



Az anyatej összetétele II. Zsírtartalom, zsírsav-összetétel (Irodalmi áttekintés)

Salamon¹ Sz., Csapó^{1,2} J.

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvári Egyetem, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők az anyatej kolosztrumának és tejének zsírtartalmát és zsírsav-összetételét elemezték a legújabb publikációk tükrében. Megállapították, hogy az anyatej átlagos zsírtartalma 3,6–4,0% között van, amely a laktáció során emelkedik. A különböző népcsoportok között nem találtak szignifikáns különbséget az anyatej zsírtartalmában, bár az utótej és az elhízott anyák tejének zsírtartalmát magasnak (4–8%) találták. A telített zsírsavak 45–55%-ban járulnak hozzá az anyatej energiatartalmához; mennyiségük 38–41% a tejsírban, ami nem változik a laktáció folyamán. Az anya vajfogyasztásával nő az anyatej palmitinsav- és sztearinsav-tartalma, és az egyéb táplálék zsírsav-összetétele is jelentős mértékben befolyásolja a telített zsírsav-tartalmat. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak közül az olajsav 35–42%-át, az elaidinsav 11–12%-át teszik ki a tejsírban. Az anyatej többszörösen telítetlen zsírsav-tartalmát jelentős mennyiségben befolyásolja az élelmiszer összetétele, és a népcsoportok között kimutatott jelentős különbségeket is a táplálkozásbeli különbségekre lehet visszavezetni. A laktáció során az ω3-zsírsavak mennyisége csökken, az ω6-zsírsavaké viszont nő. A földrajzi és táplálkozásbeli különbségeknek, különösen a hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavak koncentrációjára van hatása. Az esszenciális zsírsavak közül az anyatej linolénsav-tartalma 12–13% közötti, szélsőséges esetben elérheti a 20%-ot is, míg a többi esszenciális zsírsav koncentrációja 0,1–1,5% között mozog. Nem találtak különbséget a jól és a rosszul táplált anyák között, és a népcsoportok közötti különbségek is a táplálkozási viszonyokra vezethetők vissza. A laktáció során a linsav és a linolénsav koncentrációja nő, az arachidonsav és a dokozahexaénsav koncentrációja pedig csökken. A transz zsírsavak átlagosan a tejsír 0,2–17%-át teszik ki a tejsírban. Egyesek szerint nincs, mások szerint jelentős befolyással van koncentrációjukra a hidrogénezett növényi olajok (margarinok) fogyasztása. Ugyancsak befolyásolja a tejsír konjugált linsav-tartalmát a táplálék, és jelentősen növeli azt az alpesi vajfogyasztás.

(Kulcsszavak: anyatej, kolosztrum, zsírtartalom, zsírsavösszetétel, SFA, MUFA, PUFA, CLA, konjugált linsav)

ABSTRACT

Composition of the mother's milk II., Fat contents, fatty acid composition (Review)

Sz. Salamon¹, J. Csapó^{1,2}

¹Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda Campus, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

The authors have analysed fat contents and fatty acid composition of the mother's colostrum and mother's milk in comparison with the newest publications. They have established that the

average fat contents of the mother's milk were 3.6–4.0%, and increased during lactation. Among the different ethnic groups there was found no significant difference in the fat contents of the mother's milk, although fat contents of the remainder and milk of corpulent mothers were found high (4–8%). Saturated fatty acids contribute in 45–55% to the energy value of mother's milk; their amount is 38–41% in the milk fat, which does not change during lactation. With increasing butter consumption palmitic acid and stearic acid contents of the mother's milk increase, and also fatty acid composition of other nutriment is considerably affects the saturated fatty acid contents. Out of the monounsaturated fatty acids oleic acid represents 35–42%, whereas elaidic acid represents 11–12% of milk fat. Multiple unsaturated fatty acid contents of mother's milk are substantially affected by the food composition, and also the significant differences between the ethnic groups can be attributed to differences in the nutrition. During the lactation the amount of the $\omega 3$ fatty acids reduces while that of the $\omega 6$ fatty acids increase. The geographical and nutritional differences have effect especially on the concentration of long-chain multiple unsaturated fatty acids. Out of the essential fatty acids linolenic acid contents of the mother's milk are between 12–13%, in extreme cases can even reach 20%, whereas concentration of the other essential fatty acids is around 0.1–1.5%. No difference was found between the well and badly fed mothers, and the differences between the ethnic groups can also be attributed to the nutritional conditions. During the lactation concentration of both linoleic acid and linolenic acid increases, whereas concentration of arachidonic acid and docosahexaenoic acid decreases. Trans fatty acids form 0.2–17% of milk fat on average. Some believe that consumption of hydrogenated vegetable oils (margarines) does not have any effect on the concentration of trans fatty acids, while others think that it does. Similarly, conjugated linoleic acid contents of milk fat are influenced by the nutriment, and are considerably increased by consumption of alpine butter. (Keywords: mother's milk, colostrum, fat content, fatty acid composition, SFA, MUFA, PUFA, CLA, conjugated linoleic acid)

ZSÍRTARTALOM

Yamawaki és mtsai. (2005) Japán különböző vidékeiről származó nők tejének zsírtartalmát vizsgálták. A zsírtartalom a laktáció 11–89. napja között szignifikánsan nagyobb volt (3,75–3,90%), mint a laktáció 1–10. napja között (2,68–2,77%). A mintavétellel egy időben adatokat gyűjtöttek a dohányzási szokásokról, a vitamin-kiegészítésről, az újszülött születési súlyáról és hogy a mintát a bal vagy a jobb mellből vették. A kialakított csoportok között nem találtak szignifikáns különbséget a tej zsírtartalmát illetően. *Rocquelin és mtsai.* (1998a, 1998b) kongói anyák tejének zsírtartalmát a laktáció 5. hónapjában 2,87%-nak mérték. Megállapították, hogy a tej zsírtartalma negatív kapcsolatban van a testtömegindexszel, és hogy a kongói nők tejének zsírtartalma függ az anya táplálkozásától. *Saarela és mtsai.* (2005) a laktáció első hat hónapja alatt vizsgálva a tej zsírtartalmát megállapították, hogy az anyatej zsír- és energiatartalma szignifikánsan nem változik a laktáció első hete és 6. hónapja között, és hogy az utótej zsírtartalma (5,86%), több mint kétszerese lehet az előtejének (2,70%), ugyanis a tej zsírtartalma jelentős mértékben nő a szoptatás során. A teljes energiatartalom 105–126 kJ/100 ml-rel volt nagyobb az érett tejben, mint az előtejben. *Clark és mtsai.* (1982) 10 anyától a laktáció 2., 6., 12., 16. hetén vett tej összes lipidtartalmát vizsgálva azt tapasztalták, hogy az szignifikánsan nő a második héten mért 3,9%-ról a 16. héten mért 5,2%-ra. *Glew és mtsai.* (2006) az észak-nigériai, fulani nomád törzsek asszonyai tejének zsírtartalmát 3,05%-nak, a városi anyákét pedig 3,63%-nak mérték, a különbség azonban nem volt szignifikáns a két csoport között.

Bertschi és mtsai. (2005) szerint különböző mennyiségű vaját fogyasztó német anyák tejének zsírtartalma 3,3–3,4% között változott. *Marín és mtsai.* (2005) szerint az argentinai La Plata-ban élő elhízott anyák tejének zsírtartalma szignifikánsan nagyobb volt a normál, valamint a kövér anyákéhoz képest (98,1 g/l; 69,2 g/l; 71,5 g/l). *Finley és mtsai.* (1985) vegetáriánus, félig vegetáriánus és nem vegetáriánus anyák tejszírtartalmában nem találtak különbséget a három csoport között. Azoknál az anyáknál, akik naponta kevesebb, mint 35 g állati eredetű zsiradékot fogyasztottak, a tejszír zsírsav-összetétele szignifikánsan függött az állati zsírbeviteltől. Azon anyáknál, akik naponta több mint 35 g állati eredetű zsírt fogyasztottak, az anyatej zsírtartalma szoros pozitív összefüggésben volt a C10:0, a C12:0 és a C18:3 zsírsavakkal, és negatív összefüggést mutatott a tejszír palmitinsav- és sztearinsav-tartalmával. Az eredmények alapján, arra a következtetésre jutottak, hogy mind a palmitinsav, mind a sztearinsav esetében a vérből a tejmirigybe történő átmenet limitálva van.

Picciano (2001) szerint a tejszír a tej legváltozatosabb komponense, amit nagyon sok tényező befolyásol. A csecsemő táplálása is hatással van rá, ugyanis az anyatej zsírtartalma jelentős mértékben nő a szoptatás során. Amennyiben az anya tápláléka alacsony zsírtartalmú, megnövekszik a közepes lánc hosszúságú zsírsavak (C6–C10) endogén szintézise, és az anya tápláltsági színvonala, a terhesség alatti túlsúly is kapcsolatba hozható a megnövekedett tejszírtartalommal. A lipidek jelentik a tej legfontosabb energiát adó vegyületeit, melyek 97–98%-a trigliceridek formájában fordulnak elő az anyatejben. *Minda és mtsai.* (2004) Pécsen élő, 18, egészséges csecsemőt szült anyától gyűjtöttek tejmintát a szülés utáni 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., majd a 14. és 28. napon. A tejminták zsírtartalma 4–8 g/100 ml között változott, amelyet gravimetriásan határoztak meg. *Al-Tamer és Mahmood* (2004) a koraszülő és a normál időre szülő anyák tejének összetételét vizsgálva Irakban megállapították, hogy a zsírtartalom a koraszülő anyák kolosztrumában szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a normál kolosztrumban. *Koletszko és mtsai.* (2001) az egészséges, jól táplált anyák tejét feltétlenül javasolják csecsemők táplálására életük első hat hónapjában, mert az anyatej zsírtartalma (átlagosan 3,8–3,9%) ugyan széles határok között változik, de mégis a csecsemő fő energiaforrása, mely 40–55%-kal járul hozzá az összes energia-bevitelhez.

AZ ANYATEJ LIPIDJEI

A tejben lévő lipidek a néhány μm átmérőjű zsírgolyócskákban találhatóak, amelyek a tejmirigy alveoláris sejtjeiben keletkeznek. A tejszírgolyócskának van egy hidrofób magja, ami gazdag trigliceridekben, és koleszterin-észtert és A-vitamin-észtereket is tartalmaz. A zsírgolyócskák felszínén amfipatikus foszfolipidek, valamint fehérjék, koleszterin és enzimek találhatóak. Az amfipatikus felszín miatt tud a zsírgolyócska a vizes közegben stabil lenni, és létrehozni az olaj a vízben emulziót. A membrán legnagyobb része az apikális plazmából és a Golgi-készülék membránjából tevődik össze, amelyek a zsírral együtt kitérnek a tejmirigy sejtjeiből. A zsírgolyócskák átmérője 1–10 μm , így az 1 dl tejben levő zsírgolyócskák felülete 4,5 m^2 . A zsírgolyócskák felületéhez különböző lipázok kötődnek, amik hozzájárulnak a trigliceridek hatékony emésztéséhez. A tej zsírtartalmának növekedésével a laktáció első négy hete alatt a zsírgolyócskák nagysága is növekedni fog, ami együtt jár a foszfolipidek és a koleszterin csökkenésével a membránban. A tejmirigy alveoláris sejtjei alakítják ki a tejszírt, melyet a szopással, vagy az agyalapi mirigyben termelődő prolaktin adagolással lehet stimulálni. A tejszír nagyobbik része az anya által elfogyasztott élelmiszerekből származik, másik része pedig

az anya testének tartalékaiból ered. A tejsír egy része a tejmirigyben helyben glükózból szintetizálódik, amely főként 10–14 szénatomszámú zsírsavakat eredményez. Az így keletkezett közepes láncosszúságú zsírsavak mennyisége növekszik a tejsírban, amikor az anya tápláléka alacsony zsír- és magas szénhidrát-tartalmú. Nincs lényeges különbség a lipidösszetételben a korán és a normál időre szülő anyáknál (Koletzko és mtsai., 2001).

Az anyatej lipidjei tartalmazzák a zsírolékony vitaminokat és a többszörösen telítetlen zsírsavakat (PUFA) beleértve ezek közé a linolsavat (LA, 18:2n-6) és az α -linolénsavat (ALA, 18:3n-3). A különböző PUFA-król kiderült, hogy speciális biológiai funkcióval rendelkeznek. A linolsav például összetevője a bőrkeramidoknak, amiknek fontos szerepe van az epidermális vízgát kialakításában. Az LA és az ALA prekursorai a 20 és 22 szénatomos PUFA-nak. Az n-6 és n-3 zsírsavak olyan enzimreakciókban vesznek részt, melynek során a hosszúszenláncú, telítetlen zsírsavak (LC-PUFA) keletkeznek, mint amilyen a di-homo- γ -linolénsav és a dokozahexaénsav (DHA). Az LC-PUFA-k fontosak a membránok szerkezetének kialakításában, és perinatálisan akkumulálódnak olyan membránokban gazdag szövetekben, mint az idegszövet és a retina (Koletzko és mtsai., 2001).

ZSÍRSAV-ÖSSZETÉTEL

Telített zsírsavak

Shores és mtsai. (2000) 33 fulani nő tejében a réz és a közepes szénláncú telített zsírsavak közötti összefüggéseket vizsgálták. A réztartalomra 399 $\mu\text{g/l}$ értéket kaptak, a kaprinsav-tartalmat 0,28; a laurinsav-tartalmat 9,10; a mirisztinsav-tartalmat pedig 12,5%-nak mérték az összes zsírsav relatív tömegszázalékában. A három közepes szénláncú telített zsírsav, összesen 21,5%-ot tett ki az összes zsírsav százalékában. Szignifikáns összefüggést találtak a réztartalom és a három zsírsav, valamint az összes közepes szénláncú zsírsav mennyisége között ami azzal magyarázható, hogy vagy a tejmirigyben egy réztartalmú enzim szükséges a C_{10} – C_{14} zsírsavak szintéziséhez, vagy a közepes szénláncú zsírsavak képesek speciális módon rezet megkötni. *Minda és mtsai.* (2004) Pécsen élő anyák tejének telített zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a telített zsírsavak közül a palmitinsav csökken a laktáció folyamán (25,73–22,33%), a mirisztinsav és a sztearinsav mennyisége viszont lényeges változást nem mutatott a laktáció első három hónapjában ($\text{C}_{14:0}$ 5,16–6,25%; $\text{C}_{18:0}$ 6,96–7,04%). *Marangoni és mtsai.* (2000) tíz olasz anya tejének zsírsav-összetételét vizsgálták a laktáció első napján, majd a laktáció 1., 3., 6., 9. és 12. hónapjában vett tejmintákból. A laktáció során a telített zsírsavak összes mennyiségében szignifikáns változást nem tudtak kimutatni; az 38–41% között változott.

Sala-Vila és mtsai. (2005) 66 granadai, normál időre szülő anya kolosztrumának (1–5 nap), átmeneti tejének (6–15 nap) és érett tejének (15–30 nap) telített zsírsav-összetételét vizsgálták. Meghatározva a foszfolipidek zsírsav-tartalmát megállapították, hogy a palmitinsav (23,38–24,32%) szignifikánsan nő a kolosztrumtól az érett tejig, a kolosztrum viszont több sztearinsavat (24,00–23,49%) tartalmaz, mint az érett tej. A telített zsírsavak mennyiségét ($\text{C}_{8:0}$ – $\text{C}_{24:0}$) szignifikánsan nagyobbak mérték az átmeneti- (56,18%) és az érett tejben (56,89%), mint a kolosztrumban (52,96%). *López-López és mtsai.* (2001) szerint a humán kolosztrumban nagy mennyiségben van jelen a palmitinsav (19,64–19,9%) és a sztearinsav (5,24–5,30%). 1% fölötti mennyiséget mértek még a laurinsav és a mirisztinsav esetében, míg az összes többi telített zsírsav 1%-nál kisebb koncentrációban volt jelen az anyatej tejsírjában.

Fidler és mtsai. (2001) Szlovéniában, városban és vidéki környezetben élő anyák kolosztrumának zsírsav-összetételét vizsgálva nem találtak lényeges különbséget a kolosztrum zsírsav-összetételében. Az anyatej átlagos telített zsírsav-tartalma 37,68% volt. *Bahrani és Rahimi* (2005) 52 egészséges, 19–39 év közötti, szoptató, nyugat-iráni anya tejének telített zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a telített zsírsavak közül a közepes szénatomszámú zsírsavak (C6:0–C18:0) alkotják a fő frakciót 37,3%-kal. *Schmeits és mtsai.* (1999) 48, Nepál vidéki tartományában élő anya tejében a C10:0–C14:0 zsírsavak mennyiségét 25%-nak mérték. *Xiang és mtsai.* (1999) szerint Észak-Kína vidéki környezetében élő 41 anya tejének telített zsírsav-koncentrációja 34,66–36,59% között alakult. *Precht és Molquentin* (1999) 40 német anya tejének telített zsírsav-tartalmára a következő koncentrációkat állapította meg: C12:0 3,12%; C14:0 6,43%; C16:0 25,28%; C18:0 7,41%. *Bitman és mtsai.* (1986) az anyatej zsírsav-összetételét elemezve megállapították, hogy a közepes szénláncú zsírsavak (C12:0, C14:0, C16:0) mennyisége a nagyon koraszülő és a koraszülő (23%) anyák kolosztrumában jelentős mértékben kisebb, mint a normál kolosztrumban (35%). *Glew és mtsai.* (2006) a fulani nomád törzsek és a városi anyák tejének C6:0-C14:0 közepes lánc hosszúságú zsírsavai mennyiségét azonosnak találták (26,6–25,2%).

Fidler és Koletzko (2000) 15 tanulmány eredményeit összegezték, amelyek a világ 16 régiójából származó anyák kolosztrumának zsírsav-összetételével foglalkoztak. Megállapították, hogy a telített zsírsavak mennyisége hasonló volt a dél-európai országokban (Spanyolország, Franciaország, Szlovénia), a Szent-Lucián élő anyák kolosztruma viszont a magas szénhidrát- és az alacsony zsírtartalmú tápláléknak köszönhetően több telített zsírsavat tartalmazott. Az ausztráliai anyák kolosztrumában a telített zsírsavak mennyisége 43,8% volt. *Bertschi és mtsai.* (2005) vizsgálatai szerint német anyáknál az alpesi vaj fogyasztásának hatására a tejben megnőtt a palmitin-, és a sztearinsav aránya, valamint az összes telített zsírsav mennyisége. *Silva és mtsai.* (2005) brazil anyák érett tejének telített zsírsav-összetételét meghatározva 80 tejmintát gyűjtöttek 18 egészséges donortól a laktáció 4–13. hete között, akik a születés utáni 37–42. hétig szoptatták csecsemőjüket. Megállapították, hogy a telített zsírsavak közül a palmitinsav van jelen a legnagyobb koncentrációban (17,3%), ami az összes telített zsírsav 43,5%-át teszi ki, majd a mirisztinsav (7,02%), a laurinsav (6,88%) és a sztearinsav (5,43%) következik. Véleményük szerint a táplálék zsírsav-összetétele jelentős mértékben befolyásolja az anyatej zsírsav-összetételét.

Hayat és mtsai. (1999) 19 egészséges, 20–30 év közötti kuvaiti anya tejének telített zsírsav-összetételét vizsgálták, mellyel párhuzamosan egy kérdőív alapján felmérték az egyes anyák által fogyasztott élelmiszereket, amik nagyon gazdagnak bizonyultak zsírokban és fehérjékben. Vizsgálataik szerint a tej összetételét jelentős mértékben befolyásolta az anyák élelmiszerfogyasztása és az élelmiszerek zsírsav-összetétele. Megállapították, hogy az összes zsírsav-tartalom 42,6%-át a telített zsírsavak alkotják, melyen belül a legnagyobb mennyiségben a palmitinsav (50,8%), majd a sztearinsav (6,5%), a mirisztinsav (6,4%) és a laurinsav (6,0%) fordul elő. *Marín és mtsai.* (2005) az argentinai La Plata-ban élő anyák tejének telített zsírsav-összetételét vizsgálva elemezték a kapcsolatot a zsírsav és az anya által fogyasztott élelmiszerek összetétele között. Az egyes telített zsírsavak mennyiségében az elhízott, valamint a kövér anyák között nem találtak különbséget annak ellenére, hogy a 10–14 szénatomszámú zsírsavak koncentrációja az elhízott anyáknál volt a legkisebb. A telített zsírsavakon belül mindhárom csoportnál a legnagyobb koncentrációban a palmitinsav volt jelen (20,58–21,19%). Az összes zsírsav-tartalmon belül a telített zsírsavak

mennyisége 42,85%-ot tett ki. Nem állapítottak meg számottevő különbséget az argentin, az amerikai, a japán, valamint a kínai anyák tejének telítettszsírsav-tartalmában.

Rocquelin és mtsai. (1998a, 1998b) a kongói anyák tejének telítettszsírsav-összetételét vizsgálták, különös tekintettel az anya tápláltsági színvonalára és az újszülött zsírsav-szükségletének kielégítésére. A laktáció 5. hónapjában lévő kongói nők tejjében relatíve magas volt a C8:0–C14:0 zsírsavak (25,97%) mennyisége. A zsírsav-összetételt kapcsolatba hozták a magas szénhidrát-tartalmú táplálékok fogyasztásával, amik elősegítik a C8:0–C14:0 zsírsavak bioszintézisét. Összességében megállapították, hogy a kongói nők tejének zsírtartalma és a zsír zsírsav-összetétele jelentős mértékben függ az anya táplálkozásától. *Xiang és mtsai.* (2005) kínai és svéd anyák tejének telítettszsírsav-tartalmát vizsgálva elemezték a táplálék hatását a tej összetételére. A kínai anyák főként rizst, párolt babot, nudlit, kínai káposztát és sertéshúst fogyasztottak. A svéd anyák tápláléka kenyérből, krumpliból, tésztából, tejből, savanyútejből és sajtból állt. A kínaiak több szénhidrátot (az energia 17%-a), kevesebb fehérjét (az energia 4%-a) és zsírt (az energia 12%-a) fogyasztottak, mint a svédek. A kínaiak ételleinek zsírtartalma szójaolajból és sertéshúsból, a svédeké pedig főként sajtból származott. Megállapították, hogy az előzőekben felsorolt táplálkozás hatására a kínai anyák tejének összes telítettszsírsav-tartalma, az arachidinsav (C20:0) és a behénsav (C22:0) kivételével, szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a svéd anyáknál. Ezen belül a C12:0–C18:0 tartományban a zsírsav-tartalom a kínaiaknál szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a svédeké; a C20:0–C24:0 tartományban viszont ellentétes eredményeket kaptak. *Serra és mtsai.* (1997) étvágy szerint táplálkozó hús olasz anya tejének zsírsav-összetételét meghatározva az érett tejben a telített zsírsavak mennyiségét 45,50%-nak mérték. Megállapították, hogy az olasz anyák tejszírjának zsírsav-összetétele hasonlít a dél-európai államokban élő anyákéhoz, ami valószínűleg a hasonló táplálkozási szokások következménye. *Laryea és mtsai.* (1995) a jól táplált szudáni anyák tejszírjának zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a telített zsírsavak mennyisége 46%-ot tett ki az összes zsírsav-tartalmon belül. *Picciano* (2001) szerint az anyatej telítettszsírsav-összetételét (C12:0–C18:0) nagyon sok tényező befolyásolja. Ezek a zsírsavak 45–55%-ban járulnak hozzá az anyatej energiataralmához.

Koletzko és mtsai. (2001) szerint az anyatej lipidjeinek legnagyobb részét a telített zsírsavak alkotják. A növényi olajokban a telített zsírsavak többé-kevésbé véletlenszerűen foglalják el helyüket a triglicerid molekulában, az anyatejben viszont a telített palmitinsav az sn-2 pozícióban kötődik. Mivel a lipolitikus enzimek az sn-1 és sn-3 pozícióban levő kötések hatékonyabban hasítják, az anyatejben levő palmitinsav főként monoglicerid alakban található, melynek abszorpciója nagyobb, mint a szabad palmitinsavé, mert a monoglicerid nagyobb polaritása miatt az abszorpció könnyített. A legtöbb palmitinsav az sn-2 helyzetben abszorbeálódik, ami szerkezetét a felszívódás után a vékonybélben is megtartja. Csecsemőtápszerekkel végzett klinikai kísérletek megerősítették, hogy a palmitinsav az sn-2 pozícióból jobban felszívódik, mint amikor véletlenszerűen kapcsolódik a glicerinhez.

Telítetlen zsírsavak

Egyszeresen telítetlen zsírsavak

Jahreis és mtsai. (1999) a tehén, a kecske, a juh, a koca, a kanca és az anyatej összetételét analízálták. Összehasonlítva az egyes fajoknál mért egyszeresen telítetlenzsírsav-tartalmat (MUFA) megállapították, hogy a nemkérődzők esetében annak koncentrációja a koca tejjében volt a legnagyobb (51,8±5,8%), majd a humán (33,2±2,9%) és a kancatej (20,7±1,2%) következett. A kérődzők esetében nem találtak

lényeges különbséget az egyes fajokon belül a MUFA-t illetően, melyek koncentrációja 21,8–23,3% között változott. *Xiang és mtsai.* (1999) szerint Észak-Kínában vidéken élő 41 anya tejének MUFA-tartalma a C14:1–C24:1 tartományban 38,0–39,32% között van. *Silva és mtsai.* (2005) brazil anyák érett tejének MUFA-összetételét meghatározva megállapították, hogy azok az összes zsírsav 59,5%-át teszik ki, amiből 27,6%-ot az MUFA-k képviseltek. *Hayat és mtsai.* (1999) 19 egészséges 20–30 év közötti kuvaiti anya tejének MUFA-összetételét az összeszsírsav-tartalmon belül 37,3%-nak mérték. *Sala-Vila és mtsai.* (2005) 66 normál időre szülő, granadai anya kolosztrumának (1–5 nap), átmeneti tejének (6–15 nap) és érett tejének (15–30 nap) zsírsav-összetételét vizsgálták. Meghatározva a foszfolipidek zsírsav-tartalmát megállapították, hogy az egyszerűen telítetlen C18:1 ω -9 zsírsavak mennyisége szignifikánsan nőtt a kolosztrumtól az érett tejig. Az átmeneti- és az érett tejben azonban a MUFA mennyisége szignifikánsan alacsonyabb volt (16,60%), mint a kolosztrumban (17,91%).

López-López és mtsai. (2001) szerint a humán kolosztrumban legnagyobb mennyiségben az egy telítetlen kötést tartalmazó 18 szénatomos olajsav-izomerek voltak jelen (41,58–42,04%). Egy % fölötti mennyiséget mértek még a palmitoleinsav esetében. *Fidler és mtsai.* (2001) szlovéniai, városban és vidéken élő anyák kolosztrumának zsírsav-összetételét vizsgálva az egyetlen különbséget az olajsav-tartalomban kapták, mely a vidéken élőkénél 36,85%-ot, a városi anyáknál pedig 34,94%-ot ért el. Az összes MUFA mennyisége 40,49% volt. *Serra és mtsai.* (1997) 20 étvágy szerint táplálkozó olasz anya tejének zsírsav-összetételét analizálva megállapították, hogy a laktáció előrehaladtával szignifikánsan csökkent a MUFA mennyisége, ami az érett tejben 42,69% volt. *Laryea és mtsai.* (1995) szerint a jól táplált szudáni anyák tejének MUFA-tartalma 33%-ot tett ki az összes zsírsavból. *Bahrami és Rahimi* (2005) 52 egészséges, nyugat iráni anya tejének zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy az egyszerűen telítetlen olajsav 30,9%-ot, az elaidinsav pedig 11,3%-ot tesz ki a tej összes zsírsavaiból. *Minda és mtsai.* (2004) vizsgálatai szerint a Pécsen élő anyák tejének MUFA-tartalma némi csökkenést mutatott a szülés utáni 1. és 28. nap között (36,79–35,75%). *Marangoni és mtsai.* (2000) tíz olasz anya tejének MUFA-tartalmát 41–45% közöttinek mérték.

Marin és mtsai. (2005) az argentinai La Plata-ban élő anyák tejének MUFA-tartalmát 34,8%-nak mérték; melyen belül a 20:1 n-9 aránya szignifikánsan nagyobb volt az elhízott anyáknál (0,19%), mint a normál súlyú anyáknál (0,08%). A MUFA összes mennyisége az elhízott anyáknál szignifikánsan kisebb volt a normál és a túltáplált anyákhoz viszonyítva (33,7%, 36,9%, 36,9%). *Scopesi és mtsai.* (2001) a táplálék MUFA-tartalmának hatását nézték az anyatej zsírsav-összetételére a laktáció első hónapjában 34 szoptató anyánál. Megállapították, hogy az anya táplálékának MUFA-tartalma szignifikáns hatással volt az átmeneti tej összetételére. *Xiang és mtsai.* (2005) kínai és svéd anyák tejének MUFA-tartalmát vizsgálva elemezték a táplálék hatását a tej összetételére. A kínai anyák főként rizst, párolt babot, nudlit, kínai káposztát és sertéshúst fogyasztottak. A svéd anyák tápláléka kenyérből, krumpliból, tésztából, tejből, savanyútejből és sajtból állt. A kínai anyáknál a MUFA koncentrációja 39,32%, míg a svéd anyák tejjében 45,15% volt. Ezen belül a C14:1–C18:1 tartományban a kínai anyáknál kapták a kisebb értéket, míg a C20:1–C24:1 tartományban az eredmény fordított volt.

Többszörösen telítetlen zsírsavak

Jahreis és mtsai. (1999) a tehén, a kecske, a juh, a koca, a kanca és az anyatej többszörösen telítetlen zsírsav-tartalmát (PUFA) vizsgálva megállapították, hogy annak

koncentrációja a kanca esetében volt a legnagyobb ($36,8 \pm 3,2\%$), amit a koca és a humán tej ($12,5\text{--}12,4\%$) követett. A kérődzők esetében nem találtak lényeges különbséget az egyes fajokon belül a PUFA-tartalomra (2,42–4,05%). *Laryea és mtsai.* (1995) a jól táplált szudáni anyák tejsírájának PUFA-tartalmát vizsgálva megállapították, hogy azok 21%-ot tettek ki az összes zsírsavból. *Xiang és mtsai.* (1999) Észak-Kínában vidéken élő 41 anya tejének hosszúszenlancú, PUFA-összetételét határozták meg, amelyek koncentrációját 25,38–26,00% közöttinek mérték. *Serra és mtsai.* (1997) 20, étvágy szerint táplálkozó olasz anya tejének PUFA-összetételét meghatározva megállapították, hogy a laktáció előrehaladtával szignifikánsan csökkent a hosszúszenlancú telítetlen zsírsavak közül az n-6 és az n-3 zsírsavak mennyisége. Az érett tejben az összes telítetlen zsírsav mennyisége 54,5% volt, amiből a PUFA-k 11,82%-ot tettek ki, és a PUFA-n belül a hosszúszenlancú zsírsavak 1,27%-ot képviseltek. *Bitman és mtsai.* (1986) az anyatej C18:3; C20:3; C20:4 zsírsavait vizsgálták nagyon koraszülöknél (5,6%), a koraszülöknél (6,2%) és a normál időben szülőknél (1,8%). A normál időben szülők kolosztruma szignifikánsan kevesebbet tartalmazott ezekből a zsírsavakból a koraszülökhöz képest.

Fidler és mtsai. (2001) szlovén városokban és vidéken élő anyák kolosztrumának zsírsav-összetételét vizsgálva nem találtak szignifikáns különbséget a PUFA mennyiségében (21,82%). A PUFA és a telített zsírsavak aránya 0,58, míg az n-6/n-3 arány 8,0 volt. *Silva és mtsai.* (2005) brazil anyák érett tejének PUFA-összetételét vizsgálva megállapították, hogy azok az összes zsírsav 23,4%-át tették ki. Az ω -6 hosszú szénlancú PUFA mennyisége 1,56%, a C18:2 ω -6/C18:3 ω -3 arány pedig 15,35 volt. *Marín és mtsai.* (2005) az argentinai La Plata-ban élő anyák tejének hosszú szénlancú PUFA-összetételét vizsgálták, és elemezték a kapcsolatot a zsírsav-összetétel és az anya által fogyasztott élelmiszerek összetétele között. Megállapították, hogy az elhízott anyáknál a PUFA mennyisége szignifikánsan nőtt, és a C18:2 n-6/összes n-6 aránya is szignifikánsan nagyobb volt a normál testsúlyúakhoz viszonyítva (0,96%; 0,89%). Nem találtak szignifikáns különbséget a csoportok között az n-3 zsírsavakat illetően, de az n-6 és az n-3 zsírsavak közötti arány az elhízott anyáknál szignifikánsan nagyobb volt. Összehasonlítva az argentin, az amerikai, a japán, valamint a kínai anyák tejének PUFA-tartalmát azt tapasztalták, hogy az argentin anyák teje több C18:2 n-6 és C18:3 n-3 zsírsavat tartalmaz, mint a többieké. *Olafsdottir és mtsai.* (2006) a PUFA arányát vizsgálták Izlandon élő olyan anyák tejében, akik hagyományosan halat és halmájolajat fogyasztottak. Megállapították, hogy azon anyák tejében, akik halmájolajat fogyasztottak, szignifikánsan nagyobb koncentrációban voltak jelen a PUFA-k. A tejsír több dokoheptaénsavat (DHA) (0,54%) tartalmazott, mint a kontrollesoport teje (0,30%), és ugyancsak szignifikánsan több volt az eikozapentaénsav (EPA) (0,16%) és a dokoza-pentaénsav (DPA) (0,22%) mennyisége is, mint a kontrollesoportnál, ahol e két zsírsav koncentrációja 0,07 és 0,17% volt. Megállapították azt is, hogy az EPA, a DPA és a DHA részaránya nélkül ért el magasabb értéket, hogy az egyéb fontos zsírsavak mennyisége csökkent volna. Úgy tűnik tehát, hogy a halmájolaj, mind az anya, mind az újszülött táplálkozása szempontjából nagyon jelentős zsírforrás.

Scopesi és mtsai. (2001) a táplálék PUFA-tartalmának hatását nézték az anyatej zsírsav-összetételére a laktáció első hónapjában, 34 szoptató anyánál. A szülés utáni első napon vett tejmintát tekintették kolosztrumnak, a 4–6. napon vett mintát átmeneti tejnek, a 14., a 21. és a 28. napon vett mintát pedig érett tejnek. Megállapították, hogy az anya táplálékának PUFA-tartalma csak az érett tej összetételét befolyásolta. *Xiang és mtsai* (2005) kínai és svéd anyák tejének hosszú szénlancú PUFA-tartalmát vizsgálva elemezték a táplálék hatását a tej összetételére. Az összes PUFA mennyisége a kínai

anyáknál nagyobb volt a svédékéhez képest. Ezen belül az adrenichsav (C22:4 ω -6), valamint az összes ω 6 és ω 3 PUFA aránya szignifikánsan nagyobb volt a kínaiaknál, mint a svédéknél. Az eikozadiénsav és a klupanodonsav viszont a svédéknél volt szignifikánsan nagyobb. Megállapították, hogy a táplálkozás hatására a kínai anyák teje szignifikánsan több PUFA-t tartalmazott (26,02%) mint a svédéké (14,14%). A γ -linolénsav és a DPA kivételével az ω 6 PUFA a kínai anyák tejében szignifikánsan nagyobb koncentrációban, az eikozatriénsav kivételével az ω 3-zsírsvak a kínaiak tejében viszont szignifikánsan kisebb koncentrációban fordultak elő.

Hayat és mtsai. (1999) 19 egészséges, 20–30 év közötti kuvaiti anya tejének PUFA-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a hosszú szénláncú PUFA mennyisége függ a táplálék összetételétől, ugyanis azon anyák tejében, akik nagyobb mennyiségű halat fogyasztottak, szignifikánsan nagyobb mennyiségben volt jelen a C22:6, ω 3 és a C20:5, ω 3 zsírsav. Megállapították, hogy az összeszsírsav-tartalom 62,7%-át teszik ki a PUFA-k. *Wijga Alet és mtsai.* (2006) az anyatej összetételét és az allergiás megbetegedések kapcsolatát vizsgálva allergiás és nem allergiás nők esetében megállapították, hogy az allergiás anyák gyermekeinél az anyatejben lévő n-3 hosszú szénláncú PUFA-k mennyisége és az n-3/n-6 arány kapcsolatba hozható a kialakult asztmával és ekcémával, de nem találtak adatot arra vonatkozóan, hogy a tejszír zsírsav-összetétele hajlamosított volna ezen betegségek kialakulására. *Lauritzen és mtsai.* (2006) összehasonlítva a nem atopikus és az atopikus dán anyák tejszírjának összetételét megállapították, hogy az atopikus anyák tejszírja szignifikánsan nagyobb mennyiségben tartalmaz C22:5 n-6 és kisebb koncentrációban C20:5 n-3 zsírsavat. Nem találtak különbséget a két csoport között az anyatej többi PUFA-összetételét illetően, összefüggést találtak viszont a tej PUFA-összetétele és a táplálék hasonló paraméterei között.

Taylor és Francis (2004) a terhesség 31. és 34. hetében szült 9 chilei anya kolosztrumának, átmeneti tejének, valamint érett tejének zsírsav-összetételét vizsgálták a szülés utáni első hónapban. Az anyák Santiago dél-keleti részéből származtak, többnyire alacsony társadalmi osztályhoz tartoztak, rossz szociális helyzetűek voltak. A táplálékuk energiataralmának 20%-a zsírból, 68%-a szénhidrátokból, 12%-a pedig fehérjéből származott, és az anyák által fogyasztott táplálék zsírsav-összetétele is hasonló volt. A PUFA-k közül az n-6-osok 88%-ot, az n-3-asok pedig 12%-ot tettek ki, az n-6/n-3 arány pedig 7,5:1 volt. Az anyatej DHA- és EPA-tartalma magasabb volt, mint a fejlett nyugati, iparosított államokban élő anyáké. *Patin és mtsai.* (2006) a szardíniafogyasztás hatását vizsgálták az érett anyatej ω -3-zsírsav-tartalmára. (A szardíniáról köztudott, hogy sok ω -3 többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaz.) Megállapították, hogy a szoptató anyák halfogyasztása (minimálisan 100 g szardínia kétszer-háromszor hetente) jelentős mértékben megnövelheti az ω -3 zsírsavak mennyiségét az anyatejben (az EPA esetében pl. 0,17%-ról 0,26%-ra),

Picciano (2001) szerint a rövid terhesség megnöveli a hosszúszenláncú PUFA mennyiségét. Befolyásolja még azt az anya tápláléka is, ugyanis amennyiben az alacsony zsírtartalmú, megnövekszik a közepes lánchosszúságú zsírsavak (C6–C10) endogén szintézise, és még befolyással van arra az anya tápláltsági színvonalára is. *Sala-Vila és mtsai.* (2005) granadai normál időre szülő, 66 anya kolosztrumának (1–5 nap), átmeneti tejének (6–15 nap) és érett tejének (15–30 nap) PUFA-összetételét vizsgálták. Meghatározva a foszfolipidek PUFA-tartalmát megállapították, hogy a C20:5 ω -3 (0,34–0,81%) és a C22:2 ω -6 (0,44–0,55%) zsírsavak mennyisége szignifikánsan nőtt a kolosztrumtól az érett tejig, a kolosztrum viszont több C20:3 ω -6 (0,62–0,60%), C22:4 ω -

6 (0,27–0,06%) és C22:5 ω -3 (0,83–0,65%) zsírsavat tartalmazott, mint az érett tej. Összességében az összes ω -3 PUFA mennyisége csökkent a kolosztrumtól az érett tejig (2,69–2,45%), az ω -6 zsírsavak mennyisége viszont nőtt (5,10–5,26%) ebben a periódusban. *Al-Tamer és Mahmood* (2004) a koraszülő és a normál időre szülő anyák tejének összetételét vizsgálva Irakban megállapították, hogy a teljes időre szülő anyák tejében szignifikánsan nagyobb volt a C20:5 n-3 és a C22:6 n-3 zsírsavak mennyisége, és némi növekedés volt tapasztalható az n-3/n-6 arányban. Megállapították, hogy a C22:6 n-3, és az n-3/n-6 arány a koraszülő anyák kolosztrumában alacsonyabb, mint a normál kolosztrumban. A kolosztrum zsírsav-összetételét jelentős mértékben befolyásolja a szérum lipidösszetétele. A közepes hosszúságú zsírsavakban mutatkozó különbség a szérumban és a kolosztrumban rávilágít arra, hogy ezek a zsírsavak a tejmirigyben képződnek. *Minda és mtsai.* (2004) szerint a Pécsen élő anyák tejének n-6 PUFA-tartalma szignifikánsan csökkent; míg az n-3 zsírsavak nagyobb része nem mutatott lényeges változást a laktáció folyamán. *Marangoni és mtsai.* (2000) olasz anyák tejének PUFA-mennyiségében (16–16%) a laktáció 1., 3., 6., 9. és 12. hónapjában szignifikáns eltérést nem tudtak kimutatni.

Koletzko és mtsai. (2001) szerint a különböző hosszú szénláncú többszörösen telítetlen zsírsavak (LC-PUFA) jelentős mennyiségben fordulnak elő az anyatejben. A fejlett iparral rendelkező országokból származó érett tej zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy az összes n-6 LC-PUFA 0,83–1,40% között, az összes n-3 LC-PUFA pedig 0,27–0,48% között változott az összes zsírsav százalékában. A tanulmányokban a zsírsav-összetétel rendkívüli módon hasonlít egymásra függetlenül attól, hogy Európában vagy Afrikában élő anyák tejét vizsgálták. Az LC-PUFA-tartalom szinte teljesen függetlennek látszik az életfeltételektől és a táplálkozástól, független attól, hogy azok lényegesen eltérnek az egyes csoportok között. Az anyatej fő LC-PUFA-ja a C20:4n-6, a C20:3n-6 és a C20:2n-6, amelyek mind az n-6 csoporthoz tartoznak, valamint a DHA (C22:6n-3) és a DPA (C22:5n-3), amelyek az n-3 csoporthoz tartoznak. Az LC-PUFA-tartalom csökken a laktáció első hónapjában, ami nem jelenti azonban azt, hogy a csecsemők kevesebb ilyen típusú zsírsavhoz jutnak, mivel az összeszsír-tartalom jelentős mértékben nő a laktáció során, és a tejjel kiválasztott összes PUFA mennyisége viszonylag állandó marad. Azt gondolják, hogy a kolosztrum magas LC-PUFA-tartalma hasznos lehet az újszülött számára, mivel az elfogyasztott tejmennyiség még kevés, az újszülöttek PUFA-szükséglete viszont, a gyors növekedés miatt, nagy. Néhány n-6 szériába tartozó PUFA, mint a C20:3n-6 és a C22:5n-6 mennyisége szintén csökken a laktáció folyamán. Ennek magyarázatául szolgálhat az, hogy a tejtermelés a laktáció során kiüríti a test LC-PUFA tartalékait, ami a tejszír forrásául szolgálhat. A korán és a normál időre szült anyák tejösszetételét összehasonlítva beszámoltak arról, hogy a korán szülő anyák kolosztruma több LC-PUFA-t tartalmaz, mint az időben szülteké. Az LC-PUFA a laktáció első hónapjában mind a korán, mind az időre szült anyák tejében csökkent. Az anyatejes táplálás óriási előnnyel bír, mind a koraszülött, mind az időre született csecsemőknél, ugyanis annak magas LC-PUFA-tartalma kielégíti az újszülött igényeit élete első heteiben. A laktáció első hónapja után nem figyeltek meg további LC-PUFA-csökkenést a korán szülő anyák tejében, de az időre szülteknél a csökkenés tovább folytatódott.

Fidler és Koletzko (2000) 15 tanulmány összegzését elvégezve megállapították, hogy a PUFA mennyisége hasonló volt a dél-európai országokban (Spanyolország, Franciaország, Szlovénia) élő anyák tejében. A Szent-Lucián élő anyák kolosztruma a magas szénhidrát- és az alacsony zsírtartalmú tápláléknak köszönhetően kevesebb

olajsavat tartalmazott, a bőséges halfogyasztás viszont megnövelte az n-3 LC-PUFA arányát. Az ausztráliai anyák kolosztrumában a legalacsonyabb a PUFA mennyisége, ezzel szemben tejük EPA és összes n-3 LC-PUFA tartalma (0,6%, 0,4%, 1,4%) magasabb, mint az európai anyáknál. Megállapították, hogy az anya kolosztrumának zsírsav-összetételét a geográfiai és a táplálkozásbeli különbségek jelentős mértékben befolyásolják.

Esszenciális zsírsavak

Marangoni és mtsai. (2000) vizsgálatai szerint olasz anyák tejének esszenciális zsírsavai közül a laktáció első, 3., 6., 9. és 12. hónapjában csak az arachidonsav koncentrációja mutatott nagyobb csökkenést (1,0–0,5%); a linolsav (11,9–12,9%), az α -linolénsav (0,6–0,9%), valamint a DHA (0,5–0,3%) mennyisége nem változott a laktáció során. *Glew és mtsai.* (2006) szerint a fulani nomád törzsek és a városi anyák tejének linolsav és α -linolénsav esszenciális zsírsav-tartalmában talált különbségek nem voltak szignifikánsak. Az α -linolénsav átlagos mennyisége (0,77–0,80%) nem különbözött a két populációban; a linolsav mennyisége pedig 6,97–7,83% között változott mind a fuláni, mind a városi anyáknál, és alacsonyabb volt, mint a nem afrikai populációknál, vagy mint a Nigéria déli részén élőkénél. Az arachidonsav mennyisége szignifikánsan nagyobb volt a vidéki (0,62%), mint a városi anyáknál (0,48%). *Silva és mtsai.* (2005) brazil anyák érett tejének esszenciáliszsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a PUFA-k legnagyobb mennyiségét a linolsav és az α -linolénsav alkotja 20,3% és 1,43% koncentrációban. Az arachidonsav koncentrációja 0,53%, a DHA-é pedig 0,14%, ami tökéletesen megfelel az újszülött szükségleteinek. Megállapították, hogy Brazília Vicosa tartományában élő anyák tejszíre nagy mennyiségű linolsavat és α -linolénsavat tartalmaz, összefüggésben a táplálék magas PUFA-t tartalmazó olajtartalmával. Megállapítják azt is, hogy a táplálék zsírsav-összetétele jelentős mértékben befolyásolja az anyatej zsírsav-összetételét. *Hayat és mtsai.* (1999) 19 egészséges, 20–30 év közötti kuvaiti anya tejének esszenciális zsírsav-összetételét vizsgálták. A tej összetételét jelentős mértékben befolyásolta az anyák ételmiszerfogyasztása, ugyanis a linolsav és a linolénsav koncentrációja szignifikánsan függött a táplálék összetételétől. A különböző nemzetiségű anyák tejének linolsavtartalmát összehasonlítva azt tapasztalták, hogy a spanyol anyák teje 12,02%, a németeké 10,8%, az ausztrálóké pedig 11,0% linolsavat tartalmaz. Az α -linolénsav (ω 3) koncentrációja az arab anyáknál 0,3–2,4%, a német anyáknál pedig 0,8–1,2% között alakult. Levonták azt a következtetést, hogy a megfelelően táplált anyák tejének zsírsavtartalma jól kielégíti az újszülött szükségleteit.

Knox és mtsai. (2000) 89 nigériai (Kanuri) anya tejének zsírsav-összetételét analizálva arra voltak kíváncsiak, hogy milyen összefüggés van a táplálkozási színvonal, valamint a tejben levő esszenciális zsírsavak mennyisége között. Az anyákat a testtömegindex alapján csoportosítva megállapították, hogy a jól táplált csoportban az n3 és az n6 zsírsavak aránya, a linolénsav és a dokozahexaénsav kivételével, nem különbözött lényegesen a kevésbé jól táplált csoportokétól. Megállapították azt is, hogy az alultáplált anyáknál más mechanizmus segíti az esszenciális zsírsavak tejszírba jutását, mint a jól táplált anyáknál. *Roquelin és mtsai.* (1998a) a kongói anyák tejének esszenciáliszsírsav-összetételét vizsgálták, különös tekintettel az anya tápláltsági színvonalára és az újszülött esszenciáliszsírsav-szükségletének kielégítésére. A laktáció 5. hónapjában lévő kongói nők tejében relatíve magas volt a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége, különösen az n-3 zsírsavaké (2,39%), amelyek főként C18:3 és C22:6 zsírsavakból álltak. A zsírsav-összetételt kapcsolatba hozták a magas

szénhidrát-tartalmú táplálékok, az n-6 valamint az n-3 zsírsavakban gazdag édesvízi és sósvízi halak, a növényi olajok, zöldségek és a magas zsirtartalmú gyümölcsök (mogyoró, avokádó) fogyasztásával, mely élelmiszerek tradicionálisak Kongóban. Összességében megállapították, hogy a kongói nők tejenek zsirtartalma és a zsír zsírsav-összetétele jelentős mértékben függ az anya táplálkozásától.

Marín és mtsai. (2005) az argentinai La Plata-ban élő elhízott, kövér, valamint normál alkatú anyák tejenek linolsav-tartalmát 6,61; 19,12 és 22,71%-nak mérték. Összehasonlítva az argentin, az amerikai, a japán, valamint a kínai anyák tejenek PUFA-tartalmát azt tapasztalták, hogy az argentin anyák teje több C18:2 n-6 és C18:3 n-3 zsírsavat tartalmaz, mint a máshol élők. *Schmeits és mtsai.* (1999) 48 Nepál vidéki tartományában élő anya tejenek zsírsav-összetételét 2–4 héttel a szülés után meghatározva megállapították, hogy az anyatej linolsav-koncentrációja igen alacsony (7,91%), az α -linolénsav-koncentrációja viszont viszonylag magas (1,93%), az arachidonsavra 0,35%-ot, a dokozaheptaénsavra pedig 0,21%-ot mértek az összes zsírsav százalékában. A foszfolipid 6,8%-át a két esszenciális zsírsav tette ki, és 23% tartozott a C10:0–C14:0 tartományba. Az arachidonsav 0,57%, a dokozaheptaénsav pedig 0,78%-ban van jelen a foszfolipidekben. Arra a következtetésre jutottak, hogy a nepáli anyák tejenek alacsony linolsav-tartalma a táplálék alacsony linolsav-tartalmával van kapcsolatban. *Boylan és mtsai.* (1999) az alacsony jövedelmű anyák tejenek összetételét vizsgálták az USA Texas államában olyan környezetben, ahol a halfogyasztás nagyon ritka. 22 anyától, azonos módon, a laktáció 8. és 11. napja között vettek tejmintát, és összeírták azokat az élelmiszereket, amelyeket 24 órával a mintavétel előtt fogyasztottak. Az anyatej zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a tejszír dokozaheptaénsav-tartalma rendkívül alacsony; 0,08% az irodalomban közölt 0,2–0,4%-kal szemben, míg a linolsav-, az α -linolénsav- és az egyéb zsírsav-tartalom hasonló volt az irodalmi adatokhoz. Megállapították, hogy azon texasi anyáknál, akik kevés zöldséget, gyümölcsöt, tejet és halat fogyasztottak, kevés volt a tejszír dokozaheptaénsav-tartalma. *Glew és mtsai.* (2001) a nepáli anyák tejenek esszenciáliszsírsav-összetételét vizsgálva összefüggést kerestek a szérum foszfolipidjeinek esszenciáliszsírsav-összetétele és az olvadáspont között. 36, 15–32 év közötti anyától vettek tej- és szérummintát, és meghatározták a foszfolipid frakció zsírsav-összetételét. A tej lipidjeinek α -linolénsav-tartalmát 1,84%-nak, arachidonsav-tartalmát 0,43%-nak, dokozaheptaénsav-tartalmát 0,23%-nak, linolsav-tartalmát pedig 9,05%-nak mérték. A szérumfoszfolipidek és a tejszír esetében pozitív összefüggést állapítottak meg az arachidonsav- és az α -linolénsav-tartalom között. Megállapították, hogy a szoptató anyák vérének arachidonsav- és α -linolénsav-tartalma jelentős mértékben befolyásolja a tejszír zsírsav-összetételét.

Xiang és mtsai. (1999) Észak-Kína vidéki környezetében élő 41 anya tejenek hosszúszenlácú, esszenciáliszsírsav-összetételét határozták meg. A linolsav- (21,47–22,69%) és az α -linolénsav- (1,19–1,29%) koncentrációját igen magasnak találták az anyatejben. A linolsav és α -linolénsav arányát 21,6-nak mérték, ami lényegesen nagyobb volt, mint amiről más országok esetében beszámoltak. Az arachidonsav (0,51–0,63%) és a dokozaheptaénsav (0,18–0,33%) koncentrációja alacsony volt, és mindkettő pozitív összefüggésben volt a csecsemő harmadik hónapi tömegével. Az arachidonsav:dokozaheptaénsav arány sokkal magasabb volt (2,8), mint amit a vegetáriánus anyák esetében találtak. Az arachidonsav és különösen a dokozaheptaénsav koncentrációja jelentős mértékben csökkent a laktáció során. *Taylor és Francis* (2004) szerint a chilei anyák tejenek dokozaheptaénsav-tartalmát szignifikáns módon befolyásolja a helyi étrend. *Fidler és mtsai.* (2000) az élelmiszer megnövelt dokozaheptaénsav-tartalmának anyatejbe történő átmenetét vizsgálva megállapították,

hogy két héttel a dokozahexaénsav-kiegészítést követően a kiegészítést kapó csoportnál majdnem kétszeresére megnőtt annak koncentrációja a kontrollhoz képest. Kísérletükből azt a következtetést vonták le, hogy a dokozahexaénsav-kiegészítés az anya táplálékában jelentős mértékben megnöveli annak koncentrációját az anyatejben. *Hibbeln* (2002) az anyatej dokozahexaénsav-tartalmát vizsgálva különféle tengeri eredetű élelmiszerek fogyasztása hatására megállapította, hogy a tengeri eredetű élelmiszerek némiképp megnövelik az anyatej dokozahexaénsav-tartalmát, és mind a tengeri eredetű élelmiszerfogyasztást, mind az anyatej dokozahexaénsav-tartalmát kapcsolatba hozta az anyák szülés utáni depressziójával. *Brenna és mtsai.* (2007) 106 anya tejének hosszúszenlancú zsírsav-összetételét vizsgálva a dokozahexaénsav-tartalmat átlag 0,23–0,32%-nak (szélső értékek 0,06 és 1,4%), az arachidonsav-tartalmat pedig 0,13–0,47%-nak (szélső értékek: 0,04–1,00%) mérték. Szignifikáns összefüggést állapítottak meg a dokozahexaénsav és az arachidonsav változása között. *Xiang és mtsai.* (2005) kínai és svéd anyák tejének esszenciáliszsírsav-tartalmát vizsgálva elemezték a táplálék hatását a tej összetételére. A linolsav-bevitel a kínai anyáknál 14,06, míg a svédekéknél 9,91 g/nap volt, és a linolsav és az α -linolénsav aránya szignifikánsan nagyobb volt a kínaiaknál, mint a svédekéknél. A linolsav koncentrációja a kínai anyák tejében szignifikánsan nagyobb (22,69%) volt, mint a svéd anyáknál (10,93%); az α -linolénsav koncentrációja viszont a kínai anyák tejében volt kisebb (1,19%), mint a svédekéknél (1,60%). Megállapították azt is, hogy a linolsav/ α -linolénsav arány jóval magasabb a kínai anyák tejében (22,97), mint a svédekében (7,50), és nagyobb az arachidonsav/dokozahexaénsav arány is (3,14; 1,56). A táplálék dokozahexaénsav-tartalma pozitív hatással volt mind a kínai, mind a svéd anyák tejének összetételére.

Sala-Vila és mtsai. (2005) 66 granadai, normál időre szülő anya kolosztrumának (1–5 nap), átmeneti tejének (6–15 nap) és érett tejének (15–30 nap) zsírsav-összetételét vizsgálták. Meghatározva a foszfolipidek esszenciáliszsírsav-tartalmát megállapították, hogy a C18:2 ω -6 (16,16–18,57%), a C18:3 ω -3 (0,17–0,27%), és a C20:4 ω -6 (3,66–3,95%) zsírsavak mennyisége szignifikánsan nőtt a kolosztrumtól az érett tejig, a kolosztrum viszont több C22:6 ω -3 (1,53–0,97%) zsírsavat tartalmazott, mint az érett tej. A granadai anyák teje lényegében nem különbözik a más világrészekén vizsgált anyák tejének átlagos zsírsav-összetételétől, csak kevesebb arachidonsavat tartalmaz (0,2%), mint például a német anyák teje (1,0%). *López-López és mtsai.* (2001) két direkt módszert összehasonlítva a metilészterekké átalakított zsírsavakat kapilláris gázkromatográfiával határozták meg humán kolosztrumból. A dokozahexaénsav esetében a két módszerrel mért eredmény 112,3 és 114,6 $\mu\text{g}/100 \mu\text{l}$, az arachidonsav esetében pedig 195,3 és 194,7 $\mu\text{g}/100 \mu\text{l}$ volt. A humán kolosztrumban a linolsav koncentrációját 18,25–18,38%-nak mérték. *Fidler és mtsai.* (2001) szlovéniai, városban és vidéken élő anyák kolosztrumának esszenciáliszsírsav-összetételét vizsgálták, amely a linolsav esetében (18:2 n-6) 15,26%, az α -linolénsavnál (18:3 n-3) 0,91%, a dokozahexaénsav esetében (22:6 n-3) 0,43%, az arachidonsavnál pedig (20:4 n-6) 1,03% volt.

Serra és mtsai. (1997) étvágy szerint táplálkozó olasz anyák tejének esszenciáliszsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a laktáció előrehaladtával szignifikánsan csökkent az arachidonsav és a dokozahexaénsav mennyisége. Az érett tejben a linolsav mennyisége 9,79%-ot, az α -linolénsavé pedig 0,36%-ot tett ki. *Laryea és mtsai.* (1995) szerint a szudáni anyák tejsírjának esszenciális linolénsav-tartalma (18,28%) hasonló, mint amit a fejlett országokban élő anyáké, a C22:6 n-3 zsírsav koncentrációja viszont nagyon alacsony volt a tejsírban. *Bahrami és Rahimi* (2005) nyugat iráni anyák tejének esszenciáliszsírsav-tartalmát vizsgálva,

megállapították, hogy a linolsav 13,8%-ot, a linolénsav 1,1%-ot, az arachidonsav pedig 1,4%-ot tesz ki a tej összes zsírsavaiból. *Koletzko és mtsai.* (2001) szerint az arachidonsav a legtöbb tanulmányban 0,4–0,6%, a dokozahexaénsav pedig 0,2–0,4% között változik. Megállapították, hogy a különböző kutatások nem találtak lényeges különbséget az anyatej linolsav- és α -linolénsav-tartalmában függetlenül az anyák élőhelyétől. Az anyatej esszenciális linolsav- és α -linolénsav-tartalma növekszik a tej érésével, az arachidonsav viszont 38%-kal, a dokozahexaénsav pedig 50%-kal csökken a laktáció első hónapjában. A DHA-tartalom körülbelül 20%-kal csökken a laktáció 6. és 16. hete között, és a továbbiakban nem változik a laktáció 30. hetéig.

Fidler és Koletzko (2000) 15 tanulmány összegzését végezték el, melyek a világ 16 régiójából származó anyák kolosztrumának zsírsav-összetételével foglalkoznak. Megállapították, hogy az esszenciális zsírsavak mennyisége hasonló volt a dél-európai országokban (Spanyolország, Franciaország, Szlovénia). A Szent-Lucián élő anyák esetében a bőséges halfogyasztás megnövelte a dokozahexaénsav mennyiségét. Összehasonlítva a dokozahexaénsav koncentrációját a különböző régiókban élő anyáknál megállapítható, hogy az az olasz, valamint a német anyák kolosztrumában volt a legalacsonyabb (0,1–0,2%), majd a spanyol, szlovén, svéd, francia, panamai, kínai és ausztráliai anyák következtek (0,4–0,7%), és legnagyobb volt a Szent-Lucián élő anyák kolosztrumában (1,0–1,1%). Két francia tanulmányban (*Guesnet és mtsai.*, 1993; *Martin és mtsai.*, 1991) leírták, hogy két éves periódus alatt gyakorlatilag nem változott a kolosztrum zsírsav-összetétele, ezzel szemben két német tanulmány (*Genzel és mtsai.*, 1997; *Harzer és mtsai.*, 1983) is beszámolt arról, hogy 14 év alatt nőtt a kolosztrum dokozahexaénsav- és arachidonsav-tartalma. *Pita és mtsai.* (1985) 13 évre kiterjedő spanyol tanulmánya szerint a kolosztrum α -linolénsav-tartalma csökkent a kísérlet ideje alatt. *Gibson és Kneebone* (1980) szerint az ausztráliai anyák kolosztrumában volt a legalacsonyabb a linolsav (7,8%) és az α -linolénsav (0,4%) mennyisége. Fentiekkel ellentétben az ausztrál anyák tejének dokozahexaénsav-tartalma (0,6%) magasabb volt, mint az európai anyák esetében. Levonták azt a következtetést, miszerint az anya kolosztrumának zsírsav-összetételét a geográfiai és a táplálkozásbeli különbségek jelentős mértékben befolyásolják.

Patin és mtsai. (2006) a szardíniafogyasztás hatását vizsgálták az érett anyatej esszenciáliszsírsav-tartalmára. Az anyákat szardíniafogyasztás tekintetében két csoportra osztották. Az első csoportba azon anyák tartoztak, akik a mintavétel előtti három napon belül, a második csoportba pedig azok, akik a mintavétel előtt négy nappal fogyasztottak szardíniát. Megállapították, hogy szignifikáns különbség van a dokozahexaénsav esetében mindhárom mintavételi időpontban (1. nap, 15. nap, 30. nap) a csoportokon belül (1-csoport: 0,35%, 0,61%, 0,67%, 2-csoport: 0,44%, 0,45%, 0,41%). Az ω -6 zsírsavak esetében lényeges különbséget a két csoport között csak a linolsav-koncentrációban tudtak kimutatni, mindhárom mintavételi időpontnál (1-csoport: 21,48%, 22,59%, 24,11%, 2-csoport: 21,05%, 19,63%, 20,88%). Az arachidonsav, valamint a linolénsav esetében csak kisebb eltérések voltak a két csoport között. A laktáció folyamán vizsgálva az ω -6 zsírsavak koncentrációjának változását megállapították, hogy mindkét csoport esetében csak a linolsav koncentrációja nőtt, a linolénsav és az arachidonsav koncentrációja pedig csökkent.

Picciano (2001) szerint az anyatej esszenciális zsírsavainak felszívódása az újszülött szempontjából nemcsak az energiaellátás miatt fontos, hanem azért is, mert ezek hozzájárulnak a retina és az idegszövet kialakulásához. Az anyatej gazdag forrása a linolsavnak (8–17%), az α -linolénsavnak (0,5–1%), valamint a hosszúszerűláncú

zsírsavaknak, az arachidonsavnak (0,5–0,7%) és a dokozahexaénsavnak (0,2–0,5%). *Minda és mtsai.* (2004) Pécsen élő anyák tejének esszenciáliszsírsav-tartalmát vizsgálva megállapították, hogy az esszenciális zsírsavak közül, a linolsav mennyisége csökken a laktáció negyedik napjáig (15,00–13,46%), majd szignifikánsan emelkedik a laktáció 28. napjáig (15,12–17,24%). Az arachidonsav mennyisége (1,09–0,41%) szignifikánsan csökken; az α -linolénsavé nő (0,49–0,67%), a többi zsírsav pedig nem mutat lényeges változást a szülés utáni 1–28. nap alatt. Szerintük a magyar anyák tejének dokozahexaénsav-tartalma kisebb, mint számos más populációé.

TRANSZ-ZSÍRSAVAK

Glew és mtsai. (2006) az észak-nigériai fulani nomád törzsek és a városi anyák tejének transzszsírsav-tartalmát vizsgálták. A 41 fulani szoptató és a 41 városi anyával végzett kísérlet fő célja az volt, hogy összehasonlítsák a vidéki és a városi nők tejsírjának összetételét. A fulaniak főként csak tehéntől származó tejterméket fogyasztottak, melynek transzszírsav-tartalma alacsonyabb, mint a városi anyáké, akik élelmiszer adagja csak kevés tejterméket tartalmazott. Meglepetésre elképzelésük, miszerint a különböző táplálkozás különböző tejsír zsírsav-összetételt eredményez, nem valósult meg, hisz a transz-zsírsavakat illetően nem volt különbség az anyák két csoportja között. A transzszírsav-tartalom a fulani anyák tejében 0,22%-ot, a városi anyák tejében pedig 0,34%-ot tett ki. A t11-C18:1 vakcénsav több mint 85%-át tette ki a transz C18:1 zsírsavaknak mindkét csoportnál, a rumeniksav (c9,t11-C18:2) izomer viszont kb. 40%-át tette ki a konjugált linolsavaknak mindkét populációban. A transz-zsírsavak átlagos mennyisége mindkét nigériai populációban (0,22–0,32%) 7–10-szer kisebb volt, mint a francia anyáké, vagy mint a többi fejlett országokban élőké.

Jahreis és mtsai. (1999) analizálva a tehén, a kecske, a juh, a koca, a kanca és az anyatej transz-vakcénsav-tartalmát megállapították, hogy annak koncentrációja mindegyik kérődző tejében évszaktól függően változott. *Silva és mtsai.* (2005) szerint brazil anyák érett tejének transzszírsav-tartalma csak 2,3%, ami igen alacsony a máshol vizsgált anyatejmintákhoz képest. *Hayat és mtsai.* (1999) 19 egészséges, 20–30 év közötti kuvaiti anya tejének 14:1t, C16:1t, C17:1t, C18:1t, C20:1t, és C18:2t transzszírsav-tartalmára összesen 2,8%-ot kaptak. Eredményeiket összehasonlítva a kanadai, valamint a német anyák tejének transzszírsav-tartalmával (7,2%, 4,4%) megállapítható, hogy a kuvaiti anyák tejének transzszírsav-tartalma a legalacsonyabb, amelyet regionális különbségnek tulajdonítottak. *Wijga és mtsai.* (2006) az anyatej összetételét és az allergiás megbetegedések kapcsolatát vizsgálva allergiás és nem allergiás nők esetében megállapították, hogy az allergiás anyák gyermekeinél az anyatejben lévő transz-zsírsavak mennyisége kapcsolatba hozható az allergiás tünetekkel, míg a nem allergiás anyák gyermekeinél ilyen kapcsolatot nem tudtak kimutatni.

Chen és mtsai. (1995) a kanadai anyák tejének transzszírsav-izomereit vizsgálva 98 anyától gyűjtöttek tejmintát 3–4 héttel a szülés után. A transz-zsírsavak átlagos koncentrációját 7,19%-nak találták, ahol az alsó határ 0,10; a felső pedig 17,15% volt. A 198 mintából 25 tartalmazott 10%-nál több transz-zsírsavat, és 13 minta tartalmazott kevesebbet, mint 4%. A linolsav összes transz-izomere 0,89%-ban volt jelen a tejsírban, mely izomerek közül legnagyobb koncentrációt a C18:2 c9t13 képviselte, melyet a c9t12 és a c12t9 követett. Az eredmények alapján a kanadai szoptató anyák átlagos napi transzszírsav-fogyasztását 10,6 g-nak becsülték személyenként, de voltak akik akár 20,3

g transz-izomert is fogyasztottak. A C18:1 transz-izomerek aránya az anyatejben különbözött a tehéntejtől, és rendkívüli mértékben hasonlított a részlegesen hidrogénezett szója- és a napraforgóolajhoz, mely megerősítette azt a feltételezést, hogy a transz-zsírsavak fő forrásai részlegesen hidrogénezett növényi olajok.

Precht és Molkentin (1999) 40 német anya tejének linolsav-, linolénsav-, olajsav- és transzzsír-sav-tartalmát vizsgálták. A C18:1 t11 zsír-sav mennyiségét 2,4%-nak mérték. A tejből azonosították a C18 t4 (0,02%); a t5 (0,02%); a t6-8 (0,21%); a t9 (0,37%); a t10 (0,32%); a t11 (0,68%); a t12 (0,23%); a t13 (0,15%); a t14 (0,18%); a t15 (0,09%) és a t16 (0,14%) egy telítetlen kötést tartalmazó zsír-sav-izomereket, melyek közül a vakcénsav volt a domináns. Azonosították a tC14:1 (0,08%) és a tC16:1 (0,15%) zsír-savakat is. További 6 cisz- és transz linolsav-izomert azonosítottak, melyeknek összes mennyisége 1,07% volt, és azonosítottak még négy transz- α -linolénsav-izomert is, melyek összes koncentrációja 0,11%-ot tett ki. Összességében a német anyák tejének tejszírsója 3,81% transz-zsír-savat tartalmazott, ahol a szélső értékek 2,38 és 6,03% voltak. Közvetlen kapcsolatot állapítottak meg az élelmiszerek transz 18:1 zsír-sav-tartalma és az anyatej lipidek összetétele között. A zsír-savak mennyisége a következő volt: C12:0 3,12%; C14:0 6,43%; C16:0 25,28%; C18:0 7,41%; C18:1 (összes) 33,67%; C18:2 (összes) 10,63% és az α -C18:3 0,87%.

Bahrani és Rahimi (2005) nyugati iráni anyák tejének zsír-sav-összetételét hasonlítva az európai és az amerikai anyákéhoz megállapították, hogy az iráni anyák teje sok közepes szénláncú és transz-zsír-savat tartalmaz, ami az alacsony állati fehérje- és állatizsír-fogyasztással, a magas szénhidrát-fogyasztással és a részlegesen hidrogénezett, sok transz-zsír-savat tartalmazó növényi olajok fogyasztásával magyarázható. Javasolják, hogy a transz-zsír-savak káros hatásának megelőzésére az iráni anyák kevesebb transzzsír-sav-tartalmú élelmiszereket fogyasszanak. *Minda és mtsai.* (2004) szerint Pécsen élő anyák tejének transzzsír-sav-tartalma nem változott a laktáció során.

KONJUGÁLT LINOLSAVAK

Glew és mtsai. (2006) fulani nomád törzsek és városi anyák tejének konjugáltlinolsav-tartalmát (CLA) vizsgálva összehasonlították a fulani vidéki és városi nők tejszírsójának összetételét. A fulaniak főként csak tehéntől származó tejterméket fogyasztottak, melynek CLA-tartalma magasabb, mint a városi anyáké, akik élelmiszeradagja csak kevés tejterméket tartalmazott. Meglepetésre, a különböző táplálkozás hatására sem volt különbség a CLA-t illetően az anyák két csoportja között. A CLA-tartalom a fulani anyák tejében 0,16%-ot, a városi anyák tejében pedig 0,14%-ot tett ki. *Mosley és mtsai.* (2006) a cisz9,transz11-CLA szintézisét tanulmányozták szoptató anyáknál vakcénsavból. 25 mg/testtömegkilogram transz11-vaccénsav fogyasztását követő 8 óra múlva a tej átlagos vaccénsav-tartalma 3,1% volt, maximumát pedig a 18. órában érte el 7,6%-kal. A vaccénsavval kiegészített diétát fogyasztók tejének c9,t11-CLA-tartalma a 18. órában érte el maximumát 0,4%-kal, megerősítve azt a feltételezést, miszerint a vaccénsavból a Δ -9-deszaturáz enzim konjugált linolsavat alakít ki. Megállapították, hogy a tej c9,t11-CLA-tartalmának mintegy 10%-a a tejmirigyben képződik vaccénsavból.

Bertschi és mtsai. (2005) német anyáknál az alpesi vaj fogyasztásának hatását vizsgálták az anyatej CLA-tartalmára és a CLA-izomerekre. Az anyák első csoportja normál diétát fogyasztott a szülés utáni 20. napig, melyet az 1–10. nap között 40 g/nap margarinnal egészítettek ki, a 11–20. nap között pedig még plusz 30 g alpesi vajat kaptak naponta három részletben, amelynek 100 g-jában 2,09 g CLA volt, ami megfelel mintegy 0,5 g napi CLA-bevitelnek. A második csoportba a normál táplálkozású anyák

tartoztak, akik az 1–10 nap között 30 g/nap margarint, a 11–20. nap között pedig 40 g/nap alpesi vaját kaptak négy egyenlő részletben. Megállapították, hogy az alpesi vajkiegészítés hatására megnőtt az anyatej CLA-tartalma. A c9,t11-CLA-izomer mennyisége 49,7%-kal nőtt, és ugyancsak szignifikáns növekedés volt tapasztalható a t9,t11; a t7,c9; a t11,c13 és a t8,c10 izomereknél is. A maradék kilenc izomer nem mutatott változást, koncentrációjuk kisebb volt 5 mg/100 g zsírnál. Kísérleteikből levonták azt a következtetést, hogy az anyák alpesi vaj fogyasztásával tudatosan befolyásolhatják az anyatej CLA-tartalmát.

McGuire és mtsai. (1997) az anyatej és a tejpótló tápszerek CLA-tartalmát vizsgálva megállapították, hogy az összes tejminta mérhető koncentrációban tartalmazta a c9,t11 CLA-izomert, aminek koncentrációja 2,23–5,43 mg/g között változott, ahol az átlag és a szórás 3,64±0,93 mg/g zsír volt. Az összes CLA-tartalmon belül a c9,t11-izomer 83–100%-ot tett ki, és a 14 minta közül nyolc esetben csak ezt az izomert sikerült azonosítani. Nem találtak összefüggést sem zsír, sem tej alapon számolva a szülés után eltelt idő szerint az anyatej CLA-tartalmában. Megállapították, hogy az anyatej összes CLA-tartalma, beleértve a c9,t11-izomert is, lényegesen nagyobb, mint a tejpótló tápszereké. *Jahreis és mtsai.* (1999) a CLA c9,t11-izomerjének rákellenes hatását felismerve, analizálták a tehén, a kecske, a juh, a koca, a kanca és az anyatej összetételét. Megállapították, hogy minden faj tejében a c9,t11 CLA-izomer fordul elő döntő többségben, melynek mennyisége fajtától függően 0,07–1,35% között változik a zsírsav metil-észterek relatív tömegszázalékában. Mivel a bendő mikroflórája befolyással van a linolsav izomerizációjára, ezért a takarmányozás és az évszak hatását is figyelembe vették vizsgálataik során. A CLA-tartalom mindegyik kérődző tejében évszaktól függően változott (1,28% júliusban; 0,54% márciusban). A kérődző állatok közül a juhtej volt leggazdagabb CLA-ban (1,1%), majd a tehén (1,0%), valamint a kecske következett (0,64%). A nemkérődzők közül a kanca teje tartalmazott legkevesebb (0,09%) CLA-t, míg a kocáé 0,2% volt. Az anyatej szignifikánsan több konjugált-linolsavat tartalmazott (0,42%), mint a monogasztrikus háziállatoké. Az anyatej CLA-tartalmában különbséget találtak a tejet fogyasztó- és nem fogyasztó anyák között. Összehasonlítva az egyes fajoknál mért CLA-tartalmat megállapították, hogy az anya teje a nemkérődzők (kanca, koca) és a kérődzők (kecske, tehén, juh) között foglal helyet.

Marangoni és mtsai. (2002) az anyatej és az anyai plazma esszenciáliszsírsav-összetételét vizsgálva a laktáció 1. és 3. hónapja alatt szignifikáns összefüggést kaptak a linolsav és az α -linolénsav esetében a tej és a plazma összetétele között, míg az arachidonsav és a dokozahexaénsav esetében csak a harmadik hónapban kaptak szignifikáns összefüggést. Levonták azt a következtetést, hogy a linolsav és a linolénsav esetében szoros összefüggés van a plazma- és a tej összetétele között. *Precht és Molquentin* (1999) 40 német anya tejének CLA-tartalmát vizsgálva a fő CLA-izomer (c9t11) mennyiségét 0,4%-nak mérték.

KOLESZTERIN

Clark és mtsai. (1982) 10 anyától a laktáció 2., 6., 12. és 16. hetében vettek tejmintát, és meghatározták annak összeskoleszterin- és szabadkoleszterin-tartalmát. A tej átlagos koleszterin- és a szabadkoleszterin-tartalmát 10,3 és 8,3 mg/100 ml-nek mérték, mely értékek nem változtak szignifikánsan a szülés utáni idő függvényében. *Koletzko és mtsai.* (2001) szerint az anyatej magas koleszterintartalmú (10–20 mg/dl, 250–500 mg/100 g zsír). A koleszterin 90,1%-a az összes szterolnak, amit a dezmoszterol követ 8,6%-kal, a

fitoszterolok mennyisége pedig elhanyagolható. Az anya tápláléka úgy tűnik nem befolyásolja a tej koleszterintartalmát. Az anyatejjel táplált gyerekek naponta mintegy 25 mg koleszterinhez jutnak testtömegkilogrammonként, ami a felnőtteknél 4 mg körül van. A plazma koleszterinszintje a szoptatott csecsemőknél magasabb, mint a tejpótló tápszerrel neveltéké, de nem találtak kapcsolatot a szoptatás utáni plazmalipid-szintben attól függően, hogy a csecsemő szopott vagy tápszert kapott. *Picciano* (2001) szerint az anyatej koleszterintartalma a laktáció kezdetén alacsony, ami a laktáció során fokozatosan emelkedik.

Bitman és mtsai. (1986) az anyatej koleszterintartalmát vizsgálva a szülés után két-három nappal, valamint a laktáció 7., 21. és 42. napján vettek 18 nagyon korán szülő (a terhesség 26–30. hetében), 28 koraszülő (31–36 héten) és 6 normál időben (37–47 héten) szülő anyától tejet. A laktáció során az összes koleszterin és a koleszterin-észterek koncentrációja a kolosztrumban mért 5 mg/l-ről az érett tejben 1 mg/l-re csökkent. A koleszterin-észterek zsírsav-összetétele mindhárom csoportnál hasonló volt a szülést követően. A koleszterinnel észterésített zsírsavak tömegszázalékos arányára a következőket kapták: 10:0, 0,7%; 12:0, 2,6%; 14:0, 2,3%; 16:0, 11,4%; 16:1, 5,0%; 18:0, 8,8%; 18:1, 32,9%; 18:2, 30,6%; 18:3, 1,7%; 20:3, 0,9% és a 20:4, 1,8%. A telítetlen zsírsavak aránya a koleszterin zsírsav-észterekben 73%-ot tett ki, ami lényegesen nagyobb, mint a tej trigliceridekben. A legnagyobb különbséget a linolsav-tartalomban kapták, ami 30,6% volt a koleszterin-észterekben és 13% volt a tejsírban. Az eredményekből levonták azt a következtetést, hogy a koleszterin-észterek zsírsav-összetételében a telítetlen zsírsavak dominálnak, és hogy a koleszterin-észterek zsírsav-összetétele jelentős mértékben különbözik a tejsír zsírsav-összetételétől.

Clark és Hundrieser (1989) az anyatej koleszterin-észtereit hasonlította az összes lipidtartalomhoz. 25 tejmintát analizáltak összes lipidre, összes koleszterinre és szabad koleszterinre, a koleszterin-észtereket és a triglicerideket izolálták, és meghatározták mindegyik frakció zsírsav-összetételét. Az anyatej összes koleszterin-tartalma 13,5 mg/l volt, mely szignifikáns pozitív kapcsolatot mutatott a tej összes zsírtartalmával. A szabad koleszterin átlaga 10,9 mg/l, ami szintén szignifikáns pozitív összefüggésben volt az összes zsírtartalommal. Ahogy az összes zsírtartalom mennyisége emelkedett, a koleszterin-észterek zsírsav-összetétele a telített zsírsavak irányába tolódott el. A legnagyobb változásokat a linolsav és az arachidonsav esetében tapasztalták, melyek negatív összefüggésben voltak az összes lipidtartalommal. A trigliceridek zsírsav-tartalma semmiféle összefüggést nem mutatott az összes zsírsav-tartalommal. Az eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy a koleszterin-észterek zsírsav-összetétele és a trigliceridek zsírsav-összetétele jelentős mértékben különbözik.

FOSZFOLIPIDEK

Clark és mtsai. (1982) 10 anyától a laktáció 2., 6., 12. és 16. hetében vett tej foszfolipid-tartalmát vizsgálva annak átlagos mennyiségét 3,9 mg/100 ml-nek mérték, mely változatlan maradt a vizsgált időszakban. *Picciano* (2001) szerint az anyatej foszfolipid-tartalma a laktáció korai szakaszában kisebb, a laktáció során viszont nő. *Koletzko és mtsai.* (2001) szerint a tej foszfolipid-koncentrációja 25 mg/dl, illetve 0,6 g/100 g lipid. A foszfolipideken belül a foszfatidil-kolin 28,4%-ot, a foszfatidil-etanol-amin 27,7%-ot, a foszfatidil-szerin 8,8%-ot, a foszfatidil-inozitol 6,1%-ot, a szfingomielin pedig 37,5%-ot tesz ki. A foszfolipidek emulzióképző tulajdonságúak, hozzájárulnak a tejsírgolyócskák stabilitásához. A szfingo- és glikolipidek, valamint a gangliozidok a baktériumtoxinok megkötésével hozzájárulnak a szervezet védekező mechanizmusához.

TRIGLICERIDEK

Moreira és *mtsai.* (2003) az érett anyatej trigliceridjeit és a trigliceridek zsírsav-összetételét vizsgálták 40 anya tejében. Különböző statisztikai módszerekkel elemezve a kapott eredményeket megállapították, hogy az anyatej triglicerid-tartalma és a trigliceridek zsírsav-összetétele relatíve stabil, minimális változékonyságot mutatott annak ellenére, hogy a statisztikai elemzést követően azokat különböző csoportokba tudták osztani. A trigliceridek koncentrációja és a zsír zsírsav-összetétele között néhány esetben szignifikáns összefüggést tudtak kimutatni. Megállapították, hogy az anyatejben levő trigliceridek tulajdonságait olyan külső faktorok, mint a táplálkozás, a tápláltsági szint, a laktáció hossza és a napszak, jelentős mértékben befolyásolják. Ennek ellenére néhány trigliceridet az érett anyatej markerének lehet tekinteni, mivel ezek koncentrációját a rendkívül eltérő mintavételi körülmények sem befolyásolták. *Picciano* (2001) szerint az anyatejben a lipidek jelentik a tej legfontosabb energiát adó vegyületeit, melyek 97–98%-a trigliceridek formájában fordulnak elő. A trigliceridek zsírsav-tartalma mintegy 88%-ot tesz ki.

IRODALOM

- Al-Tamer, Y.Y., Mahmood, A.A. (2004): Fatty-acid composition of the colostrums and serum of fullterm and preterm delivering Iraqi mothers. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 58. 8. 1119-1124.
- Bahrami, G., Rahimi, Z. (2005): Fatty acid composition of human milk in Western Iran. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 59. 494-497.
- Bertschi, I., Collomb, M., Rist, L., Eberhard, P., Sieber, R., Bütikofer, U., Wechsler, D., Folkers, G., Mandach, U. (2005): Maternal Dietary Alpine Butter Intake Affects Human Milk: Fatty Acids and Conjugated Linoleic Acid Isomers. *Lipids*. 40. 6. 581-587.
- Bitman, J., Wood, D.L., Mehta, N.R., Hamosh, P., Hamosh, M. (1986): Comparison of the cholesteryl ester composition of human milk from preterm and term mothers. *J. Pediatr. Gastroenterol Nutr.*, 5. 5. 780-786.
- Boylan, M., Kuratko, C., Hart, S., Border, B. (1999): Fatty Acid Composition of Breast Milk from Low Income Lactating Mothers in Lubbock, Texas. *Journal of the American Dietetic Association*. 99. 9. 475-477.
- Brenna, J.T., Varamini, B., Jensen, R.G. (2007): Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *Am. J. Clin. Nutr.*, 85. 1457-1464.
- Chen, Z.Y., Pelletier, G., Hollywood, R., Ratnayake, W.M.N. (1995): Trans fatty acid isomers in canadian human milk. *Lipids*. 30. 1. 15-21.
- Clark, R.M., Ferris, A.M., Fey, M., Brown, P.B., Hundrieser, K.E., Jensen, R.G. (1982): Changes in the lipids of human milk from 2 to 16 weeks postpartum. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 1. 3. 311-315.
- Clark, R.M., Hundrieser, K.E. (1989): Changes in cholesteryl esters of human milk with total milk lipid. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 9. 3. 347-350.
- Fidler, N., Koletzko, B. (2000): The fatty acid composition of human colostrum. *Eur. J. Nutr.*, 39. 31-37.
- Fidler, N., Salobir, K., Stibilj, V. (2001): Fatty acid composition of human colostrums in Slovenian women living in urban and rural areas. *Biol. Neonate.*, 79. 1. 15-20.

- Fidler, N., Sauerwald, T., Pohl, A., Demmelmair, H., Koletzko, B. (2000): Docosahexaenoic acid transfer into human milk after dietary supplementation: a randomized clinical trial. *Journal of Lipid Research*. 41. 1376-1383.
- Finley, D.A., Lönnerdal, B., Dewey, K.G., Grivetti, L.E. (1985): Breast milk composition: fat content and fatty acid composition in vegetarians and non-vegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.*, 41. 787-800.
- Genzel, B.O., Wahle, J., Koletzko, B. (1997): Fatty acid composition of human milk during 1st month after term or preterm delivery. *Eur. J. Pediatr.*, 156. 142-147.
- Gibson, R.A., Kneebone, G.M. (1980): Effect of sampling on fatty acid composition of human colostrum. *J. Nutr.*, 110. 1671-1675.
- Glew, R.H., Herbein, J.H., Moya, M.H., Valdez, J.M., Obadofin, M., Wark, W.A., Vander Jagt, D.J. (2006): Trans fatty acids and conjugated linoleic acids in the milk of urban women and nomadic Fulani of northern Nigeria. *Clinica Chimica Acta*. 367. 48-54.
- Glew, R.H., Huang, Y.S., Vander Jagt, T.A.V., Chuang, L.T., Bhatt, S.K., Magnussen, M.A., Vander Jagt, D.J. (2001): Fatty acid composition of the milk lipids of Nepalese women: correlation between fatty acid composition of serum phospholipids and melting point. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 65. 3. 147-156.
- Guesnet, P., Antonie, J.M., Rochette, L.J.B., Galent, A., Durand, G. (1993): Polyunsaturated fatty acid composition of human milk in France: changes during the course of lactation and regional differences. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 47. 700-710.
- Harzer, G., Haug, M., Dietrich, I., Gentner, P.R. (1983): Changing patterns of human milk lipids in the course of the lactation and during the day. *Am. J. Clin. Nutr.*, 37. 612-621.
- Hayat, L., Al-Sughayer, M.A., Afzal, M. (1999): Fatty acid composition of human milk in Kuwaiti mothers. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 124. 261-267.
- Hibbeln, J.R. (2002): Seafood consumption, the DHA content of mothers' milk and prevalence rates of postpartum depression: a cross-national, ecological analysis. *Journal of Affective Disorders*. 69. 15-29.
- Jahreis, G., Fritsche, J., Mockel, P., Schbne, F., Moller, U., Steinhart, H. (1999): The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid, cis-9,trans-11 C18:2 in milk of different species: cow, goat, ewe, sow, mare, woman. *Nutrition Research*. 19. 10. 1541-1549.
- Knox, E., Vander Jagt, D.J., Shatima, D., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Glew, R.H. (2000): Nutritional status and intermediate chain-length fatty acids influence the conservation of essential fatty acids in the milk of northern Nigerian women. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 63. 4. 195-202.
- Koletzko, B., Rodriguez-Palmeroa, M., Demmelmaira, H., Fidler, N., Jensen, R., Sauerwalda, T. (2001): Physiological aspects of human milk lipids. *Early Human Development*. 65. 2. S3-S18.
- Laryea, M.D., Leichsenring, M., Mrotzek, M., el Amin E.O., el Kharib, A.O., Ahmed, H.M., Bremer, H.J. (1995): Fatty acid composition of the milk of well-nourished Sudanese women. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 46. 3. 205-214.
- Lautitzen, L., Halkjaer, L.B., Mikkelsen, T.B., Olsen, S.F., Michaelsen, K.F., Loland, L., Bisgaard, H. (2006): Fatty acid composition of human milk in atopic Danish mothers. *Am. J. Clin. Nutr.*, 84. 1. 190-196.

- López-López, A., Castellote-Bargalló, A.I., López-Sabater, M.C. (2001): Comparison of two direct methods for the determination of fatty acids in human milk. *Chromatographia*. 54. 743-747.
- Marangoni, F., Agostoni, C., Lammardo, A.M., Bonvissuto, M., Giovannini, M., Galli, C., Riva, E. (2002): Polyunsaturated fatty acids in maternal plasma and in breast milk. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 66. 5-6. 535-540.
- Marangoni, F., Agostoni, C., Lammardo, A.M., Giovannini, M., Galli, C., Riva, E. (2000): Polyunsaturated fatty acids concentrations in human hindmilk are stable throughout 12-month lactation and provide a sustained intake to the infant during exclusive breastfeeding. An Italian study. *Brit. J. Nutr.*, 84. 103-109.
- Marín, M.C., Sanjurjob, A., Rodrigob, M.A., Alaniza, M.J.T. (2005): Long-chain polyunsaturated fatty acids in breast milk in La Plata, Argentina: Relationship with maternal nutritional status. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 73. 355-360.
- Martin, J. C., Niyongabo, T., Moreau, L., Antonie, J. M., Lanson, M., Berger, C., Lamisse, F., Bougnoux, P., Couet, C. (1991): Essential fatty acid composition of human colostrums triglycerides: its relationship with adipose tissue composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54. 829-835.
- McGuire, M.K., Park, Y., Behre, R.A., Harrison, L.Y., Shultz, T.D., Mc Guire, M.A. (1997): Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant formula. *Nutrition Research*. 17. 8. 1277-1283.
- Minda, H., Kovács, A., Funke, S., Szász, M., Burus, I., Molnár, Sz., Marosvölgyi, T., Décsi, T. (2004): Changes of fatty acid composition of human milk during the first month of lactation: a day-to-day approach in the first week. *Ann. Nutr. Metab.*, 48. 202-209.
- Morera, S., Castellote, A.I., Jauregui, O., Casals, I., López-Sabater, M.C. (2003): Triacylglycerol markers of mature human milk. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 57. 1621-1626.
- Mosley, E.E., McGuire, M.K., Williams, J.E., McGuire, M.A. (2006): Cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid is synthesized from vaccenic acid in lactating women. *Journal of Nutrition*. 136. 9. 2297-2301.
- Olafsdottir, A.S., Thorsdottir, I., Wagne, K.H., Elmadfa, I. (2006): Polyunsaturated fatty acids in the diet and breast milk of lactating Icelandic women with traditional fish and cod liver oil consumption. *European Journal Nutrition, Metabolic Diseases and Dietetics*. 50. 3. 270-276.
- Patin, R.V., Vítolo, M.R., Valverde, M.A., Carvalho, P.O., Pastore, G.M., López, F.A. (2006): The influence of sardine consumption on the omega-3 fatty acid content of mature human milk. *Jornal de Pediatria*. 82. 63-69.
- Picciano, M.F. (2001): Nutrient composition of Human milk. *Pediatric Clinics of North America*. 48. 1.
- Precht, D., Molkentin, J. (1999): C18:1, C18:2 and C18:3 trans and cis fatty acid isomers including conjugated cis delta 9, trans delta 11 linoleic acid (CLA) as well as total fat composition of German human milk lipids. *Die Nahrung*. 43. 4. 233-244.
- Roquelin, G., Tapsoba, S., Dop, M.C., Mbemba, F., Traissac, P., Martin-Prevel, Y. (1998a): Lipid content and essential fatty acid (EFA) composition of mature Congolese breast milk are influenced by mothers nutritional status: impact on infants EFA supply. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 52. 3. 164-171.
- Roquelin, G., Tapsoba, S., Mbemba, F., Gallon, G., Picq, C. (1998b): Lipid content and fatty acid composition in foods commonly consumed by nursing Congolese women: incidences on their essential fatty acid intakes and breast milk fatty acids. *Int. J. Sci. Nutr.*, 49. 5. 343-352.

- Saarela, T., Kokkonen, J., Koivisto, M. (2005): Macronutrient and energy contents of human milk fractions during the first six months of lactation. *Acta Pædiatrica*. 94. 1176-1181.
- Sala-Vila, A., Castellote, A.I., Rodriguez-Palmero, M., Campoy, C., López-Sabater M.C. (2005): Lipid composition in human breast milk from Granada (Spain): Changes during lactation. *Nutrition*. 21. 467-473.
- Schmeits, B.L., Cook, J.A., VanderJagt, D.J., Magnussen, M.A., Bhatt, S.K., Bobik, E.G., Huang, Y.S., Glew, R.H. (1999): Fatty acid composition of the milk lipids of women in Nepal. *Nutrition Research*. 19. 9. 1339-1348.
- Scopesi, F., Ciangherotti, S., Lantieri, P.B., Risso, D., Bertini, I., Campone, F., Pedrotti, A., Bonacci, W., Serra, G. (2001): Maternal dietary PUFAs intake and human milk content relationships during the first month of lactation. *Clinical Nutrition*. 20. 5. 393-397.
- Serra, G., Marletta, A., Onacci, W., Campone, F., Bertini, I., Lantieri, P.B., Risso, D., Ciangherotti, S. (1997): Fatty acid composition of human milk in Italy. *Biol. Neonate.*, 72. 1. 1-8.
- Shores, J.T., VanderJagt, D.J., Millson, M., Huang, Y.S., Glew, R.H. (2000): Correlation between the content of intermediate chain-length fatty acids and copper in the milk of Fulani women. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential FattyAcids*. 63. 4. 203-207.
- Silva, M.H.L., Silva, M.T.C., Brandão, S.C.C., Gomes, J.C., Peternelli, L.A., Franceschini, S.C.C. (2005): Fatty acid composition of mature breast milk in Brazilian women. *Food Chemistry*. 93. 2. 297-303.
- Taylor, F., Francis, T. (2004): Fatty acid composition of human milk lipids in Chilean women. *Acta Paediatr.*, 93. 855-859.
- Wijga Alet, H., Houwelingen, A.C., Kerkhof, M., Tabak, C., Jongste, J.C., Gerritsen, J., Boshuizen, H., Brunekreef, B., Smit, H.A. (2006): Breast milk fatty acids and allergic disease in preschool children: The Prevention and Incidence of Asthma and Mite Allergy birth cohort study. *American Academy of Allergy, Asthma and Immunology*.
- Xiang, M., Lei, S., Zetterström, R. (1999): Composition of long chain polyunsaturated fatty acids in human milk and growth of young infants in rural areas of northern China. *Acta Pædiatr.*, 88. 126-131.
- Xiang, M., Harbige, L., Zetterstrom, R. (2005): Long-chain polyunsaturated fatty acids in Chinese and Swedish mothers: Diet, breast milk and infant growth. *Acta Pædiatrica*. 94. 1543-1549.
- Yamawaki, N., Yamada, Kanno, T., Kojima, T., Kaneko, T., Yonekubo, A. (2005): Macronutrient, mineral and trace element composition of breast milk from Japanese women. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 19. 2-3. 171-181.

Levelezési cím (*Corresponding authors*):

Salamon Szidónia

Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus,
Élelmiszer-tudományi Tanszék, Csíkszereda, 530104 Szabadság tér 1.
University of Transsylvania, Csíkszereda Campus,
Department of Food Sciences, Csíkszereda, 530104 Szabadság tér 1.
Tel.:40-266-317-121, Fax:40-266-314-657
e-mail: salamonszidonia@sapientia.siculorum.ro