <sup>a</sup> ± 1,45	115,44 <sup>b</sup> ± 0,36	132,74 <sup>d</sup> ± 1,07
Suma	331,08 <sup>a</sup> ±7,73	398,98 <sup>b</sup> ±11,4	370,25 <sup>c</sup> ±7,18	394,33 <sup>b</sup> ±6,99	323,13 <sup>a</sup> ±4,88	411,42 <sup>b</sup> ±7,55

<sup>a,b</sup> – różne oznaczenia przy wartościach w wierszach oznaczają istotnie statystyczne różnice ( $\alpha \leq 0,05$ ) między produktami

<sup>a,b</sup> – Values within different letters in rows are significantly different ( $\alpha \leq 0,05$ ) between products

## WNIOSKI

Otrzymane wyniki badań potwierdzają, że wszystkie badane oleje charakteryzowały się dobrą jakością, spełniając wymagania określone w normach, pod względem liczby kwasowej, zmydlenia oraz nadtlenkowej. Przeprowadzone wyniki badań wskazują, że dostępne na rynku polskim oleje lniane tłoczone na zimno są bardzo dobrym źródłem kwasów z rodziny n-3 oraz fitosteroli, które zalecane są w prewencji oraz leczeniu wspomagającym wielu chorób cywilizacyjnych np. miażdżycy czy niedokrwiennej chorobie serca. W związku z powyższym produkty te są zalecane w diecie osób narażonych na choroby układu krążenia.

D. Derewiaka, P. Oleksiak, M. Ciecierska, E. Majewska, J. Kowalska,  
R. Wołosiak

## COMPONENT AND QUALITY ASSESMENT OF COLD-PRESSED LINSEED OILS

### Summary

The aim of this study was to compare the quality of cold-pressed linseed oils. The tested oils were subjected to determination of the acid, saponification and peroxide value, in addition, the composition of fatty acids and the content of phytosterols were determined.

The acid value of the analyzed oils ranged from 0.50 to 2.85mg KOH/g of fat, the saponification value was about 190 mg KOH/g of fat and the peroxide values were between 0.98 and 2.92 meqO<sub>2</sub>/kg of fat.

The analyzed oils were characterized by a high content of unsaturated fatty acids, mainly polyunsaturated fatty acids belonging to n-3 and n-6 groups and phytosterols e.g.: cycloartenol,  $\beta$ -sitosterol and campesterol.

## PIŚMIENNICTWO

- 1.- *Wroniak M., Brylska L.*: Dostępność i jakość spożywczych olejów tłoczonych na zimno na rynku warszawskim. *Tłuszcze Jadalne*, 2006; 41(3–4): 320–321.
2. *Wroniak M., Krygier K.*: Oleje tłoczone na zimno. *Przem. Spoż.*, 2006; 7: 30–34.
- 3-*Tańska M., Rotkiewicz D., Ambrosiewicz M.*: Porównanie trwałości tłoczonych na zimno olejów lnianego i rzepakowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011; XLIV, 3: 521–527.
- 4-*Obiedzińska A., Waszkiewicz-Robak.* Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2012; 80: 27–44.
- 5- *Wroniak M.*: Wartość żywieniowa olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2012; 6(85): 79–92.
- 6- *Maslowski A., Andrejko D., Ślaska-Grzywna B., Sagan A., Szmigielski M., Mazur J., Rydzak L., Sobczak P.* Wpływ temperatury i czasu przechowywania na wybrane cechy jakościowe oleju rzepakowego, lnianego i lniankowego”. *Inż Roln*, 2013; 1(141): 115–124.
- 7- Codex Alimentarius Commission: Codex General Standard for Contaminants and toxins in foods (CODEX STAN 193–1995, Rev.3 – 2007). 8- *Sobczuk H., Tys J.*: Analiza procesu ściskania nasion rzepaku w teście olejowym. *Acta Agrophysica*, 2004; 4(2): 547–555.
- 9- PN-EN ISO 660:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby kwasowej i kwasowości.
- 10.- PN-EN ISO 3960:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby nadtlenkowej.
- 11.- PN-EN ISO 3657:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby zmydlania.
- 12.- *O’Fallon J.V., Busboom J.R., Nelson M.L., Gaskins C.T.*: A direct method of fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. *J. Anim. Sci.*, 2007; 85(6): 1511–1521.
- 13.- *Derewiaka D., Szwed E., Wołosika R.*: Physicochemical properties and composition of lipid fraction of selected edible nuts. *Pak. J. Bot.*, 2014; 46 (1): 337–343.
- 14.- *Wroniak M., Kwiatkowska M., Krygier K.*: Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2006; 2(47): 46–58.
- 15- *Cichosz G., Czczot H.*: Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych-konsekwencje zdrowotne. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011; XLIV, 1: 50–60.
- 16- *Kruszewski B., Fařara P., Ratusz K., Obiedziński M.*: Ocena pojemności przeciwutleniającej i stabilności oksydacyjnej wybranych olejów roślinnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 2013; 572: 43–52.
- 17.-*Tańska M., Rotkiewicz D.*: Stopień przemian lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych. *Tłuszcze Jadalne*, 2003; 38: 3–4.
- 18- *Maniak B., Zdybel B., Bogdanowicz M., Wójcik J.*: Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych tradycyjnych olejów roślinnych produkowanych na ziemi lubelskiej. *Inż Roln*, 2012; 3(138): 101–107.
- 19- *Mińkowski K., Grześkiewicz S., Jerzewska M.*: Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2011; 2(75): 124–135.
- 20.- *Szterk A., Roszko M., Sosińska E., Derewiaka D., Lewicki P.*: Chemical composition and oxidative stability of selected plants oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2010; 87: 637–645.
- 21.- *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.
22. -*Schröder M., Vetter W.*: Investigation of unsaponifiable matter of plant oils and isolation of eight phytosterols by means of high-speed counter-current chromatography. *J Chromatogr A*, 2012; 1237: 96–105.

Adres: 02-787 Warszawa al. Nowoursynowska 159