

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę

Polyunsaturated fatty acids and their influence on skin condition

HALINA BOJAROWICZ^{1/}, BARBARA WOŹNIAK^{2/}

^{1/} Pracownia Technologii i Formy Kosmetyku, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

^{2/} absolwentka Wydziału Nauk o Zdrowiu CM UMK

W prawidłowym rozwoju i funkcjonowaniu organizmu człowieka istotną rolę pełnią wielonienasycone wyższe kwasy tłuszczowe (WKT): omega-3 i omega-6, w tym przede wszystkim niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT): kwas linolowy i α -linolenowy. Niedobór NNKT, będących prekursorami prostaglandyn, powoduje, że naturalna odporność skóry zostaje znacznie osłabiona. W pracy przedstawiono aktywność biologiczną WKT, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na kondycję skóry.

Słowa kluczowe: wielonienasycone kwasy tłuszczowe, kwas linolowy, kwas α -linolenowy, sucha skóra

Polyunsaturated fatty acids (PUFA), particularly essential fatty acids (EFA): linoleic and α -linolenic acids play an important role in normal development and functioning of a human organism. Due to the shortage of EFA, which are precursors of prostaglandins, the skin natural immunity becomes largely reduced. This article presents biological activities of PUFA, particularly their influence on the skin condition.

Key words: essential fatty acids, linoleic acid, α -linolenic acid, dry skin

© Probl Hig Epidemiol 2008, 89(4): 471-475

www.phie.pl

Nadesłano: 20.10.2008

Zakwalifikowano do druku: 28.12.2008

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. farm Halina Bojarowicz

Pracownia Technologii i Formy Kosmetyku, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika ul. Jagiellońska 15, 85-067 Bydgoszcz

tel. 052 585 34 38, e-mail: hbojarowicz@cm.umk.pl

Skóra człowieka podlega ciągłym zmianom. Stan skóry jest uzależniony przede wszystkim od ogólnego stanu zdrowia. Wszelkie zaburzenia organizmu znajdują często odbicie w stanie cery. W prawidłowym funkcjonowaniu organizmu istotną rolę pełnią wielonienasycone wyższe kwasy tłuszczowe (WKT, *Polyunsaturated Fatty Acids* – PUFA): omega-3 i omega-6, w tym przede wszystkim niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT, *Essential Fatty Acids* – EFA). W pracy przedstawiono aktywność biologiczną WKT, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na kondycję skóry.

Po raz pierwszy pojęcie niezbędnych kwasów tłuszczowych (*essential fatty acids*) pojawiło się w 1929 r.; opisano specyficzne związki tłuszczowe konieczne dla wzrostu i rozwoju ssaków [1-2]. Wiele nowych doniesień o roli WKT i produktach ich oksydacji, a zwłaszcza o znaczeniu kwasu arachidonowego, przyniosły lata siedemdziesiąte ubiegłego stulecia. W 1982 roku Nagrodę Nobla w zakresie fizjologii i medycyny, za niezależne prace dotyczące WKT i ich pochodnych - prostaglandyn, otrzymali: John R. Vane oraz Sune K. Bergström i Bengt I. Samuelsson [3].

Krótką charakterystyka chemiczna oraz główne źródła WKT

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe zawierają w cząsteczce co najmniej dwa wiązanie podwójne i 18 lub więcej atomów węgla w łańcuchu alkilowym. Należą do nich kwasy:

linolowy (LA) (C18:2, n-6),
 α -linolenowy (ALA) (C18:3, n-3),
 γ -linolenowy (GLA) (C18:3, n-6),
arachidonowy (AA) (C20:4, n-6),
eikozapentaenowy (EPA) (C20:5, n-3),
dokozaheksaenowy (DHA) (C22:6, n-3) [4].

Powszechnie wyróżnia się dwie główne rodziny WKT, a mianowicie omega-6 (n-6) oraz omega-3 (n-3) [4-7]. Wynika to ze zróżnicowanych właściwości biologicznych związanych z położeniem wiązań podwójnych pomiędzy terminalną grupą metylową a 9 atomem węgla w cząsteczce. Węgiel grupy -CH₃ nazywa się węglem omega. Wiązania podwójne są rozdzielone przez co najmniej jedną grupę metylenową. Należy nadmienić, że w nazwach systematycznych kwasów nienasyconych podaje się położenie wiązań

podwójnych licząc od węgla grupy karboksylowej (np. kwas linolowy to 9,12-oktadekadienowy).

Aktywność biologiczna cząsteczki WKT jest funkcją jej konfiguracji cis oraz określonego położenia wiązań podwójnych.

Zwykle wskazuje się, że z powodu braku odpowiednich enzymów ustrój ludzki nie syntetyzuje kwasu linolowego (LA) i α -linolenowego (ALA) i dlatego stanowią one pulę tzw. niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Jednakże pojawiły się ostatnio dane mówiące o możliwości syntezy LA przez elongację kwasu heksadienowego (C16:2, n-6) oraz ALA przez wydłużenie łańcucha węglowego kwasu heksadekatrienowego (C16:3, n-3) w organizmach ssaków [4]. Pozostałe WKT nie są kwasami niezbędnymi w takim stopniu jak LA i ALA, gdyż ustrój syntetyzuje je z NNKT, pod warunkiem że są dostarczone z pożywieniem w dostatecznej ilości oraz że nie występuje defekt enzymatyczny na szlaku przemian metabolicznych. Z kwasu linolowego w organizmie człowieka mogą być syntetyzowane pozostałe kwasy z rodziny omega-6 (GLA, AA), natomiast kwasy eikozapentaenowy i dokozaheksaenowy mogą być syntetyzowane z ALA (omega-3) [4-6].

Kwas linolowy jest zatem najważniejszym wśród rodziny omega-6. Bogate źródła LA to różne oleje roślinne; słonecznikowy, sojowy, krokoszowy, z pestek winogron, z kielków pszenicy, kukurydziany, sezamowy, arachidowy.

Kwas γ -linolenowy (także omega-6) powstaje w wyniku działania enzymu delta-6-desaturazy na szlaku przemian metabolicznych kwasu linolowego. Naturalne źródła GLA to: nasiona ogórecznika lekarskiego, czarnej porzeczki, wiesiołka oraz olej konopny.

Kwas α -linolenowy (omega-3) występuje w niewielkich ilościach w nasionach lnu, soi, rzepaku, w orzechach włoskich i kielkach pszenicy oraz w glonach i fitoplanktonie morskim. EPA i DHA (także omega-3) są obecne przede wszystkim w tłuszczu ryb (dorsz, sola, makreła, śledź, łosoś) [4-6, 8-10].

Działanie WKT na organizm człowieka

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe stanowią materiał wyjściowy do biosyntezy eikozanoidów; prostaglandyn, prostacyklin, tromboksanów, leukotrienów. Biorą udział w transporcie i utlenianiu cholesterolu, są także składnikami lipidów błon komórkowych [4-6].

Powszechnie znaną właściwością WKT jest ich pozytywny wpływ na układ krążenia. WKT obniżają poziom cholesterolu, zmniejszają syntezę triacylogliceroli, hamują agregację płytek krwi, a także nieznacznie obniżają ciśnienie tętnicze. Odpowiednia ilość

i jakość spożywanych kwasów tłuszczowych odgrywa ogromną rolę w profilaktyce chorób tego układu. Nieprawidłowe nawyki żywieniowe w zakresie podaży lipidów są jednym z głównych czynników ryzyka choroby wieńcowej.

WKT z rodziny omega-6 wspomagają leczenie choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy, otyłości i cukrzycy [4].

Obecnie podkreśla się istotny wpływ kwasów omega-3, szczególnie DHA – kwasu dokozaheksaenowego, na rozwój mózgu oraz wzroku zarówno w okresie płodowym jak i pourodzeniowym [1,11]. Wpływ stosowanej diety na rozwój centralnego układu nerwowego stanowi temat licznych badań ostatnich kilkudziesięciu lat. Zwraca się także uwagę na niezbędną ilość kwasów tłuszczowych omega-6, głównie kwasu arachidonowego, w rozwoju mózgu dziecka w okresie płodowym oraz w zapobieganiu niedorozwojowi umysłowemu.

Procesom starzenia towarzyszy zmniejszenie poziomu DHA w mózgu. Podkreśla się więc rolę kwasów tłuszczowych omega-3 w profilaktyce chorób wieku podeszłego, takich jak demencja i choroba Alzheimera [1].

Uważa się także, że NNKT mają wpływ na zapadalność na choroby nowotworowe. Wpływ ten jest złożony i wciąż dyskusyjny. Przypuszcza się, że kwasy tłuszczowe omega-3, a przede wszystkim EPA i DHA, mogą hamować rozwój guzów nowotworowych, namnażanie tkanki nowotworowej i jej rozprzestrzenianie [6].

Wykazano, że niedobór WKT:

- zwiększa podatność na infekcje, zmniejsza odporność organizmu,
- zmniejsza syntezę prostaglandyn,
- może powodować bezpłodność,
- może powodować nadciśnienie,
- upośledza czynności fizjologiczne serca, wątroby, nerek, gruczołów dokrewnych, a także innych narządów i tkanek,
- wywołuje trombocytopenię (niedobór płytek krwi),
- wywołuje różne zmiany skórne,
- hamuje wzrost [5].

Niedobory WKT w organizmie mogą występować najczęściej w wyniku nieprawidłowych nawyków żywieniowych – zbyt małej ilości spożywanych ryb, olejów roślinnych, a zbyt dużych ilości tłuszczów nasyconych (głównie pochodzenia zwierzęcego). Mogą także występować w wyniku zaburzeń enzymatycznych na szlakach metabolicznych przemian kwasów tłuszczowych; np. w wyniku defektu enzymu delta-6 desaturazy zaburzone zostaje wytwarzanie GLA z LA. Defekt tego enzymu występuje często w wyniku

działania jego inhibitorów, którymi są m. in.: alkohol, nikotyna, wysoki poziom cholesterolu, cukrzyca, promieniowanie UV, różne infekcje, niedobór cynku, witaminy C. Ponadto istotne jest, iż poziom delta-6 desaturazy naturalnie obniża się w wyniku starzenia organizmu [4-6,11].

Zalecane normy spożycia tłuszczu uwzględniają zawartość sumy kwasów linolowego i α -linolenowego (NNKT). Udział energii z tych kwasów w całodziennej racji pokarmowej nie powinien być mniejszy niż 3% [4]. Zaleca się większe spożycie NNKT (4-6%) kobietom w ciąży i karmiącym (z uwagi na ich wpływ na rozwój układu nerwowego dziecka), a także osobom starszym (ze względu na zaburzenia gospodarki lipidowej i zmniejszoną aktywność enzymów uczestniczących w przemianach kwasów tłuszczowych). Zwiększony udział NNKT dotyczy także dzieci do 1. roku życia.

Dotychczas nie została ostatecznie określona optymalna ilość NNKT oraz proporcja między n-6 i n-3. Ziemiański i wsp. zalecają 6% udział energii z NNKT w całodziennej racji pokarmowej dla populacji polskiej [4,6].

Ostatnie badania wskazują, że optymalny stosunek kwasów n-6/n-3 w diecie, powinien wahać się w zakresie 2:1 do 3:1 [9,12]. Zbyt duża podaż omega-6 (co jest popularnym zjawiskiem) może powodować zaburzenia równowagi immunologicznej ustroju i większą skłonność do stanów zapalnych.

Procesy oksydacyjne WKT

Wiązania podwójne WKT bardzo łatwo ulegają procesom oksydacyjnym. Zjawisko to jest niekorzystne, gdyż peroksydacja nienasyconych kwasów tłuszczowych prowadzi do powstania nadtlenków kwasów tłuszczowych [4-6]. Reaktywne formy tlenu i wolne rodniki organiczne charakteryzują się bardzo dużą aktywnością chemiczną. Większe spożycie WKT powinno zatem wiązać się ze zwiększeniem spożycia antyoksydantów. Wykazano, że zapotrzebowanie na dodatkową podaż witaminy E w przypadku zwiększonego spożycia kwasów omega-3 jest trzy razy większe niż to ma miejsce w przypadku kwasu linolowego (omega-6). Duże spożycie kwasów z grupy omega-3 z tranu zwiększa zawartość nadtlenków w osoczu krwi, a jednocześnie zmniejsza naturalne mechanizmy antyoksydacyjne organizmu. Zaleca się więc zwiększenie ilości witaminy E przy diecie bogatej w kwasy omega-3. Efektywnymi antyoksydantami są także flawonoidy, które mogą przerywać ten proces zarówno na etapie inicjacji, jak i w późniejszych stadiach. Przypisuje się im szczególną rolę w ochronie kwasu linolowego. Najwłaściwszym postępowaniem w zakresie prewencji procesów oksydacyjnych, hamowaniu powstawania

i uszkadzającego działania wolnych rodników i nadtlenków lipidów, jest więc jednoczesne przyjmowanie różnych antyoksydantów, najkorzystniej w formie naturalnej (warzywa, owoce).

Z uwagi na możliwość występowania poważnych skutków niepożądanych w przypadku nadmiernej podaży WKT, niezbędne jest przestrzeganie optymalnych norm zapotrzebowania na te składniki.

Działanie WKT na skórę

Bariera ochronna, jaką stanowi skóra, utrzymuje równowagę między środowiskiem wewnętrznym a zewnętrznym organizmu. Mimo iż jest stosunkowo cienka, jeśli jest zdrowa, doskonale spełnia swoje funkcje ochronne. Jest to możliwe dzięki warstwie rogowej naskórka, która charakteryzuje się specyficzną strukturą. Znaczącą rolę pełnią tutaj lipidy oraz keratynocyty mające ogromny wpływ na utrzymanie właściwego nawilżenia skóry. Strukturę warstwy rogowej skóry przyrównuje się do „cegłanego muru”, gdzie rolę „cegła” pełnią keratynocyty, natomiast kompleksy lipidów odpowiadają „zaprawie murarskiej”. Kompleksy lipidów naskórkowych tworzą pomiędzy keratynocytami liczne dwufazowe warstwy, składające się głównie z ceramidów, wolnych kwasów tłuszczowych, steroli, a także fosfolipidów i skwalenu [7,10,13-14].

Różne czynniki egzogenne i endogenne mogą zaburzać prawidłowy skład lipidów, a tym samym funkcje bariery naskórkowej. Czynniki egzogenne mogą być m. in.: detergenty, promieniowanie UV i inne czynniki atmosferyczne. Do czynników endogennych zaliczyć można wszelkie procesy chorobowe skóry; stany zapalne oraz zaburzenia metabolizmu ceramidów i WKT w naskórku.

Do najważniejszych lipidów budujących barierę naskórkową należą m.in. ceramidy (sfingolipidy). Stanowią one aż 40% lipidów „cementu” międzykomórkowego. Dzięki ceramidom, nienasyconym kwasom tłuszczowym i sterolom, cement międzykomórkowy ma specyficzną, regularną strukturę ciekłych kryształów, co ma zasadnicze znaczenie w zatrzymywaniu wody w naskórku (należy podkreślić, że tylko prawidłowo nawilżony naskórek spełnia właściwie swoje funkcje fizjologiczne). W warstwie rogowej skóry ludzkiej zidentyfikowano siedem różnych ceramidów. Ceramid 1 zawiera kwas linolowy; w przypadku jego niedoboru w organizmie i skórze, zostaje on w ceramidach zastąpiony przez kwas jednonienasycony – oleinowy. Zmiana ta powoduje zaburzenia funkcjonowania tego ceramidu i obniża zdolności barierowe warstwy rogowej [10].

Drugim obok ceramidów ważnym elementem cementu międzykomórkowego, w którego skład wchodzi

WKT (głównie kwas linolowy), są fosfolipidy budujące błony komórkowe. Fosfolipidami są lecytyny, które regulują oddychanie skóry oraz wymianę materiału komórkowego, a w procesie keratynizacji naskórka, poprzez działanie lecytynaz, dostarczają wolnych kwasów tłuszczowych. Wpływają zatem na utrzymanie prawidłowego pH skóry.

Deficyt kwasu linolowego i α -linolenowego wiąże się z objawami suchej skóry. Przy prawidłowo przebiegających procesach fizjologicznych, GLA uzyskiwany jest na drodze reakcji enzymatycznej z LA. Wraz z wiekiem zmniejsza się ilość delta-6 desaturazy, a więc jednocześnie maleje stężenie GLA oraz innych aktywnych biologicznie substancji, powstających z kolei w toku dalszych przemian biochemicznych tego kwasu. Stan niedoboru LA, czy też wszelkie zaburzenia metabolizmu GLA, stanowią zatem przyczynę występowania wielu schorzeń skóry, w tym również nadmiernego wysuszenia. Niedobór delta-6 desaturazy oraz ceramidów występuje m. in. w atopowym zapaleniu skóry. Zaburzenia metabolizmu NNKT uważa się za jedną z możliwych przyczyn powstawania łuszczycy [7,10,13-14].

Zewnętrzne stosowanie kwasu linolowego nie prowadzi do jego przekształcenia w GLA. Zaznacza się jednak, że kwas ten aplikowany bezpośrednio na skórę doskonale się wchłania i głęboko penetruje. Enzym konieczny do dalszych przemian GLA – elongaza – w skórze również jest obecny, stąd może podlegać przekształceniu w DGLA (kwas dihomu- α -linolenowy), a następnie za pośrednictwem delta-5 desaturazy, w pozostałe produkty tejże reakcji. Kwas α -linolenowy może być ponadto, podobnie jak linolowy, wbudowany w fosfolipidy błon komórkowych oraz ceramidy cementu międzykomórkowego [10,13-14].

W suchej skórze stwierdza się spadek zawartości wody poniżej 10%, a także nieprawidłowości w składzie naturalnego czynnika nawilżającego (NMF). Klinicznymi objawami są: odczucie szorstkości i napięcia skóry, rogowacenie naskórka, złuszczenie, drobne pęknięcia i zmarszczki, jak też zmniejszona naturalna odporność na szkodliwe czynniki zewnętrzne. Trudniej goją się wszelkie rany i uszkodzenia, łatwiej też dochodzi do podrażnień skóry i jej zaczerwienienia, co może w ostateczności prowadzić do kontaktowego zapalenia skóry, gdyż skóra sucha zwiększa możliwość penetracji alergenów i innych substancji drażniących. Może też prowokować zmiany trądzikowe oraz nasilać łojotokowe zapalenie skóry. Wykazano, iż przy zaburzeniu poziomu prostaglandyn wszelkie stany zapalne czy alergiczne ulegają nasileniu.

Niedobór WKT w diecie młodzieży w okresie dojrzewania powoduje charakterystyczne dla trądziku zmiany; sebum staje się mniej płynne, co prowadzi

do zaczerwienia ujęć gruczołów łojowych i powstania zaskórników, a w toku dalszych reakcji – stanów zapalnych. Następuje zmiana pH skóry, co może być przyczyną nasilenia kolonizacji bakterii i grzybów i w następstwie powodować stany zapalne itd.

Sucha skóra to nie tylko problem kosmetyczny, ale też medyczny; może występować w przebiegu keratodermii dłoni i stóp, rybiej łuski, łuszczycy, atopowego zapalenia skóry, trądziku. Wielu dermatozom towarzyszy obniżona ilość ceramidów i innych naturalnych lipidów [8-11,13,14].

W przypadku suchości skóry wywołanej deficytem lub zaburzeniami metabolizmu WKT, często notuje się zaburzenia keratynizacji (rogowacenia) naskórka. Za regulację tych procesów odpowiadają m. in. prostaglandyny. Zaburzenia takie notuje się m. in. w takich schorzeniach, jak trądzik pospolity, łuszczycy, rybia łuska i atopowe zapalenie skóry.

Ponadto należy zwrócić uwagę na korzystny wpływ kwasów omega-3 w przypadku zmian zapalnych indukowanych promieniowaniem UV. Wykazano, że EPA i DHA mogą znacznie zredukować wydzielane pod wpływem działania ultrafioletu substancje prozapalne. Działają zatem ochronnie, zmniejszając skutki poparzeń słonecznych, aktywizując jednocześnie procesy naprawcze i łagodzą podrażnienia.

Skuteczność stosowania WKT w przypadku suchości skóry jak i zapobieganiu temu zjawisku potwierdziły wyniki wielu badań [8-10, 12-16]. Obserwuje się pozytywne efekty działania preparatów zawierających mieszaniny ceramidów, cholesterolu i wolnych kwasów tłuszczowych, w tym WKT, a zwłaszcza kwasu linolowego. Wskazuje się, iż optymalną mieszaninę stanowi układ: cholesterol/ceramidy/nasycone kwasy tłuszczowe/WKT w proporcji: 3/1/1/1 [14].

Wielonienasycone wyższe kwasy tłuszczowe, a także ich estry (triglicerydy) są składnikami wielu efektywnych preparatów do pielęgnacji, a także leczenia niektórych schorzeń skóry, przebiegających z nadmiernym wysuszeniem naskórka.

Obecnie zaleca się także stosowanie doustne preparatów z NNKT – suplementów diety – szczególnie z kwasami omega-3, m.in. w celu poprawy kondycji skóry [8,9,15,16]. Badając ich efektywność, np. kapsułek z olejem z wiesiołka – bogatym źródłem GLA – (stosowano preparat w ilości 3 × 500 mg przez 12 tygodni) uzyskano poprawę takich parametrów skóry jak: nawilżenie, elastyczność, gęstość, szorstkość oraz odporność na zmęczenie [16]. Stosując doustnie olej konopny (30 ml) przez 8 tygodni u pacjentów ze skórą atopową uzyskano także istotną poprawę, szczególnie w zakresie typowych objawów atopii, takich jak suchość i świąd skóry [15].

Podsumowując należy podkreślić, iż dieta z odpowiednim udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 wraz z dużą ilością antyoksydantów jest niezbędna dla zachowania zdrowia i urody. Należy zatem zachęcać nasze społeczeństwo do zwiększenia konsumpcji ryb oraz warzyw i owoców.

Procesom starzenia towarzyszy zwykle problem suchej skóry. Warto wówczas zwrócić szczególną uwagę także na skład kosmetyków i stosować do pielęgnacji preparaty zawierające oleje roślinne (źródło WKT) oraz antyoksydanty, których źródłem mogą być ekstrakty roślinne – coraz częściej obecne w licznych produktach kosmetycznych i leczniczych.

Piśmiennictwo / References

1. Uauy R, Dangour AD. Nutrition in brain development and aging: role of essential fatty acids. *Nutr Rev* 2006; 64(5): 24-33.
2. Burr GO, Burr MM. New deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J Biol Chem* 1929; 82: 345-67.
3. http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1982/
4. Przysławski J. Podstawowe składniki odżywcze. II.3. Tłuszczowce (lipidy). [w:] Gertig H, Przysławski J (red): *Bromatologia – zarys nauki o żywności i żywieniu*. Wyd Lekarskie PZWL, Warszawa 2007; 75-107.
5. Ciborowska H. Składniki odżywcze i ich znaczenie w żywieniu [w:] Ciborowska H, Rudnicka A (red): *Dietetyka. Żywność zdrowego i chorego człowieka*. PZWL, Warszawa 2000: 32-97.
6. Ziemiański Ś. Zapotrzebowanie człowieka na tłuszcze [w:] Ziemiański Ś (red): *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*. PZWL, Warszawa 2001: 78-114.
7. Malinka W. *Zarys chemii kosmetycznej*. Volumed, Wrocław 1999
8. Van Gool CJ, Zeegers MP, Thijs C. Epidemiology and Health Services Research. Oral essential fatty acid supplementation in atopic dermatitis – a meta-analysis of placebo-controlled trials. *Br J Dermatol* 2004; 150: 728-740.
9. Callaway J, Schwab U, Harvima I i wsp. Efficacy of dietary hempseed oil in patients with atopic dermatitis. *J Dermatol Treat* 2005; 16: 87-94.
10. Bem B. Rola wyższych kwasów tłuszczowych w fizjologii skóry. *Pol J Cosmetol* 2003; 2: 93-101.
11. Innis SM. Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. *Brain Res* 2008; 1237: 35-43.
12. Simopoulos AP. The importance of the omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 234-8.
13. Raszeja-Kotelba B, Placek W. Kliniczne i terapeutyczne spojrzenie na problem suchej skóry. *Pol J Cosmetol* 1999; 1: 2-9.
14. Szmurło A. Rola lipidów naskórkowych w prawidłowym funkcjonowaniu bariery naskórkowej. *Dermatologica* 2006; 7: 53-56.
15. Primavera G, Berardesca E. Clinical and instrumental evaluation of food supplement in improving skin hydration. *Int J Cosm Sci* 2005; 27: 199-204.
16. Muggli R. Systematic evening primrose oil improves the biophysical skin parameters of healthy adults. *Int J Cosm Sci* 2005; 27: 243-249.