

OCENA WARTOŚCI ŻYWIENIOWEJ TŁUSZCZÓW DOSTĘPNYCH NA POLSKIM RYNKU Z ZASTOSOWANIEM TECHNIK ICP OES ORAZ CHROMATOGRAFII GAZOWEJ

**Jarosław Kliks, Sławomir Czabaj, Konrad Makowski, Natalia Czerniejewska, Urszula
Landyszkowska, Michał Buda, Justyna Korycka, Joanna Kawa-Rygielska**

Lubuski Ośrodek Innowacji i Wdrożeń Agrotechnicznych

Kalsk 122, 66-100 Sulechów

j.kliks@loiwa.com.pl

Streszczenie

Skład chemiczny tłuszczu oraz jego ilość w codziennej diecie może być czynnikiem powodującym różnego typu zaburzenia i choroby cywilizacyjne. Zbilansowana dieta, zgodna z zasadami zdrowego żywienia, powinna dostarczać w dziennej racji pokarmowej około 25–30% energii pochodzącej z tłuszczów. Rozwój technik analitycznych pozwala na coraz bardziej szczegółowe analizy składu żywności. Zastosowanie w niniejszej pracy technik ICP OES oraz chromatografii gazowej pozwoliło na ocenę wybranych, dostępnych na polskim rynku tłuszczów roślinnych i zwierzęcych pod kątem profilu kwasów tłuszczowych oraz zawartości wybranych makro- i mikroelementów.

Słowa kluczowe: tłuszcze, wartość żywniowa, kwasy tłuszczowe, ICP-OES, chromatografia gazowa

EVALUATION OF NUTRITIONAL FATS VALUE AVAILABLE IN POLISH MARKET WITH ICP OES AND GAS CHROMATOGRAPHY Summary

Chemical composition of fat and its amount in daily diet can be a factor causing many various disorders and diseases of civilization. Balanced diet, conforms to healthy eating rules, should provide about 25-30% of energy derived from fats a day. Maintenance of good body condition is also dependent on supply of macro- and microelements in daily diet. It is well known that nutritional analysis of food is a very important aspect of caring for quality of life and public's health. Development of analytical techniques allows for more specific analysis of food composition. ICP OES and gas chromatography methods used in this work allowed to analyse various types of animal and plant fats available on the Polish market, paying special attention to their fatty acids profile and macro- and microelements contents.

Key words: fats, nutritional value of fats, fatty acids, ICP-OES

WSTĘP

Popyt na oleje oraz margaryny na rynku polskim systematycznie rośnie. W latach 90. substancje te pokrywały zapotrzebowanie społeczeństwa na tłuszcze w ok. 30%. Obecnie konsumpcja tłuszczów pochodzenia roślinnego plasuje się na poziomie bliskim 60% [GUS 2014; Rosiak 2004]. Wysokie spożycie zamienników masła i smalca w latach 90. było warunkowane głównie względami ekonomicznymi. Obecnie po asortymenty tego typu sięgają w dużej mierze ci konsumenci, którzy od produktu oczekują specjalnych cech żywieniowych [Broś 2001; Kłosiewicz-Latoszek 2009].

Skład chemiczny tłuszczu oraz jego ilość w codziennej diecie może być czynnikiem powodującym różnego typu zaburzenia i choroby cywilizacyjne, takie jak: otyłość, choroby układu krążenia, nowotwory, a także upośledzenia funkcji układu odpornościowego [Achremowicz 2007; Marciniak- Łukasiak 2011]. Aktualne trendy żywieniowe oraz zalecenia dietetyczne zwracają się w kierunku stosowania diety bogatej w wielonienasycone kwasy tłuszczowe (WNKT) oraz sprzężony kwas linolowy (CLA) [Kochan i in. 2010]. Zbilansowana dieta, zgodna z zasadami zdrowego żywienia, powinna dostarczać w dziennej racji pokarmowej około 25–30% energii pochodzącej z tłuszczów [Jarosz, Buchłak-Jachymczyk 2012]. Zwiększona konsumpcja niektórych tłuszczów może mieć korzystne efekty zdrowotne. Zależy to głównie od proporcji między spożywanymi kwasami tłuszczowymi nasyconymi i nienasyconymi (jedno- i wielonienasyconymi). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe i należące do nich niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) to substancje, których organizm ludzki nie potrafi produkować sam, a ponieważ stanowią integralny składnik tkanek, to konieczne jest ich dostarczenie wraz z pożywieniem. Badania wykazały ponadto, że ich niedobór prowadzi do zaburzeń w budowie i funkcjonowaniu układu nerwowego, wpływa na powstawanie i rozwój infekcji, chorób serca i układu krążenia, a także chorób nowotworowych.

Do najważniejszych NNKT należą kwas α -linolenowy (ALA) oraz linolowy (LA) [Motulsky 1989; Prichard i in. 1995; Ziemiański 1993].

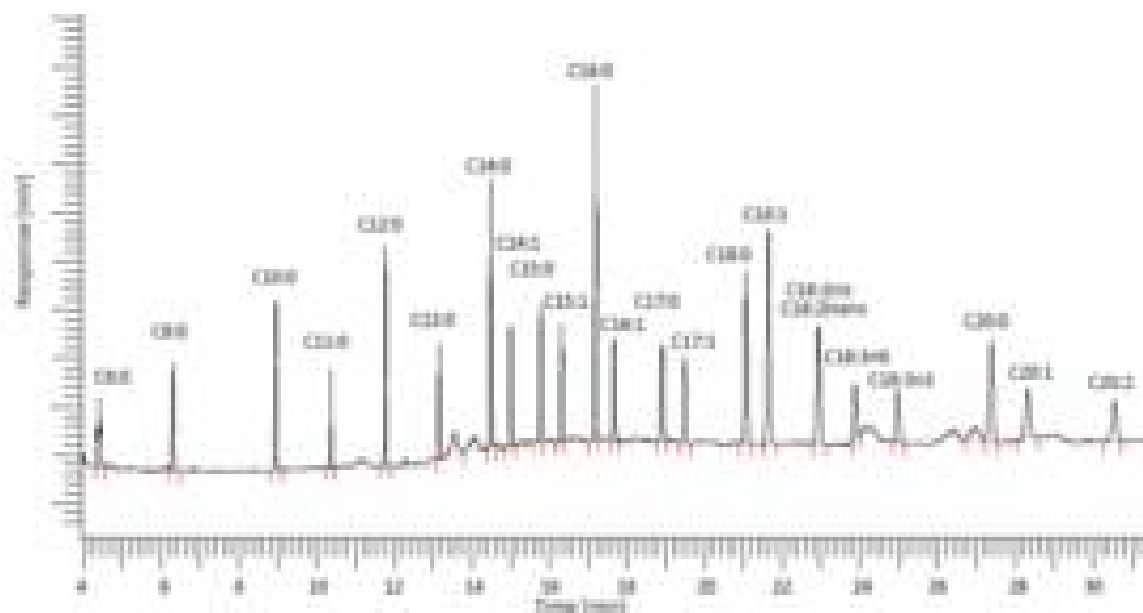
Właściwe żywienie wymaga bilansowania oraz kontroli podaży makro- i mikroelementów w codziennej diecie. Zagadnienie to jest szczególnie istotne dla osób cierpiących na niedobory składników żywieniowych oraz dla chorujących na nadciśnienie tętnicze [Flis, Konaszewska 2007; Suliburska, Duda 2006]. Wraz z rozwojem technik analitycznych coraz więcej badaczy podejmuje próby scharakteryzowania produktów spożywczych pod kątem ich składu pierwiastkowego oraz potencjalnego wykorzystania jako źródła makro- oraz mikroelementów [Bilandzić i in. 2015; Lante i in. 2006; Souza i in. 2005].

Celem niniejszej pracy była ocena wartości żywieniowej, z uwzględnieniem profilu kwasów tłuszczowych oraz zawartości wybranych makro- i mikroelementów, dostępnych na lokalnym rynku produktów tłuszczowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badany stanowiły znajdujące się w regularnej sprzedaży tłuszcze zwierzęce (smalec wieprzowy i masło) oraz margaryny i miksy tłuszczowe, których cena nie przekraczała 14 zł/kg. Nazwy handlowe produktów oraz producentów na potrzeby publikacji zakodowano w następujący sposób: 1 – miks tłuszczowy 1, 2 – miks tłuszczowy 2, 3 – margaryna, 4 – smalec wieprzowy, 5 – masło. Każdy z analizowanych produktów został zakupiony na lokalnym rynku z zachowaniem terminu przydatności do spożycia.

Tłuszcze ekstrahowano z materiału oraz derywatyzowano w 3 powtórzeniach zgodnie ze znaną metodyką [Seppanen-Laakso i in. 2002]. Analizę estrów metylowych kwasów tłuszczowych wydzielonych z produktów przeprowadzano metodą chromatografii gazowej (GC), wykorzystując chromatograf Clarus 580 firmy PerkinElmer z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID) oraz kolumną chromatograficzną Elite-Wax o dł. 30 m, średnicy 0,25 mm i grubości filmu 0,50 μm (Crossbond-PEG). Oznaczenia wykonywano w następujących warunkach: temperatura kolumny: 120°C (przez 2 min), $\Delta t = 8^\circ\text{C}/\text{min}$ - do 220°C (przez 18,5 min), temperatura detektora 250°C, temperatura dozownika 250°C, gaz nośny hel, przepływ 1 cm^3/min , dozownik z dzieleniem strumienia gazu (split) 20:1. Identyfikację związków przeprowadzono na podstawie charakterystycznych czasów retencji w porównaniu z wzorcem FAME (Supelco 37 Component FAME Miks; Supelco/Sigma-Aldrich). Chromatogram wzorca zamieszczono na rysunku 1. Dla analizowanych kwasów tłuszczowych oznaczono odzyski oraz średnie błędy standardowe. Średnie odzyski nie przekraczały 101–103%, natomiast średnie błędy standardowe mieściły się w zakresie metodyki przedstawionej przez producenta wzorca. Zastosowana kolumna oraz program temperaturowy nie pozwoliły na rozdział izomerów (cis-trans) kwasów tłuszczowych, dlatego wyniki dla poszczególnych kwasów nienasyconych podano jako sumę tych izomerów.



Rysunek 1. Chromatogram GC-FID wzorca estrów metylowych kwasów tłuszczowych

GC-FID chromatogram of fatty acids methyl esters standard

Analizę zawartości wybranych makro- i mikroelementów przeprowadzono techniką ICP-OES (optyczna spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie). Próbki w ilości 0,5 g każdego z produktów odważono z dokładnością do 0,001 g w naczynkach mineralizacyjnych. Do każdej próby dodano 9 ml 65% HNO₃. Mineralizację przygotowanych próbek przeprowadzono przy użyciu mineralizatora mikrofalowego Titan MPS firmy PerkinElmer. Zmineralizowane próbki rozcieńczono 2% HNO₃ do 50 ml. Zawartość pierwiastków oznaczono w ciekłych próbkach. Do analizy użyto Spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem w plazmie argonowej Optima 8000 firmy PerkinElmer. Warunki pracy urządzenia podczas analizy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry pracy spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem w plazmie Optima 8000

Working parameters of emission spectrometer with excitation at plasma Optima 8000

Parametr	Wartość i jednostka
Generator RF	40 MHz
Moc generatora RF	1300 W
Przepływ gazu przez rozpylacz	0,7 l/min
Przepływ gazu plazmowego	13 l/min
Przepływ gazu pomocniczego	0,2 l/min
Algorytm pomiaru sygnału	peak area
Przepływ próbki	1,5 ml/min

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono z zastosowaniem testu D-Duncana, za pomocą pakietu STATISTICA 11, przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ważnym elementem oceny jakości żywieniowej tłuszczów jest ich skład chemiczny [Pariza, Park 2001]. Badania przeprowadzone w niniejszej pracy wykazały, że analizowane produkty różniły się w sposób istotny pod względem udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych. Miksy tłuszczowe charakteryzowały się istotnie większym udziałem (48,3% i 53,7%) kwasu oleinowego (C18:1) od margaryny, smalcu oraz masła. Również udział kwasów gamma linolenowego (C18:3n6) oraz alfa linolenowego (C18:3n3) plasował się w tych produktach na wysokim poziomie. Wysoki udział estrów nienasyconych kwasów tłuszczowych w tych produktach jest charakterystyczną cechą mikсів tłuszczowych przygotowywanych poprzez emulgację nieutwardzonych olejów roślinnych z wodą oraz masłem. Najwyższym udziałem (38,8%) kwasu palmitynowego (C16:0) charakteryzowała się margaryna, będąca produktem powstałym z chemicznego utwardzania olejów roślinnych. Analogiczne wyniki uzyskali Bhangar i Anwar [Bhangar, Anwar 2004], analizując margaryny występujące na pakistańskim rynku. Natomiast Alonso i in. oraz Tsanev i in. [Alonso i in. 2000; Tsanev i in. 1998], analizując margaryny dostępne na rynku hiszpańskim oraz bułgarskim, wykazali w nich przewagę kwasów: C18:2 cis (32–48%) oraz C18:1 cis (20–29%). Kwas palmitynowy był notowany w dużych ilościach również w maśle (30,2%) oraz smalcu (26,5%). Dominującym kwasem tłuszczowym w smalcu był kwas oleinowy (C18:1),

który stanowił aż 41,1% mieszaniny wszystkich kwasów tłuszczowych. Istotny udział w mieszaninie kwasów tłuszczowych smalcu miał także kwas linolowy (C18:2) – 11,0% oraz stearynowy (C18:0) – 12,7%. Analogiczne udziały kwasów tłuszczowych uzyskali inni badacze [Hoffman, Mellett 2003; Szczepański i in. 2007]. Masło odznaczało się istotnie większą zawartością kwasów: kapronowego (C6:0) – 1,2%, kaprylowego (C8:0) – 1,0%, kaprynowego (C10:0) – 3,7% oraz mirystynowego (C14:0) – 11,3%. Podobne udziały nienasyconych kwasów tłuszczowych zanotowali Sağdıç i in. [Sağdıç i in. 2004], natomiast Dang Van i in. [Dang Van i in. 2011], stosując modyfikacje żywieniowe w diecie eksperymentalnej krów, uzyskali o ok. 5% wyższe udziały kwasów jednonienasyconych (MUFA).

Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe są jednymi z głównych związków odpowiedzialnych za budowanie profilu aromatycznego masła i to właśnie ta grupa asortymentowa cechowała się najwyższym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) (63%). Porównywalny do margaryn poziom SFA zanotowano w smalcu (ok. 43%). Wszystkie analizowane produkty cechowały się zbliżonymi wartościami kwasów jednonienasyconych (43-50%), z wyjątkiem masła, w którym suma jednonienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła ok. 30%. Natomiast największym udziałem kwasów wielonienasyconych (PUFA) charakteryzowały się analizowane miksy tłuszczowe (18–23%). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe w margarynach oraz smalcu były na zbliżonym poziomie (12%), natomiast masło charakteryzowało się niewielkim udziałem PUFA w puli kwasów tłuszczowych. Inni autorzy, badając udziały poszczególnych kwasów tłuszczowych, oznaczyli analogiczne zależności dla tych asortymentów [Gläser i in. 2004].

Tabela 2. Udział (%) kwasów tłuszczowych w analizowanych tłuszczach spożywczych (n = 3); 1 – miks tłuszczowy 1, 2 – miks tłuszczowy 2, 3 – margaryna, 4 – smalec wieprzowy, 5 – masło
Content (%) of fatty acids in the analyzed fats (n = 3; 1 – miks fat 1, 2 – miks fat 2, 3 – margarine, 4 – lard, 5 – butter

Lp.	Kwas tłuszczowy	1	2	3	4	5
1	C6:0	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,24 ^b
2	C8:0	0,39 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,04 ^c
3	C10:0	0,25 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,25 ^b	3,69 ^c
4	C11:0	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,06 ^b
5	C12:0	3,09 ^c	4,78 ^c	0,00 ^a	0,30 ^b	3,26 ^c
6	C13:0	2,07 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,11 ^b
7	C14:0	1,72 ^a	1,80 ^a	1,04 ^a	2,00 ^a	11,32 ^b
8	C14:1	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,95 ^b
9	C:15:0	0,15 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,20 ^c
10	C:16:0	18,87 ^b	13,86 ^a	38,81 ^d	26,50 ^c	30,15 ^c
11	C16:1	0,19 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	3,20 ^d	1,66 ^c
12	C17:0	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,25 ^b	0,63 ^b
13	C17:1	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,31 ^b	0,00 ^a
14	C18:0	2,79 ^a	2,81 ^a	4,49 ^a	12,66 ^b	11,24 ^b
15	C18:1	48,30 ^c	53,69 ^c	43,27 ^b	41,11 ^b	26,46 ^a
16	C18:2	13,14 ^b	16,39 ^c	10,53 ^b	11,00 ^b	0,73 ^a
17	C18:3n6	4,46 ^d	6,67 ^e	1,86 ^c	0,55 ^b	0,00 ^a
18	C:18:3n3	0,39 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
20	C20:0	1,48 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
21	C20:1	1,52 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,72 ^b	0,00 ^a
22	C20:2	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,55 ^b	0,00 ^a
SUMA SFA		30,81	23,25	44,34	41,96	63,94
SUMA MUFA		50,01	53,69	43,27	45,34	29,07
SUMA PUFA		17,99	23,06	12,39	12,10	0,73

a, b, c, d, e – grupy jednorodnie statystycznie zostały zaznaczone tymi samymi literami ($\alpha = 0,05$)

Zawartość wybranych makro- i mikroelementów w analizowanych tłuszczach jadalnych przedstawiono w tabeli 3. Najwyższą zawartością magnezu (16,55 mg/kg), wapnia

(152,1 mg/kg) oraz żelaza (0,92 mg/kg) charakteryzowało się masło. Notowane wartości korespondują z wynikami innych autorów, badających podobny materiał [Bilandzić i in. 2015; Souza i in. 2005]. Najwyższą zawartością potasu charakteryzowały się badane margaryny (271,68 mg/kg). W analizowanych miksach tłuszczowych znaleziono śladowe ilości niklu (0,21-0,68 mg/kg), co może świadczyć o wykorzystaniu tego metalu w procesie uwodorniania tłuszczów. Stosunkowo wysokim udziałem żelaza (12,32 mg/kg) w porównaniu do innych tłuszczów jadalnych cechował się smalec wieprzowy. Wysoka zawartość Fe mogła być w tym produkcie konsekwencją sposobu żywienia świń oraz metod produkcji jak również typowego dla tego produktu udziału żelaza w ogólnej puli mikroelementów. Ponadto zanotowano wysoką zawartość fosforu w 3 produktach: miksie tłuszczowym „1” (93,47 mg/kg), smalcu (110,22 mg/kg) oraz maśle (143,21 mg/kg).

Tabela 3. Zawartość wybranych składników mineralnych (mg/kg) analizowanych tłuszczów (n = 3); 1 – miks tłuszczowy 1, 2 – miks tłuszczowy 2, 3 – margaryna, 4 – smalec wieprzowy, 5 – masło
Elements (mg/kg) in analyzed fats (n = 3); 1 – miks fat 1, 2 – miks fat 2, 3 – margarine, 4 – lard, 5 – butter

Pierwiastek	1 [mg/kg]	2 [mg/kg]	3 [mg/kg]	4 [mg/kg]	5 [mg/kg]
Mg	10,87b	7,80b	4,73a	6,52a	16,55c
Ca	nd	nd	nd	nd	152,12a
K	72,75c	5,23a	271,68d	21,32b	nd
Fe	nd	3,13a	2,70a	12,32b	0,92c
Ni	0,21a	0,68a	nd	nd	nd
P	93,47b	5,95a	2,00a	110,22b	143,21b

nd – poniżej limitu detekcji

a, b, c, d, e – grupy jednorodnie statystycznie zostały zaznaczone tymi samymi literami ($\alpha = 0,05$)

Powszechnie wiadomo, że badanie wartości żywieniowych produktów spożywczych jest ważnym elementem dbania o jakość życia i zdrowie społeczeństwa. Rozwój technik analitycznych pozwala na coraz bardziej szczegółowe analizy składu żywności. Zastosowanie technik ICP OES oraz chromatografii gazowej pozwoliło na ocenę składu chemicznego wybranych smarowideł dostępnych na polskim rynku.

WNIOSKI

1. Profil kwasów tłuszczowych oraz zawartość wybranych makro- i mikroelementów w analizowanych tłuszczach jadalnych zależały głównie od zastosowanych przez producentów surowców oraz technologii.
2. Wszystkie analizowane smarowidła, z wyjątkiem masła, charakteryzowały się porównywalną sumą jednonienasyconych kwasów tłuszczowych.
3. Najwyższą sumą PUFA charakteryzowały się analizowane miksy tłuszczowe.
4. Najwyższe wartości wapnia, magnezu oraz fosforu odnotowano w maśle.

PIŚMIENNICTWO

1. Achremowicz B. (2007). Potrzeba regulacji zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych w żywności. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 3 (52), 5-14
2. Alonso L., Fraga M. J., Juárez M. (2000). Determination of trans fatty acids and fatty acid profiles in margarines marketed in Spain. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 77 (2), 131-136
3. Bhangar M. I., Farooq A. (2004). Fatty Acid (FA) Composition and contents of trans unsaturated FA in hydrogenated vegetable oils and blended fats from Pakistan. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 81 (2), 129-134
4. Bilandzić N. (2015). Content of macro- and microelements and evaluation of the intake of different dairy products consumed in Croatia. *J. Food Comp. Analysis*, 40, 143-147
5. Broś W. (2001). Produkcja i spożycie masła w Polsce. *Przem. Spoż.*, 55 (2), 5-6
6. Dang Van Q. C. (2011). Influence of the diet structure on ruminal biohydrogenation and milk fatty acid composition of cows fed extruded linseed. *Animal Feed Sci. Technol.*, 169, 1-2, 1-10
7. Flis K., Konaszewska W. (2007). *Podstawy żywienia człowieka*. Warszawa: WSiP
8. Gläser K. R., Wenk C., Scheeder M. R. (2004). Evaluation of Pork Backfat Firmness and Lard Consistency Using Several Different Physicochemical Methods. *J. Sci. Food Agric.*, 84 (8), 853-862
9. GUS. (2014). *Mały Rocznik Statystyczny Polski*. Warszawa
10. Hoffman L. C., Mellett F. D. (2003). Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. *Meat Sci.*, 65 (2), 869-875
11. Jarosz M., Buchłak-Jachymczyk B. (2012). *Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL

12. Kłosiewicz-Latoszek L. (2009). Zalecenia żywieniowe w prewencji chorób przewlekłych. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 90 (4), 447-450
13. Kochan Z., Karbowska J., Babicz-Zielińska E. (2010). Trans-kwasy tłuszczowe w diecie – rola w rozwoju zespołu metabolicznego. *Post. Hig. Med. Doświad.*, 64, 650-658
14. Lante A., Lomolino G., Cagnin M., Spettoli P. (2006). Content and characterization of minerals in milk and in crescenza and squacquerone Italian fresh cheeses by ICP-OES. *Food Control*, 17 (3), 229-233
15. Marciniak-Łukasiak K. (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Food. Sci. Technol. Quality*, 18 (6), 24-35
16. Motulsky A. G. (1989). Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board., National Research Council. *Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk*. Washington, DC: National Academy Press
17. Pariza M. W., Park Y., Cook M. E. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog. Lipid Res*, 40, 283-298
18. Prichard B. N., Smith C. C., Ling K. L., Betteridge D. J. (1995). Fish oils and cardiovascular disease beneficial effects on lipids and the haemostatic system. *BMJ Apr*, 310 (6983), 819-820
19. Rosiak E. (2004). Rynek tłuszczów – spożycie i prognozy popytu. *Przem. Spoż.*, 6 (58), 29-31
20. Sağdıç O., Dönmez M., Demirci M. (2004). Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butters produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control*, 15, 6, 485-490
21. Seppanen-Laakso T., Laakso I., Hiltunen R. (2002). Analysis of fatty acids by gas chromatography and its relevance to research on health and nutrition. *Anal. Chim. Acta*, 465 (1-2), 39-62
22. Souza R., Mathias B. R., C. L. P da Silveira, Aucélio R. Q. (2005). Inductively coupled plasma optical emission spectrometry for trace multi-element determination in vegetable oils, margarine and butter after stabilization with propan-1-ol and water. *Spectrochimica Acta - Part B. Atomic Spectroscopy*, 60 (5), 711-715
23. Suliburska J., Duda G. (2006). Żywieniowe czynniki ryzyka rozwoju pierwotnego nadciśnienia tętniczego. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 39 (3), 205-210
24. Szczepański J., Szmańko T., Korzeniowska M., Aniołowski K. (2007 b). Technological and nutritional characteristics of fat from crossbred of Polish large white pig with wild boar. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 57 (4), 517-521

25. Tsanev R., Russeva A., Rizov T., Dontcheva I. (1998). Content of trans – fatty acids in edible margarines. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75 (2), 143-145
26. Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J. (1993). Rola wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny N-3 w zapobieganiu i leczeniu miażdżycy. *Czynniki Ryzyka*, 2, 55-63