

Conjugated linoleic acid content of milk and dairy products

József Csanádi¹, Sándor Szakály², János Csapó³, Zsuzsanna Csapó-Kiss³,
Éva Vargáné-Visi³

¹University of Szeged Faculty of Food Engineering ²Hungarian Dairy Research Institute ³University of Kaposvár Faculty of Animal Science;

According to our present knowledge, among the food-products, the meat and milk, and those products of the ruminants contain the most conjugated linoleic acid (0.2-2 g CLA/100 g fat). Only one tenth of the CLA content of ruminants and those products was found in the meat of monogastric animals, according to fishes and other sea animals this CLA content was even lower.

The CLA in ruminants-derived products comes into existence partly from the linoleic acid, and partly from trans-C18:1 fatty acids in the mammary gland. The increase of the CLA content of tissues was also experienced in the case of monogastric animals, so it is possible that in their digestive system, though in a smaller extent than in the rumen of ruminants, biological hydrogenation occurs. CLA content of dairy products is determined by CLA content of raw milk. Therefore, the plausible solution is to increase CLA content of milk by modified foraging and farming of milking animals.

During the production of the processed cheese the applied heat treatment and also certain steps of the processing of the food industry can increase the CLA content. Heat treatment involves significant CLA formation mainly when the protein content of the product is high. In the case of milk products made by fermentation, their CLA content can change during the fermentation, since some *Propionibacteria* spp. used in certain types of cheese production are able to produce CLA from linoleic acid in microbiological nourishment conditions. According to some experts the CLA content of cheeses can increase during ripening, but others have not experienced significant change in the CLA content of semi-processed goods after the implanting of the starter culture. In most cases the CLA content of cheeses had no significant differences from the CLA content of milk as used for cheese production. If synthetic CLA is given to butter, the free fatty acids can be transmitted to triacyl-glycerol molecules by enzymatic esterification, and using that method the increase of CLA content can also be solved. A fraction can be reached from the butter that is rich in CLA using supercritical fluid extraction. If it is desirable the increase of the CLA content of food-products can also be accomplished.

Based on some recent experiments it can be stated that the effect of the CLA on the process of carcinogenesis is very complex and it is not completely known. The required amount of CLA intake for the desirable physiological effects in human organism is not even known, we only able to give estimated values based on animal experiments.

Revealing the connection between the CLA consumption and the formation of malignant tumor illnesses in human subject encounters difficulties, but since the volunteers taking part in the experiments we have some result. Despite the preliminary auspicious results perhaps we should have even for decades, in order to be able to know the perfect effect of CLA intake on the illnesses, mainly on tumors.

Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma
Csanádi József¹, Szakály Sándor², Csapó János³, Csapóné Kiss Zsuzsa³,
Vargáné Visi Éva³

¹SZTE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar ²Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet
Pécs ³Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar,

Mai tudásunk szerint az élelmiszeripari termékek között a kérődző állatok tej- és hústermékei tartalmazzák a legtöbb konjugált linolsavat (0.2-2 g CLA/100 g zsír). A kérődzők CLA tartalmának csak egytizedét tartalmazza az egy-gyomrú állatok húsa és termékei, és ehhez képest a halak és egyéb tengeri állatok CLA szintje még alacsonyabb.

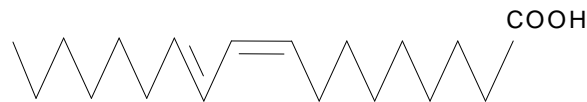
A kérődzőktől származó termékekben a CLA részben a linolsavból és részben a transz-C 18:1 zsírsavból keletkezik a tejmirigyben. Az egy-gyomrú állatok szöveti CLA szintjének növekedése szintén kimutatható az emésztőrendszerükben, habár az jóval kisebb kiterjedésű, mint a kérődzők bendője, ahol a biológiai hidrogénezés történik. A tejtermékek CLA-tartalmát alapvetően a nyerstej CLA-tartalma határozza meg. Kézenfekvő megoldás ezért a tej CLA-tartalmát, a tejelő állatok takarmányozásának és tartásának megváltoztatásával növelni.

Az ömlesztett sajt gyártása során alkalmazott hőkezelés és az élelmiszer-előállítók eljárásainak bizonyos lépései növelhetik a CLA szintjét. A hőkezelés főleg akkor okoz számottevő változásokat a CLA szintjében, ha a termék fehérjetartalma magas. Abban az esetben, ha a tejtermékeket fermentációval állították elő, a CLA tartalom megváltozhat, mivel a sajtok bizonyos típusainál Propionibacterium fajokat használnak, melyek megfelelő körülmények között CLA-t képesek előállítani linolsavból. Néhány kísérlet szerint a sajtok CLA tartalma megnövekedhet az érlelés során, de más tapasztalatok nem ezt jelzik. A legtöbb esetben a sajtok CLA szintje nem nagyon különbözött attól a tejtől melyet a sajtgyártásra használtak fel. Ha szintetikus CLA-t adunk a vajhoz, akkor enzimes észterezés hatására a szabad zsírsavak trigliceriddé alakulnak, és ezt a módszert a vaj CLA szintjének növelésére is alkalmazzák. A frakciót szuperkritikus folyadék extrakcióval lehet olyan vajból kinyerni melynek magas a CLA tartalma. Ha kell, akkor az élelmiszeripari termékek CLA szintjének a növelése is megoldható, tökéletesíthető.

Néhány jelenlegi kísérlet eredményeire utalva megállapítható, hogy a rákos folyamatokban a CLA hatása nagyon összetett és még nem teljesen tisztázott. A humán szervezet számára, a kívánatos fiziológiai hatások érdekében szükséges CLA bevitel mennyisége még nem pontosan ismert, egyelőre az állati kísérletek eredményei alapján adhatunk tájékoztató jellegű adatokat. A CLA fogyasztás és a rosszindulatú tumoros megbetegedések közötti kapcsolat megállapítása nehéz, ám mióta önkéntes jelentkezők részt vesznek a kísérletekben, néhány eredmény felmutatható. A kezdeti kedvező eredmények ellenére, talán évtizedek kellenek ahhoz, hogy a CLA bevitel betegségekre, főleg a daganatokra gyakorolt pontos hatásait megismerjük.

Bevezetés

Számos tanulmány szerint a tejtermékek fogyasztása csökkentheti a rákbetegségek kialakulásának esélyét. A tej komponensei közül rákellenes hatást tulajdonítanak a tejfehérjének, a tejsavbaktériumok által termelt anyagoknak, a kalciumnak, valamint a tejszír alkotói közül a konjugált linolsavaknak, a szfingomielinnek, a vajsavnak, valamint az éterlipideknek. Fentiek közül az egyik legérdekesebb és legnagyobb reményekre jogosító természetes hatóanyag, akár gyógyszer lehet, a konjugált linolsav (CLA), mivel bebizonyosodott, hogy gátolja egyes daganatfélék kialakulását, ill. terápiás hatása van. A konjugált linolsav megnevezés azon linolsav-izomerek (szerkezeti és geometriai izomerek) gyűjtőneve, melyek a linolsavval szemben nem izolált, hanem konjugált helyzetben tartalmaznak két kettős kötést. A kettős kötések többnyire a 9, 11 helyzetben, vagy a 10, 12 helyzetben találhatóak, de egyéb pozíciókban, úgymint 8, 11; vagy 11, 13 is előfordulhatnak (Christie és mtsai., 1997). Mindkét kettős kötés lehet vagy cisz, vagy transz konfigurációjú.



1. ábra Cisz9,transz11-C18:2 (konjugált linolsav, CLA) szerkezeti képlete

Nagy részben feltáratlanok ugyan még azok a folyamatok, hogy a CLA milyen mechanizmusokon keresztül gátolja a karcinogenezist, de az már úgy tűnik tisztázott, hogy a kölcsönhatás mechanizmusa a különböző rákfajták esetében eltérő lehet, valamint az életkor és a karcinogén anyaggal való kapcsolat időtartama, a karcinogenezis előrehaladottsága is megváltoztathatja a CLA hatásmechanizmusát. Mai tudásunk szerint a CLA reagálhat antioxidánsként, lehet prooxidáns citotoxikus hatása, gátolja a nukleotid szintézist, csökkenti a proliferatív aktivitást, gátolja a DNS károsodását és a rákkeltő anyag aktivizálódását (Ha és mtsai., 1987; Pariza és Hargraves, 1985; Ha és mtsai., 1990; Ip és mtsai., 1991; Lee és mtsai., 1994; Nicolosi és Laitinen, 1996). Fentiekén kívül beszámoltak a CLA koleszterinszint csökkentő és antiatherogén hatásáról, és ismertek olyan kísérletek is, melynek során egerek testének zsírtartalma 60%-kal csökkent annak hatására, hogy tápjukba 0,5% CLA-t keverték be.

A konjugált linolsavak a húsban, a tojásban és kisebb mértékben a növényi olajokban is megtalálhatók, ennek ellenére a tejtermékek a legjelentősebb természetes konjugált linolsav források az emberi táplálkozásban. A bányahús, a marhahús és a tehéntej kb. tízszer annyi CLA-t tartalmaz (0,5–1g CLA/100g zsír), mint a sertéshús, a lazac és a tojássárgája.

Hazánkban Csapó és mtsai (2001a, b, c, 2003a, b) foglalkoztak a tej és tejtermékek konjugált linolsav tartalmával, ill. annak meghatározásával, és készítettek egy átfogó összeállítást a szakirodalom által közölt eredményekről. Legfontosabb megállapításaikat, valamint a szakirodalom legfontosabb eredményeit is áttekintjük az alábbiakban.

A növényi olajokban és a margarinban egyes kutatók (Parodi, 1994; Kepler és mtsai., 1966; Fritsche és Steinhart, 1998) nem találtak CLA-t. Mások ki tudták ugyan mutatni ezeket a zsírsavakat (Ackman és munkatársai, 1981, Chin és munkatársai, 1992b; Kayahan és Tekin, 1994; Mossoba és mtsai., 1991; Spitzer és mtsai., 1991a; Spitzer és mtsai., 1991b), de az esetek többségében az olajok és margarinok csupán kevés CLA-t tartalmaztak. A hidrogénezett növényi olajok CLA tartalmában mért különbségeket az eltérő hidrogénezési körülményekkel indokolták (Fritsche és Steinhart, 1998).

A nyerstej konjugált linolsav tartalma

A tejszírsban a CLA izomerek közül a c9,t11-CLA a teljes CLA-tartalom több, mint 85%-át teszi ki. A világ több országában vizsgálva a tejszír CLA-tartalmát, az értékek 0,2-2g CLA/100g tejszír között változtak (Jang 1998). Egy 1996-ban Svédországban végzett vizsgálat szerint a tejszír CLA-tartalma 0,25-1,7g CLA/100g zsír között változott (Jiang és mtsai., 1996). A c9,t11-CLA-izomer átlagos mennyisége 0,45g volt 100g tejszírsban. Precht és Molquentin (2000) 14 EU országból származó több mint 2000 tejminta vizsgálata során megállapították, hogy c9,t11-CLA átlagos koncentrációja a tejszírsban 0,76g/100g volt, mely értékek 0,13–1,89g/100g között változtak. A minták transz-C18:1, transz-C18:2 és teljes transz-zsírsavtartalma átlagosan 3,67g, 1,12g és 4,92g/100g zsír volt.

A tej CLA tartalmának növelésére kézenfekvő megoldás a megfelelő takarmányozás. Zöldtakarmányok zsírja gazdag linolénsavban, a szójaolaj, a gyapotmagolaj és a

napraforgóolaj pedig linolsavban. Figyelemmel ezen tényekre azt találták, hogy legeltetett tehének tejének nagyobb a CLA tartalma akkor, ha kiegészítésként nem kaptak takarmány koncentrátumot. Ha azonban teljes zsírtartalmú extrudált szójadarát, teljes zsírtartalmú extrudált gyapotmagot vagy napraforgóolajat kaptak kiegészítésként, a tej CLA értéke nőtt, és szintén nagyobb CLA szintről számoltak be teljes zsírtartalmú repcemag, valamint más, linolsavban és linolénsavban gazdag olajok, valamint halolaj etetése esetében (Dhiman és mtsai., 1999; Kelly és mtsai., 1998; Donovan és munkatársai 2000). A CLA tartalom az adagolt olajtól és az adagolt mennyiségtől függően 97-438 %-al nőtt a kontroll csoportokéhoz képest. A CLA tartalom növekedése ezen kísérletekben több esetben együtt járt a rövid- és közepes hosszúságú zsírsavak, illetve a zsírtartalom csökkenésével, így az sem mindegy, hogy pontosan milyen eredetű olajjal egészítjük ki a takarmányt.

A tej CLA és t11-C18:1 tartalmát jelentősen befolyásolhatja a takarmány rost- és keményítőtartalma is. Többen arra a következtetésre jutottak, hogy a takarmány rosttartalmának csökkentésével és keményítőtartalmának növelésével jelentősen meg lehet növelni a CLA mennyiségét a tejben (Kelly és Bauman, 1996; Jiang és mtsai., 2000; Gerson és munkatársai 1985).

Az etetési technológia hatását vizsgálva azt a következtetést lehet leszűrni, hogy a c9,t11-C18:2 és a t11-C18:1 zsírsavak mennyisége különbözik az adagolt és az ad libitum takarmányozás esetén, még hozzá az előbbi javára, tehát a pontosan adagolt takarmányozás előnyösebb, mint az étvágy szerinti. Az etetési gyakoriság tejszírtartalomra és zsírsavösszetételre gyakorolt hatását vizsgálva megállapították, hogy a tejszírtartalom az etetések számával nőtt, és a t11-C18:1 zsírsav mennyisége a tejben kissé nagyobb volt a naponkénti kétszeri etetésnél a napi egyszeri etetéshez viszonyítva (Banks és munkatársai 1980).

Jahreis és munkatársai (1997) arra a következtetésre jutottak, hogy az állatok tartási módja is befolyásolhatja a tej CLA-tartalmát. Összegezve tehát, amennyiben a tehéntej CLA-tartalmának növelése a cél, akkor ez megvalósítható különféle takarmányok összeállításával, azonban a takarmányozáson kívül egyéb tényezők is jelentős szerepet játszhatnak a nyerstej CLA-tartalmának alakításában, hisz a legtöbb tanulmányban nagy egyedek közötti eltéréseket figyeltek meg.

Tejtermékek CLA-tartalma

A tejtermékek konjugált linolsav-tartalmát döntően zsírtartalmuk határozza meg, így a vajban és a sajtokban található legnagyobb mennyiségben.

A tejtermékek CLA-tartalma egy svédországi felmérés szerint 0,46-0,71g/100g zsír, az USA-ban pedig 0,36-0,70g/100g zsír között van (Jiang és mtsai, 1998). Németországban a tejtermékek zsírjában a konjugált linolsav mennyisége 0,40-1,70%. Mindhárom országban a sajt CLA-tartalmát nagyobbak találták a többi tejtermékénél. A pasztörözött tej CLA-tartalmát 0,98, a sűrített tejét 0,63-0,70, a homogénezett tejét 0,55g/100g zsírnak mérték (Fritsche és Steinhart, 1998). Nagy szórást tapasztaltak a joghurtok (0,69±0,38g/100g zsír) CLA-tartalmában. A Svédországban kapható tejtermékeket vizsgálva megállapították, hogy a különféle joghurtok, a vaj, a tejszínhab és a tejföl CLA-tartalma 0,45-0,62g/100g zsír értékek között változott. Nem tapasztaltak jelentős eltérést egyik termék esetében sem, és a teljes és csökkentett zsírtartalmú joghurtok zsírjának CLA-tartalma sem különbözött jelentősen egymástól (Chin és munkatársai 1992; Lin és munkatársai 1995). A 4 és 10 hónap közötti érlelésű sajtok 0,50–0,71g/100g zsír CLA-t tartalmaztak. A CLA-tartalom szórása a tejtermékek esetében kisebb volt a nyerstej esetében mértnél. Ausztráliában a vaj CLA-tartalmát 0,94–1,19g/100g zsír között mérték (Fogerty és munkatársai 1988). A különféle tejtermékek CLA-tartalmát meghatározva legkisebb értéket a nem zsíros, fagyasztott tejdesszert (0,06g/100g zsír), a legnagyobbat pedig, egy sűrített tejnél (0,7g/100g zsír) mérték. 13-féle különböző sajtot ellenőrizve a CLA-tartalom 0,29-0,71g/100g zsír között változott, az ömlesztett sajtok pedig átlagosan 0,50g/100g zsír CLA-t tartalmaztak. Ezen utóbbi esetben a különböző technológiával készült sajtok közötti eltérés csekély volt. A friss és érett sajtok zsírjában alig volt különbség a CLA-tartalomban (0,51-0,54g/100g zsír), ahol a CLA izomerek 82-88%-át a c9,t11 CLA izomer tette ki. Azok az ömlesztett sajtok, amelyekhez savófehérje koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, kb. négyszer annyi (0,88g/100g zsír) CLA-t tartalmaztak, mint a nem ömlesztett sajtok (0,19g/100g zsír). Az ömlesztett sajtokban a hét azonosított CLA izomer legnagyobb mennyiségét a t9,t11-CLA és a t10,t12-CLA tette ki, míg a c9,t11-CLA csak 17,1%-a volt a teljes CLA-tartalomnak (Chin és munkatársai 1992b).

A vaj CLA-szintjének növelése

A nagyobb CLA bevitel egyik lehetséges módszere szerint a vaj összetételét biológiai vagy fizikai-kémiai eljárásokkal módosítják a CLA-tartalom növelése érdekében.

Ennek egyik útja a takarmányokkal történő nagyobb CLA tartalmú tej termelése a vajgyártás számára. Így a kontroll vajhoz képest (0,5g CLA/100g zsír) a kísérleti tejből készített vaj nyolcszor annyi CLA-t tartalmazott (4,1g/100g zsír). A CLA-ben gazdagított vaj több telítetlen zsírsavat és kevesebb rövid- és közepes lánchosszúságú zsírsavat tartalmazott (Bauman és munkatársai, 2000).

Egy másik kísérletben a vajhoz adtak szintetikus előállított konjugált linolsavat és enzimek készítményt, majd a vaj trigliceridjeit enzimes módszerrel részlegesen átészterezték. A leghatékonyabb lipáz enzimek kiválasztását követően az enzim hőmérsékleti optimumán, 50 °C-on, különböző inkubálási időt alkalmazva megállapították, hogy a trigliceridekbe beépült CLA mennyisége az inkubálás kezdetén rohamosan nőtt, majd minden enzimkoncentráció esetén egy telítési görbéhez hasonlóan változott az idő függvényében. Az átészterezés hatékonyságát azonban jelentős mértéken befolyásolja a vaj víztartalma, ugyanis 0,15% víztartalom felett a CLA-bevitel mértéke csökken, a nem kívánt hidrolízis termékek mennyisége pedig nő. Megváltozik az átészterezés során a trigliceridek szénatomszám szerinti megoszlása is, mert a hosszú szénláncú zsírsavak főleg a közepes és rövid szénláncú zsírsavak helyett épülnek be az acil-gliceridekbe (Garcia és munkatársai 2000).

CLA-ben gazdag tejszír-frakciót elő lehet állítani szuperkritikus folyadékextrakcióval is, hisz a vízmentes tejszírből széndioxidos szuperkritikus folyadékextrakcióval olyan frakciót lehet kinyerni, amely gazdagabb a hosszabb szénláncú és telítetlen zsírsavakat tartalmazó trigliceridekben, mint az eredeti tejszír (Romero és munkatársai 2000).

A sajt CLA-szintjére ható tényezők

A sajtok CLA-tartalmát többen nagyobb mértékben mérték a legtöbb tejtermék CLA-tartalmánál. Megállapították, hogy a sajtok CLA-szintjét befolyásolhatja a tejalapanyag CLA-tartalma, az érlelési idő és az ömlesztett sajtok esetében a gyártási folyamatok során alkalmazott hőkezelés, és nem zárható ki a starter kultúra mikrobáinak CLA-termelése sem.

A különféle sajtok CLA-tartalmát vizsgálva Ha és munkatársai (1989) megállapították, hogy azok az ömlesztett sajtok, amelyekhez savófehérje koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, kb. négyszer annyi CLA-t tartalmaztak, mint a fehérjekiégésítés

nélküliek. Megállapították, hogy CLA képződhet a feldolgozás során a hőkezelés hatására, az érés során a linolsav szabadgyökös oxidációjával, és hatással lehet a CLA mennyiségére a fehérje eltérő minősége is. Ugyanabból a sajtból készített ömlesztett sajt sok esetben több CLA-t tartalmazott, mint a kiindulási anyag, ha az ömlesztést levegőn, normál nyomáson végezték, nitrogén atmoszférában végezve a műveleteket viszont nem tapasztaltak növekedést a CLA-tartalomban. Nőtt a CLA koncentráció a növekvő részarányú savófehérje koncentrátum hatására, nem változott viszont a c9,t11-CLA izomer aránya az ömlesztett cheddar sajtban.

Az élelmiszerelőállítás során használt starterkultúrák tartalmazhatnak olyan mikroorganizmusokat, amelyek CLA-t állítanak elő. Több szintenyészetben előforduló baktérium CLA-termelő képességét vizsgálva arra a következtetésre jutottak, hogy a vizsgált tizenkét faj ill. fajta közül mindössze három olyan fajta termel CLA-t, amelyeknek fontos szerepük van a svéd típusú sajtok jellegzetes aromájának és lyukazottságának kialakításában. A CLA-t termelő három fajtára a szabad linolsav antibakteriális, növekedést gátló hatást gyakorol (Jiang és munkatársai 1998). A CLA-t termelő fajták linolsav tűrése és az általuk termelt CLA mennyisége egyenesen arányos volt egymással, ezért a szabad linolsav CLA-vá alakítása ezen fajták esetében egy méregtelenítési folyamatnak fogható fel, melynek során a baktériumok a számukra káros linolsavat úgy próbálják meg hatástalanítani, hogy CLA-vá alakítják. Ez valószínűleg azért történik meg, mert a transz-konfigurációjú kettőskötéseket is tartalmazó zsírsavak antimikrobás hatása kisebb, mint a cisz-konfigurációjú kettőskötéseket tartalmazóké. Felületaktív anyagokkal (pl. fehérjék) a szabad linolsav növekedést gátló hatását csökkenteni lehet, így feltételezhető, hogy ezek segítségével több CLA is termelődik. Elképzelhetőnek tartják a jövőben a CLA-termelő baktériumfajtákkal a CLA-ben gazdag sajtok előállítását a termelési mechanizmus jobb megismerése után.

Az érlelési idő hatásával kapcsolatos eredmények ellentmondásosak. A legtöbb szerző szerint a sajtok CLA tartalma nem különbözik jelentősen a sajttej CLA-tartalmától, tehát sem a gyártás, sem az érlelési idő nem befolyásolja számottevően a sajt CLA-tartalmát. Bár a sajtgyártás során a szerzők nem tapasztaltak számottevő CLA-tartalom növekedést, leszögezik, hogy a CLA-szint stabilitása fontos tény táplálkozástani szempontból, mivel a nyerstej eredeti CLA tartalma nem vész el a táplálékból a feldolgozás során (Jiang és munkatársai, 1998).

Más vizsgálatok szerint úgy tűnik, hogy az indiai Ghee CLA-szintjét jelentősen befolyásolja annak előállítási módja, hisz a CLA mennyisége akár ötszörösére is növelhető az előállítás során. Sikerült a 0,5–0,6g/100g zsír CLA-t tartalmazó tehéntej nyersanyagból 2,5–2,8g/100g zsír CLA-tartalmú Ghee-t előállítani az alvadékképződés során fellépő mikrobiális fermentáció segítségével. A CLA-tartalmat befolyásolta a szűrési hőmérséklet is, hisz magasabb hőmérsékleten több CLA keletkezett, mint alacsonyabb hőmérsékleten. Egyöntetű vélemény szerint a Ghee gyártása folyamán alkalmazott hőközléssel járó folyamatok fehérje jelenlétében kétséget kizáróan felelőssé tehetők a CLA-szint növekedéséért (Aneja és Murthi, 1991).

Összefoglalás

Még nem ismerjük pontosan azt, hogy milyen mennyiségű CLA-t kell az embernek naponta elfogyasztania ahhoz, hogy a CLA kedvező élettani hatásai megmutatkozzanak. Az eddig elvégzett vizsgálatok tapasztalatai azt mutatják, hogy a patkányoknál az emlődaganat képződése jelentősen mérséklődött, ha a takarmányok 100g-ja 0,1-1g CLA-t tartalmazott. Az ember és a patkány testtömeg aránya alapján ez azt jelenti, hogy az ember számára szükséges napi CLA-bevitel mintegy 3,5g (Ip és munkatársai, 1991) a kedvező élettani hatás kiváltásához. Ezzel szemben az Egyesült Államokban a napi CLA fogyasztás 0,5-1g, Ausztráliában 0,5-1,5g (Parodi, 1994), Németországban pedig 0,4g (Fritsche és Steinhart, 1998), mely értékek lényegesen alacsonyabbak annál, mint amennyire szükségünk lenne akkor, ha a patkány és az ember CLA-igénye egységnyi tömegre vonatkoztatva megegyezik. Többen úgy vélik, hogy a hatékony mennyiség bevitel nem oldható meg a hagyományos, tejalapú élelmiszerek fogyasztásának növelésével. Az eddig áttekintett szakirodalomra támaszkodva, a legjobb hatású c9,t11-CLA szükséges mennyiségének beviteléhez kb. 400 g tejszírra van szükség. Mivel ez számításink szerint kb. 14,3 liter 2,8% zsírtartalmú tej, vagy 1,6 kg zsíros félkemény sajt, netán 0,5 kg vaj elfogyasztását feltételezné naponta, ezért egyet értünk azon véleményekkel, miszerint a CLA bevitel jelentős növelése csak a CLA-ben gazdagított tejtermékek fogyasztásával lehetséges.

A tej alapanyag CLA-tartalmának növelését CLA-szint növelő takarmányozási módszerekkel többen már megvalósították, azonban ezeknél a módszereknél problémát jelenthet a tej összetételének jelentős megváltozása. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a tejszír CLA-tartalmának növekedése ezekben a takarmányozási

kísérletekben együtt járt az élettani szempontból nem kívánatos transz-C18:1 zsírsavak mennyiségének növekedésével. Háromszorosára növelve a nyerstej CLA-tartalmát és figyelembe véve a jelenlegi átlagos napi CLA-bevitelt, 2,2 g/100 g tejszír CLA-tartalmú alapanyag esetén a napi CLA-szükséglet 100 g tejszírral, azaz 0,40 kg zsíros sajttal, kb. 4 liter 2,8 %-os tejjel lenne fedezhető, ami még mindig kissé soknak tűnik, gondoljunk önmagában a zsír energia-tartalmára.

Nagyobb mértékű CLA-tartalom növelés lenne tehát célszerű, ami természetes eredetű, vagy szintetikus CLA adagolásával lenne megoldható. Ha a tejalapú élelmiszerek CLA-szintjének emelését a transz-zsírsavak szintjének emelkedése nélkül akarjuk megvalósítani, akkor az élelmiszerekhez adagolt szintetikus CLA-t enzimes úton kell a tejszír trigliceridekbe bejuttatni. Megoldást jelenthet az is, ha CLA-ben gazdag tejszír frakciót állítunk elő extrakcióval, de ilyenkor a visszamaradt, CLA-ben szegény, értékcsökkent frakciók nehezen hasznosíthatók.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ackmann, R.G., Eaton, C.A., Sipos, J.C., Crewe, N.F. (1981). Origin of cis-9, trans-11- and trans-11-octadecadienoic acids in the depot fat of primates fed a diet rich lard and corn oil and implications for the human diet. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, 14. 103-107.
- Aneja, R.P., Murthi, T.N. (1991). Beneficial effects of ghee. *Nature*, 350. 280.
- Banks, W., Clapperton, J.L., Kelly, M.E., Wilson, A.G., Crawford, R.J.M. (1980). The yield, fatty acid composition and physical properties of milk fat obtained by feeding soya oil to dairy cows. *J. Sci. Food Agric.*, 31. 368-374.
- Bauman, D.E., Barbano, D.M., Dwyer, D.A., Griinari, J.M. (2000). Technical note: production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. *J. Dairy Sci.*, 2000.83. 2422-2425.
- Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Pariza, M.W. (1992). Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. *JS. Food Comp. Anal.*, 5. 185-197.
- Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992b). Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. *J. Food Comp. Anal.*, 5. 185-197.
- Christie, W.W. (1979). The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. *Prog. Lipid Res.*, 17. 245-277.
- Csapó, J., Vargáné Visi É., Csapóná Kiss Zs., Szakály S. (2001a). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma. I. Irodalmi összefoglaló. A tej konjugált linolsav-tartalmát befolyásoló tényezők. *Acta Agraria Kaposvariensis*. 4. p. 1-12.

- Csapó, J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2001b). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma. II. Irodalmi összefoglaló. A sajt, vaj egyéb tejtermékek és más élelmiszerek konjugált linolsav-tartalma. *Acta Agraria Kaposvariensis*. 4. p. 13-21.
- Csapó, J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2001c). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma. III. Irodalmi összefoglaló. A konjugált linolsavak és a tejszír biológiai hatása; konjugált linolsavak az emberi szervezetben. *Acta Agraria Kaposvariensis*. 4. p. 23-38.
- Csapó, J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2003a). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma. 1. Közlemény: A tej, a sajt, a vaj és más élelmiszerek konjugált linolsav-tartalma. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 52. 2. p. 215-234.
- Csapó, J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2003b). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma. 2. Közlemény: A konjugált linolsavak és a tejszír biológiai hatása; konjugált linolsavak az emberi szervezetben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 52. 4. p. 331-345.
- Dhiman, T.R., Anand, G.R., Satter, L.D., Pariza, M.W. (1999). Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.*, 82. 2146-2156.
- Donovan, D.C., Schingoethe, D.J., Baer, R.J., Ryali, J., Hippen, A.R., Franklin, S.T. (2000). Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 83. 2620-2628.
- Fogerty, A.C., Ford, G.L., Svoronos, D. (1988). Octadeca-9, 11-dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breast milk. *Nutr. Rep. Intl.*, 38. 937-944.
- Fritsche, J., Steinhart, H. (1998). Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *Z. Lebensm Unters Forsch A*, 206. 77-82.
- Garcia, H.S., Keough, K.J., Arcos, J.A., Jr. Hill, G.C. (2000). Interesterification (acidolysis) of butterfat with conjugated linoleic acid in batch reactor. *J. Dairy Sci.*, 83. 371-377.
- Gerson, T., Jihn, A., King, A.S.D. (1985). The effect of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. *J. Agric. Sci.*, 105. 27.
- Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W. (1987). Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8. 1881-1887.
- Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W. (1989). Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheeses. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 37. 75-81.
- Ha, Y.L., Storckson, J., Pariza, M.W. (1990). Inhibition of benzo(a)prene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.*, 50. 1097-1101.
- Ip, C., Chin, S.F., Scimeca, J.A., Pariza, M.W. (1991). Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.*, 51. 6118-6124.
- Jahreis, G., Fritsche, J., Steinhart, H. (1997). Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.*, 17. 1479-1484.
- Jiang, J., Björck, L., Fondén, R., Emanuelson, M. (1996). Occurrence of conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. *J. Dairy Sci.*, 79. 438-445
- Jiang, J., Björck, L., Fondén, R. (1998). Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. Doctoral thesis.
- Jiang, J. (1998). Conjugated Linoleic Acid. Doctoral thesis.
- Kayahan, M., Tekin, A. (1994). *Gida*, 19. 147-143.

- Kepler, C.R., Hirons, K.P., McNeill, J.J., Tove, S.B. (1966). Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Journal of Biological Chemistry*, 241. 1350-1354.
- Kelly, M.L., Berry, D.A., Dwyer, J.M., Griinari, J.M., Chouinard, P.Y., Amburgh, M.E.W., Bauman, D.E. (1998). Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.*, 128. 881-885.
- Kelly, M.L., Bauman, D.E. (1996). Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. *Cornell Nutrition Conference for Feed manufacturers. Rochester NY. (proceedings) 68-74.*
- Lee, K.N., Kritchevsky, D., Pariza, M.W. (1994): Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108. 19-25.
- Lin, H., Boylston, T.D., Chang, M.J., Luedecke, L.O., Schultz, T.D. (1995). Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. *J. Dairy Sci.*, 78. 2358-2365.
- Mossoba, M.M., McDonald, R.E., Amstrong, D.J., Page, S.W. (1991). *J. Chromatogr., Sci.*, 29. 324-330.
- Nicolosi, R.J., Laitinen, L. (1996). Dietary conjugated linoleic acid reduces aortic fatty streak formation greater than linoleic acid in hypercholesterolemic hamsters. *Faseb J.*, 10. 2751.
- Pariza, M.W.; Hargraves, W.A. (1985). A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumours by 7,12 dimethylbenz(a)anthracene. *Carcinogenesis*, 6. 591-593.
- Parodi, P.W. (1994). Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. *Journal of Dairy Technology*, 49. 93-97.
- Precht, D., Molkenin, J. (2000). Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid contents in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*, 55. 12. 687-691.
- Romero, K.P., Rizvi, S.S.H., Kelly, M.L., Bauman, D.E. (2000). Short communication: concentration of conjugated linoleic acid from milk fat with a continuous supercritical fluid processing system. *J. Dairy Sci.*, 83. 20-22.
- Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991a). *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68. 183-189.
- Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991b). *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68. 440-442.