



Tej és tejtermékek zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása szintenyészetek hatására, valamint a mikrohullámú hőkezelés során

Salamon¹ R.V., Lóki² K., Salamon¹ Sz., Albert¹ B., Mándoki² Zs.,
Csapó² J.-né, Sára² P., Borosné Győri³ A., Győri³ Z., Csapó^{1,2,3} J.

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus, Csíkszereda, 4100 Szabadság tér 1.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

³Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Debrecen, 4032 Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatómunkánk első szakaszában vizsgáltuk, hogy a szintenyészetek (*Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* biovar, *Lactobacillus diacetilactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*) milyen hatással vannak a különböző technológiával előállított savanyított tejtermékek (Sana, joghurt) zsírsav-összetételére, különös tekintettel a konjugált linolsavra (KLS). Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy az általunk alkalmazott, és a tejipari gyakorlatban mindennaposan használt kultúráknak alig van hatása a tej zsírsav-összetételére. Minimális különbséget találtunk ugyan az egyes zsírsavak esetében, de a csekély különbségek miatt megállapítható, hogy a kultúrák nincsenek hatással a tejszír táplálkozási értékére. Kísérleteink második szakaszában a 3,6% zsírtartalmú tehéntej, a 44% zsírtartalmú Dalia sajt, a 80% zsírtartalmú vaj és a 24% zsírtartalmú margarin zsírsav-összetételét határoztuk meg különböző idejű főzőlapon végzett hőkezelés és mikrohullámú kezelés után. A legnagyobb különbséget az olajsav, illetve az elaidinsav esetében kaptuk, ugyanis a margarin kivételével minden esetben a cisz konfigurációjú olajsav részaránya csökkent, a transz konfigurációjú elaidinsavé viszont nőtt. Az összes többi zsírsav esetén az általunk vizsgált élelmiszereknél nem kaptunk olyan különbségeket a zsírsav-összetétel változását illetően, amely az egészséges táplálkozást jelentős mértékben befolyásolná, tehát leszögezhetjük, hogy sem a hagyományos főzőlapon végzett hőkezelés, sem a mikrohullámú kezelés nincs jelentős hatással az élelmiszerzsírok összetételére.

(Kulcsszavak: szintenyészetek, konjugált linolsav, transz zsírsavak, mikrohullámú kezelés)

ABSTRACT

Changes in fatty acid composition and conjugated linoleic acid contents of milk and dairy products caused by pure cultures as well as during microwave heat treatment

R.V. Salamon¹, K. Lóki², Sz. Salamon¹, B. Albert¹, Zs. Mándoki², Zs. Csapó-Kiss²,
P. Sára², A. Boros-Győri³, Z. Győri³, J. Csapó^{1,2,3}

¹University of Transylvania, Csíkszereda Campus, Department of Food Sciences, Csíkszereda, RO-530104 Szabadság tér 1.

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

³University of Debrecen, Center of Agricultural Sciences, Debrecen, H-4032 Böszörményi u. 138.

*In the first part of this research we have investigated the effect of various pure cultures (*Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus**

salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, Lactobacillus lactis subsp. lactis biovar, Lactobacillus diacetilactis, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis) on fatty acid composition of soured dairy products (Sana, yoghurt) manufactured using different technologies, with special regard to conjugated linoleic acid (CLA). It was established that the cultures we used and which are also commonly used in the dairy industry, had only a slight effect on fatty acid composition of milk. Although minimal differences were found in case of the individual fatty acids, however, due to the small differences it can be established that the cultures have no influence on nutritional value of milk fat. In the second part of our experiments we have determined fatty acid composition of cow's milk with fat contents of 3.6%, Dalia cheese with fat contents of 44%, butter with fat contents of 80% and margarine with fat contents of 24% after a heat treatment performed on cooking plate and microwave treatment, respectively of different durations. The biggest difference was obtained for oleic acid and elaidic acid since with the exception of the margarine in each case proportion of the cis-configured oleic acid decreased while that of the trans-configured elaidic acid increased. For all of the other fatty acids in the foodstuffs examined no such differences were obtained regarding change in fatty acid composition, which differences could influence healthy nutrition to considerable extent, therefore we can take it as a fact that neither heat treatment performed on a traditional cooking plate nor microwave treatment affects considerably the composition of food fats.

(Keywords: pure cultures, conjugated linoleic acid, trans fatty acids, microwave heat treatment)

BEVEZETÉS

A tejszír zsírsav-összetétele, különösen a relatíve nagy mennyiségben előforduló rövid szénláncú zsírsavak miatt, ideális az emberi szervezet számára, mert a rövid szénláncú zsírsavakat tartalmazó triglicerideket az emésztőenzimek könnyebben tudják megtámadni. A tejszír telítetlen zsírsav-tartalma viszonylag csekély, ennek ellenére a szükséges esszenciális zsírsavakból jelentős mennyiséget tartalmazhat az emberi szervezet szükségletének kielégítésére, és az állati eredete miatt tartalmazza az esszenciális arachidonsavat is (Csapó és Csapóné, 2002). A tejszír jelentős mennyiségben tartalmazhat konjugált linolsavakat (KLS) is, melyek a legújabb kutatások szerint sok hasznos élettani hatással rendelkeznek. Bizonyították többek között antioxidáns hatását, hogy megvédik a membránokat a szabadgyökök támadásától, melynek következtében jelentős szerepük lehet a rákellenes küzdelemben (Ha és mtsai., 1987; Lee és mtsai., 1994).

A szintenyészetek hozzáadásával előállított tejtermékek összetételét legnagyobb mértékben a kiindulási tej összetétele határozza meg, a kultúrák ugyanis jobbra csak aromaanyagokat termelnek, a zsírsav-összetételre csak kevésbé vannak hatással. A KLS-ak tekintetében többen tapasztalták, hogy szintenyészetek hatására megnőtt a tejtermék KLS-tartalma, és a hozzáadott linolsav is nagyobb mennyiségű KLS-tartalmat eredményezett (Lin, 2006). Megállapították azt is, hogy a fermentációval készített tejtermékek KLS-tartalma változhat, mivel egyes kultúrák képesek a savanyítás során linolsavból KLS-t előállítani (Sieber és mtsai., 2004). Egyesek szerint a sajtok KLS-szintje emelkedhet az érlelés során, mások viszont ilyen összefüggést nem állapítottak meg (Lin, 2006). A legtöbb szerző szerint, a tejtermékek KLS-tartalma leginkább az előállítás során használt tej KLS-tartalmától függ; a technológiai folyamatok azonban jelentős mértékben befolyásolhatják a késztermék KLS-tartalmát (Salamon és mtsai., 2005a, b). Néhányak szerint a starter kultúrák jelentős mennyiségben termelhetnek KLS-t, mások viszont ilyen összefüggést nem tudtak kimutatni. Mivel a legutóbbi időkig nem sikerült egyértelmű választ adni arra, hogy a mikroorganizmusok milyen hatással vannak a

termék KLS-tartalmára, ezért elhatároztuk, hogy kutatásaink első szakaszában vizsgáljuk a szarvasmarhatejből készített tejtermékek (Sana, joghurt) zsírsav-összetételét és KLS-tartalmát. Vizsgálatainkkal a savanyított tejtermékek kiváló egészségvédő és egészségmegőrző hatására szeretnénk rámutatni.

Az utóbbi időben a transz-zsírsavakkal kapcsolatban sok vita folyt, melynek során többen igazolni látták azok káros szerepét, mások viszont nem számoltak be ilyen negatív hatásról. Többen állították, hogy a transz-zsírsavak növelik a vörösvértestek törekenységét, megváltoztatják a trombociták aggregációját (Ascherio, 1994; Ascherio és mtsai., 1999; Ascherio, 2002), valamint kimutatták negatív hatásukat a linolénsav, az arachidonsav metabolizmusára (Larque és mtsai., 2000). Megállapították, hogy esszenciális zsírsavhiányt idéznek elő (Kummerow és mtsai., 2004), gátolják a prosztaglandin szintézisét (Kushi és Giovannucci, 2002), és növelik bizonyos daganatos betegségek kockázatát. Újabban állítják, hogy a transz-zsírsavak beépülése a membrán foszfolipidjeibe befolyásolja annak tulajdonságait, főként a membránhoz kötött enzimek működését, sőt pozitív kapcsolatot állapítottak meg az allergiás megbetegedések és a transz zsírsavfogyasztás között (Kritchevsky, 1997; Stender és Dyerberg, 2004).

A cisz–transz átalakulások különféle technológiai beavatkozások hatására is végbemehetnek. Ilyen legfontosabb művelet a parciális hidrogénezés, melynek hatására a cisz konfigurációjú kötések egy része transz konfigurációba megy át. A technológiai paraméterek megválasztásával el lehet érni, hogy ez az átalakulás a lehető legkisebb legyen, és transz izomerek minimális mennyiségben képződjenek. A zsírok hevítése is okozhat izomerizációt; az olajban történő sütés a többszörösen telítetlen transz-zsírsavak megjelenését eredményezheti, valamint a zsírok hőkezelése során is megjelennek a transz-zsírsavak, sőt a gyűrűs zsírsavszármazékok is (Hansen és Leth, 2000).

Beszámoltak arról, hogy a mikrohullámú kezelés hatására is átalakulhatnak a zsírsavak. Szója esetében 12 perc mikrohullámú kezelés után tapasztalták a zsírsavak nagy mennyiségű átalakulását és elbomlását. Többen az ételkészítési eljárások során történő zsírsavtartalombeli változásokat összehasonlítva a mikrohullámú kezelés hatásával arra a következtetésre jutottak, hogy a kezelés során jelentős változásokra lehet számítani, és javasolják, hogy a mikrohullámú kezelés helyett válasszunk más ételfelmelegítési eljárást (Sachiko és Hiromi, 2002).

Fentiek miatt kutatásaink második szakaszának céljaként azt tűztük ki, hogy elemezzük a tej, valamint a nagy zsírtartalmú élelmiszerek (sajt, vaj, margarin) zsírsav-összetételének alakulását a hagyományos hőkezelés és a mikrohullámú kezelés hatására. Különös figyelmet fordítottunk a cisz konfigurációjú olajsavra és a belőle izomerizációval keletkező transz konfigurációjú elaidinsavra.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A használt baktériumok és a savanyított tejtermékek előállítására

A tejsavtermelő *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, a *Lactobacillus lactis subsp. cremoris*, a *Lactobacillus diacetilactis* és a *Lactobacillus acidophilus* a fermentációval előállított tejtermékek előállítására, míg a *Lactobacillus lactis subsp. lactis biovar*, a *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* és a *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* a rendkívül közkedvelt joghurt előállítására használják. A *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* proteolitikus enzimjei hatására megnő a joghurt szabadaminosav-tartalma, különösen prolintartalma, amelynek koncentrációja elérheti a 300–500 mg/kg-ot is. A *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* aktivitásának következtében a joghurt karbamidtartalma az eredeti érték 10%-ára csökken. A

keverékkultúrákban a *Bifidobacterium lactis* és a *Lactobacillus törzsek* jobb növekedési és savanyítási arányt mutatnak, mint külön-külön, ami szimbiotikus fermentációs viselkedést feltételez. Mindkét törzs önállóan is használható, de kiválóan alkalmazhatók más törzsekkel együtt is. A kísérletek során az egyes fajoknak és keverékeknek megfelelően azt az optimális hőmérsékletet és időt választottuk, ahol a legintenzívebb a szaporodásuk. A mezophil fajoknál az ideális hőmérséklet határ 15–32 °C között, a termophil baktériumok esetében pedig 45–60 °C között van.

A savanyított tejtermékek előállításához egy székelyföldi tejipari vállalathoz beszállított tejet használtunk, melyet lemezes pasztörözőn 78 °C-on 50 másodpercig pasztöröztünk. Az első minta hőmérsékletét 27 °C-ra állítottuk be, és *Lactobacillus lactis subsp. lactis* és *Lactobacillus lactis subsp. cremoris* szintenyészet keverékkel oltottuk be, melyet követően a mintát 27 °C-on, nyolc órán át termosztátban inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,36 volt. A kettes minta esetében ugyanezeket a kultúrákat, hőmérsékletet és időt alkalmaztuk, tehát ez a minta az első minta ismétlésének tekinthető. Az inkubálás után a pH 4,43 volt. A hármas minta hőmérsékletét 27 °C-ra állítottuk be és *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* szintenyészet keverékkel oltottuk be. 27 °C-on hét órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,90 volt. A négyes minta hőmérsékletét 28 °C-ra állítottuk be és *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus lactis subsp. cremoris* és *Lactobacillus lactis subsp. lactis biovar* szintenyészet keverékkel oltottuk be. 28 °C-on hét órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,56 volt. Az ötös minta hőmérsékletét 28 °C-ra állítottuk be és *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus lactis subsp. cremoris* és *Lactobacillus diacetilactis* szintenyészet keverékkel oltottuk be. 28 °C-on tizennégy órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,56 volt. A hatos minta hőmérsékletét 46 °C-ra állítottuk be, melyet *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* és *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* szintenyészet keverékkel oltottuk be. 46 °C-on hat órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,21 volt. A hetes minta hőmérsékletét 46 °C-ra állítottuk be, melyet *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* és *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* szintenyészet keverékkel oltottuk be. 46 °C-on hat órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,30 volt. A nyolcas minta hőmérsékletét 46 °C-ra állítottuk be, melyet *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* és *Bifidobacterium lactis* szintenyészet keverékkel oltottuk be. 46 °C-on hat órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,22 volt. A kilences minta a 78 °C-on 50 másodpercig pasztörözött tej, melyet a pasztörözés után lefagyasztottunk. A tízes minta a kontrollnak használt pasztörözetlen nyerstej-minta. Annak érdekében hogy a bakteriális tevékenységet beszüntessük, az inkubálást követően a mintákat azonnal –25 °C-ra lehűtöttük. A lipáz további működése nem zavart bennünket, hisz az analízis során a zsírsavak relatív tömegszázalékát határoztuk meg az átészterezést követően, ezért a lipáz hatására keletkező szabad zsírsavak az eredményt nem befolyásolták.

A mikrohullámú hőkezelés során vizsgált tej és tejtermékek

A 3,6%-os zsírtartalmú tejmintát egy hétéves, főként szénával és minimális abrakkiegészítéssel etetett szimentáli típusú tehéntől vettük, mely a laktáció 2. hónapjában termelt. A mintavétel a teljesen kifejt tőgy elegytejéből történt. A tej egyéb komponensei minden tekintetben megfeleltek a normális tehéntejre jellemző értékeknek.

A sajt esetében a kereskedelemben Dalia néven forgalmazott félkemény, vegyes alvasztású oltóval alvasztott, préselt, 10%-os sólében formázott, majd 2 hétig 13–14 °C-on

érlelt sajtot vizsgáltunk. A sajt szárazanyag-tartalma 55%, szárazanyagra vonatkoztatott zsírtartalma pedig 44% volt. A másik sajt, amit kísérletünkben használtunk a Telemea néven forgalmazott feta-típusú sajt volt, melyet *Lactobacillus acidophilus* szintenyézzettel, enzimes oltóval alvasztottak, préseltek, szeltek, majd sólében 2 napig érleltek. A sajt szárazanyag-tartalma 55%, szárazanyagra vonatkoztatott zsírtartalma pedig 50% volt.

A kísérletben felhasznált vaj 82% zsírtartalmú Alpenbutter néven kapható a kereskedelmi forgalomban. Az általunk vizsgált margarin Holland-24 típusú, melyet a kereskedelmi forgalomból szereztünk be.

A hő-, illetve a mikrohullámú kezelés

A hőkezelést laboratóriumi főzőlapon végeztük a forrási hőmérséklet elérését követően 2, illetve 8 percig. A mikrohullámú kezelésnél 1, 2, 4 és 8 perces kezelést alkalmaztunk 450 W energiával egy hagyományos Elektrolux EMN 2015 típusú mikrohullámú készülékkel. A hőkezelés után a mintákat azonnal lehűtöttük, majd -25°C -on tároltuk a zsírsav-analízisre történő előkészítésig.

Kémiai vizsgálatok

A zsírsav-összetétel meghatározása

A minta-előkészítés: Előkészítés bór-trifluoridos átészterezéshez: A körülbelül 0,5–1 g zsírt tartalmazó mintát 8–20 cm³ tömény sósavval forró vízfürdőn egy órán keresztül roncsoltuk. Miután lehült, 7 cm³ etanolt adtunk hozzá. A lipideket előbb 15 cm³ éterrel, majd 15 cm³ petroléterrel (b.p.<60 °C) extraháltuk, majd a szerves fázisokat egyesítettük. Ebből annyit töltöttünk egy csiszolatos gömblombikba, amely kb. 150–200 mg zsírt tartalmazott, majd rotációs vákuumbepárlóval eltávolítottuk az oldószert. A teljes bepárlás nem szükséges.

Hidrolízis és észterképzés: A bepárolt mintához 4 cm³ 0,5 M metanolos nátrium-hidroxid-oldatot öntöttünk, visszafolyó hűtőt szereltünk a gömblombikra, és elektromos melegítőn forraltuk addig, amíg az aljáról a zsírsepek el nem tűntek (kb. 5 perc). Ezután a hűtőn keresztül 4 cm³ 14%-os metanolos bór-trifluorid-oldatot öntöttünk a lombikba, és három percig forraltuk, majd 4 cm³ nátrium-szulfáton szárított hexánt adtunk hozzá, egy percig forraltuk, majd lehűtöttük. Lehülés után levettük a hűtőt, és annyi telített vizes sóoldatot öntöttünk a lombikba, hogy a szerves fázis a nyakába kerüljön. Szétválás után a szerves fázisból mintát vettünk vízmentes nátrium-szulfátot tartalmazó fiolákba, és ebből injektáltunk a gázkromatográfba.

A gázkromatográfias analízis körülményei

Készülék: Chrompack CP 9000 gázkromatográf. Kolonna: 100 m×0,25 mm kvarc kapillaris, CP-Sil 88 (FAME) állófázis. Detektor: FID 270 °C. Injektor: splitter 270 °C. Vivőgáz: hélium, 235 kPa. Hőmérséklet-program: kolonna 140 °C, 10 percig; 10 °C/perc emelés 235 °C-ig, izoterm 26 percig. Injektált oldat térfogata: 0,5–2 µl.

A konjugáltlinolsav-tartalom meghatározása

Lipid-extrakció: Kb. 0,3 g zsírt tartalmazó tejet bemértünk egy 100 cm³-es főzőpohárba, majd 80 cm³ szerves oldószerelegyet (hexán:i-propanol 3:2 arányú elegye, HIP) adtunk hozzá. Diszperziós készülékkel a mintát eloszlattuk a folyadékfázisban (IKA gyártmányú, Ultra-turrax T25 basic típusú diszperziós készülék, 2. fokozat (9500 RPM), 2 perc). Ezt követően a szuszpenziót membránszűrőn keresztül (MN640W típus, 90 mm átmérő) gravitációs úton 250 cm³-es Erlenmeyer lombikba szűrtük. A szűrőt háromszor

10 cm³ HIP eleggyel átmostuk, a szerves fázisokat egyesítettük. A szűrletekhez 5,0 g vízmentes nátrium-szulfátot tettünk és összeráztuk. A mintából származó víz megkötése után a szerves fázist a sóról talpas gömblobikba leöntöttük, majd rotációs gyorsbepárlón vákuum alatt 80 °C-on bepároltuk. A bepárlási maradékot n-hexánnal 10 cm³-es mérőlombikba mostuk (hexános törzsoldat).

Metilezés: A hexános törzsoldatból kivettünk 0,5 cm³-t, 4 cm³-es, lezárható fedelű üvegcsébe tettük, majd 0,5 cm³ 4 M metanolos nátrium-metilát-oldatot adtunk hozzá, összeráztuk, majd 50 °C-on 30 percen át melegítettük. Ezt követően 1 cm³ hexánt, majd 1 cm³ vizet adtunk hozzá, összeráztuk, a fázisok elválása után a szerves fázisból 1 cm³-t 5 cm³-es mérőlombikba tettünk, majd a vizes fázishoz 1,2 cm³ hexánt adtunk, összeráztuk, majd 1 cm³ hexános fázist a mérőlombikba vittünk át. Ezt a hexános extrakciót még kétszer megismételtük, az utolsó hexános fázis elvételénél lehetőség szerint a teljes felső fázist eltávolítottuk, majd a lombikot jelre töltöttük, és az így kapott oldatot csavaros tetejű fiolában mélyhűtve tároltuk az analízis megkezdéséig.

Kromatográfias körülmények: Hőmérséklet-program: kolonna 140 °C, 10 percig; 5 °C/perc emelés 235 °C-ig, izoterm 30 percig. Injektált oldat térfogata: 2 µl. Az egyéb körülmények azonosak a zsírsav-összetétel meghatározásánál leírtakkal. A standard törzsoldat és a kalibrációs sor készítésére alkalmas bármely gyártó által forgalomba hozott konjugált linolsav-készítmény (pl. a Sigma cég által forgalmazott konjugált linolsav-elegy).

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A különféle kultúrák hozzáadásával előállított savanyított tejtermék minták rövid szénláncú zsírsavait (C6–C12) az 1. táblázat, a zsírsavak főtömegét kitevő mirisztinsav, palmitinsav, sztearinsav és olajsav mennyiségét a 2. táblázat, az esszenciális és félig esszenciális zsírsavak mennyiségét, pedig a 3. táblázat mutatja. Az eredményeket értékelve megállapítottuk, hogy a pasztörözött tej és a nyerstej zsírsav-összetétele a mérés hibahatárán belül gyakorlatilag megegyezik, s a legtöbb általunk használt kultúra esetében is megállapítható, hogy a mikroorganizmusok szignifikáns hatást a zsírsav-összetételre nem gyakoroltak. Pár kisebb eltéréstől eltekintve mindegyik minta esetében az adatok gyakorlatilag egybeesnek és ugyan elképzelhető, hogy nagyobb mintaszámmal elvégezve az analíziseket, némely zsírsav esetében ki tudnánk mutatni szignifikáns különbségeket, ezek a különbségek azonban valószínűleg oly csekélyek lennének, amely a savanyított tejtermékek táplálkozási értékét nem befolyásolnák.

A zsírsavakat egyenként értékelve, megállapítható, hogy a C6:0–C15:0 tartományban az összes alkalmazott kultúránál az eredmények gyakorlatilag egybeesnek. A palmitinsav esetében a *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus lactis subsp. cremoris*, *Lactobacillus lactis subsp. biovar* aroma- és szénsavtermelő kultúráknál találtunk minimálisan kiugró értéket, míg az összes többi esetben az eredmények csaknem azonosak. A C16:1 és C17:0 esetében ez a minta tartalmazta a legkisebb értéket, míg az összes többi esetben nincs különbség a minták között. A sztearinsav esetében a *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus lactis subsp. cremoris* (27, 28 °C) és a *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* (46 °C); kultúrákkal készült mintáknál találtuk a legkisebb koncentrációt, míg a többi esetben az adatok gyakorlatilag egybeesnek.

Az összes mintát értékelve a legnagyobb különbségek az elaidinsav (C18:1n9t) esetében mutatkoztak, ahol a legkisebb értéket a *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*szal és a *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*szal (46 °C) beoltott

minta esetében találtuk 2,89%-kal, a legnagyobb pedig a *Lactobacillus lactis subsp. lactisszal*, *Lactobacillus lactis subs. cremorisszal* és *Lactobacillus lactis subsp. biovarral* (28 °C) beoltott mintánál 7,58%-kal. Az olajsav esetében a legnagyobb értéket a *Lactobacillus lactis subsp. Lactisszal* és *Lactobacillus lactis subsp. cremorisszal* kapott minta produkálta 28,58%-kal, míg az olajsav-tartalom a *Lactobacillus lactis subsp. lactisszal*, *Lactobacillus lactis subsp. cremorisszal*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricuszal* és *Streptococcus salivarius subsp. thermophilusszal* (27 °C) mintában volt a legalacsonyabb 23,59%-kal.

1. táblázat

A tej és tejtermékek rövid szénláncú (C6–C12) zsírsav-tartalma a zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában

| Alkalmazott kultúrák (1) | Zsírsavak* (2) | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | Kaprónsav C6:0 (3) | Kapriksav C8:0 (4) | Kaprinsav C10:0 (5) | Laurinsav C12:0 (6) |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. Cremoris</i> , 27 °C, 7 óra (hours) | 1,10 | 0,85 | 1,93 | 2,29 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. Cremoris</i> , 27 °C, 8 óra | 1,60 | 1,30 | 2,90 | 3,26 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. Cremoris</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus</i> , 27 °C, 7 óra | 1,21 | 0,91 | 2,08 | 2,50 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. Cremoris</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis biovar</i> , 28 °C, 8 óra | 1,22 | 0,96 | 2,18 | 2,63 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. Cremoris</i> , 28 °C, 14 óra | 1,30 | 1,00 | 2,26 | 2,66 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus</i> , 46 °C, 6 óra | 1,55 | 1,18 | 2,68 | 3,03 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra | 1,27 | 0,96 | 2,14 | 2,50 |
| <i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i> , 46 °C, 6 óra | 1,11 | 0,90 | 2,05 | 2,43 |
| Pasztörözött tej, 78 °C, 50 sec. (7) | 1,40 | 1,10 | 2,46 | 2,90 |
| Nyerstej (8) | 1,14 | 0,92 | 2,13 | 2,56 |

*A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában. (In relative weight% of fatty acid methyl esters.)

Table 1. Short-chain fatty acid (C6–C12) contents of milk and dairy products in relative weight% of fatty acid methyl esters

Applied cultures(1), Fatty acids(2), Caproic acid(3), Caprylic acid(4), Capric acid(5), Lauric acid(6), Pasteurized milk(7), Raw milk(8)

2. táblázat

A tej és tejtermékek mirisztinsav-, palmitinsav-, sztearinsav- és olajsav-tartalma

| Alkalmazott kultúrák (1) | Zsírsavak* (2) | | | |
|---|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| | Mirisztinsav C14:0 (3) | Palmitinsav C16:0 (4) | Sztearinsav C18:0 (5) | Olajsav C18:1(6) |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. cremoris</i> , 27 °C, 7 óra (hours) | 9,35 | 27,31 | 12,85 | 25,64 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. cremoris</i> , 27 °C, 8 óra | 11,33 | 26,66 | 10,93 | 25,93 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp.</i> <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> <i>subsp. thermophilus</i> , 27 °C, 7 óra | 9,81 | 27,53 | 12,48 | 23,59 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. Lactis</i> <i>biovar</i> , 28 °C, 8 óra | 10,21 | 27,85 | 11,97 | 24,45 |
| <i>Lactobacillus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis subsp. cremoris</i> , 28 °C, 14 óra | 10,63 | 29,13 | 10,67 | 28,58 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii subsp.</i> <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> <i>subsp. thermophilus</i> , 46 °C, 6 óra | 10,91 | 27,97 | 11,15 | 25,75 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii subsp.</i> <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> <i>subsp. thermophilus</i> <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra | 9,60 | 28,00 | 12,32 | 24,50 |
| <i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Streptococcus</i> <i>salivarius subsp. thermophilus</i> , 46 °C, 6 óra | 9,53 | 27,11 | 13,17 | 24,13 |
| Pasztőrözött tej, 78 °C, 50 sec. (7) | 10,88 | 27,73 | 11,50 | 24,30 |
| Nyerstej (8) | 10,07 | 27,70 | 12,50 | 25,02 |

*A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában. (In relative weight% of fatty acid methyl esters.)

Table 2. Miristic acid, palmitic acid, stearic acid and oleic acid contents of milk and dairy products

Applied cultures(1), Fatty acids(2), Miristic acid (3), Palmitic acid (4), Stearic acid (5), Oleic acid (6), Pasteurized milk(7), Raw milk(8)

Az összes többi kultúránál az olajsavtartalom 24,1–26,0% között változott. A linolsavnál a *Lactobacillus lactis subsp. Lactisszal* és *Lactobacillus lactis subsp. cremorisszal* kapott anyag némileg kiugró értéket mutat, de az összes többi további zsírsav esetében nincs lényeges különbség az egyes zsírsavak koncentrációjában.

Az elaidinsav részaránya a nyers és a pasztőrözött tejmintában 5,31–5,51%, mely alig változik meg a beoltás következtében. Legmagasabb értékét 7,58%-kal a *Lactobacillus*

lactis subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, 27 °C, 7 óra mintánál, míg legkisebb értékét a *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris*, 28 °C, 14 óra mintánál érte el 2,89%-kal.

3. táblázat

A tej és tejtermékek linolsav-, linolénsav- és konjugáltlinolsav-tartalma

| Alkalmazott kultúrák (1) | Zsírsavak* (2) | | |
|--|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | Linolsav C18:2 (3) | Linolénsav C18:3 (4) | Konjugált linolsav c9,t11C18:2 (5) |
| <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra (hours) | 2,13 | 1,67 | 0,49 |
| <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 8 óra | 2,32 | 1,46 | 0,51 |
| <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , 27°C, 7 óra | 2,10 | 1,62 | 0,49 |
| <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar, 28 °C, 8 óra | 2,10 | 1,61 | 0,50 |
| <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 28 °C, 14 óra | 2,76 | 1,32 | 0,47 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , 46 °C, 6 óra | 2,20 | 1,45 | 0,46 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>Thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra | 2,01 | 1,61 | 0,48 |
| <i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , 46 °C, 6 óra | 2,13 | 1,60 | 0,51 |
| Pasztörözött tej, 78 °C, 50 sec. (6) | 1,95 | 1,55 | 0,46 |
| Nyerstej (7) | 2,06 | 1,67 | 0,48 |

*A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában. (In relative weight% of fatty acid methyl esters.)

Table 3. Linoleic acid, linolenic acid and conjugated linoleic acid contents of milk and dairy products

Applied cultures(1), Fatty acids(2), Linoleic acid (3), Linoleic acid (4), Conjugated linoleic acid(5), Pasteurized milk(6), Raw milk(7)

A nyerstej konjugáltlinolsav-tartalmát 0,48%-nak mértük, mely érték sem pasztörözés hatására, sem az általunk használt kultúrák hatására nem változott lényeges mértékben. Vizsgálatainkból azt tudtuk megállapítani, hogy a nyerstej konjugáltlinolsav-tartalma nem vész el kultúrákkal történő beoltást követően, hisz a savanyított termékek szinte ugyanannyi konjugált linolsavat tartalmaztak, mint a kiindulási nyerstej.

Összegezve tehát, elmondható, hogy az általunk használt, a tejipari gyakorlatban mindennaposan alkalmazott kultúrák hatására a tej eredeti zsírsav-összetétele alig

változik. Minimális különbségeket találtunk ugyan az egyes zsírsavak esetében a kultúrák között, de e különbségek oly csekélyek, hogy nem feltételezhető, hogy nagyobb számban elvégzett vizsgálatokkal a különbségeket statisztikai analízissel is meg lehessen erősíteni.

A tej és tejtermékek zsírsav-összetételének változása hagyományos hőkezelés és a mikrohullámú hőkezelés hatására

A nyerstej zsírsav-összetételének alakulását a kontroll mintánál, valamint 2 és 8 percig főzőlapon, illetve mikrohullámmal kezelt minták esetében a 4. táblázat tartalmazza.

A táblázat adataiból látható, hogy a nyerstej ugyanannyi zsírsavat tartalmaz, mint a mikrohullámmal kezelt tej, és a mikrohullámú kezelések között sem tudunk szignifikáns különbségeket kimutatni.

Nem találtunk jelentős különbségeket a zsírsavak nagyobb hányadát kitevő palmitinsav- illetve sztearinsav-tartalomban sem. A nyerstejben a tejszír 16,26% olajsavat és 1,53% elaidinsavat tartalmazott; a cisz konfiguráció 91,36; a transz konfiguráció pedig 8,64%-ot tett ki a C18:1 zsírsavakon belül. Kétperces főzés hatására a cisz konfiguráció 2%-kal, nyolc perces főzés hatására pedig 4%-kal csökkent, a transz konfiguráció pedig főzés hatására (2–8 perc) mintegy 15–20%-kal nőtt. Hasonló csökkenés figyelhető meg a mikrohullámú kezelés hatására is: 2 perces kezelés után a cisz konfiguráció 2%-kal, 8 perces kezelés után pedig majd 10%-kal csökkent, 2 perces kezelés hatására a transz konfiguráció 10–15%-kal, 8 perces kezelés esetében pedig 40–50%-kal nőtt. Levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a 2 illetve 8 percig, 100 °C-on végzett hőkezelés, illetve 2 és 8 percig 450 W energiával végzett mikrohullámú kezelés jelentős mértékben csökkenti a cisz konfigurációjú olajsav, és növeli a transz konfigurációjú elaidinsav részarányát.

4. táblázat

A tej zsírsav-összetételének* alakulása a főzőlapon történt hőkezelés és a mikrohullámú kezelés hatására

| Zsírsav (1) | Kontroll | Mikrohullámú kezelés (2) | | Főzőlapos hőkezelés (3) | |
|---------------------|----------|--------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | | 2 perc (min) | 8 perc | 2 perc | 8 perc |
| Mirisztinsav, C14:0 | 11,45 | 11,62 | 11,35 | 11,05 | 10,94 |
| Palmitinsav, C16:0 | 42,23 | 42,17 | 43,21 | 42,95 | 42,27 |
| Sztearinsav, C18:0 | 10,07 | 11,58 | 11,80 | 11,27 | 11,42 |
| Linolsav, C18:2 | 1,38 | 1,32 | 1,31 | 1,36 | 1,30 |
| Linolénsav, C18:3 | 1,17 | 1,19 | 1,15 | 1,09 | 1,12 |

*A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában. Csak a 9–10%-nál nagyobb koncentrációjú zsírsavakat, illetve a linolsavat és a linolénsavat tüntettük fel. (In relative weight% of fatty acid methyl esters. Only fatty acids with concentration higher than 9-10%, as well as linoleic acid and linolenic acid are shown.)

Table 4. Change in fatty acid composition* due to cooking plate heat treatment and microwave treatment

Fatty acid(1), Microwave treatment(2), Cooking plate treatment(3)

A Dalia és a Telemea sajt esetében a mikrohullámú kezelés hatására bekövetkezett változásokat az 5. táblázatban, a különféle tejtermékek olajsav- és elaidinsav-

tartalmának változását a hagyományos és a mikrohullámmal történt hőkezelés hatására pedig a 6. táblázatban foglaltuk össze.

A 44%-os zsírtartalmú Dalia-típusú sajt nál a kontroll, mikrohullámmal nem kezelt mintában az olajsav részaránya 83,84%, az elaidinsav részaránya 16,16% volt az összes C18:1 zsírsavon belül. Kétperces mikrohullámú kezelés hatására a cisz konfiguráció 1,5%-kal, 8 perces mikrohullámú kezelés hatására pedig 2%-kal csökkent. Két perc alatt a transz konfiguráció részaránya 8%-kal, 8 perces mikrohullámú kezelést követően pedig 9–10%-kal nőtt. Az összes többi zsírsav esetében a mikrohullámú kezelés hatására jelentős változás nem tapasztalható, és a kezelt minták összetétele a kontroll minta összetételével gyakorlatilag egybe esett. A két általunk vizsgált sajt minta esetében mikrohullámú kezelés hatására a zsírsavak teljesen azonos módon viselkedtek.

5. táblázat

A Dalia és a Telemea sajt zsírsav-összetételének* alakulása a mikrohullámú kezelés hatására

| Zsírsav (1) | Dalia | | | Telemea | | |
|---------------------|----------|------------|--------|----------|--------|--------|
| | Kontroll | 2 perc (2) | 8 perc | Kontroll | 2 perc | 8 perc |
| Mirisztinsav, C14:0 | 9,83 | 9,39 | 9,27 | 10,23 | 10,87 | 10,11 |
| Palmitinsav, C16:0 | 29,24 | 28,99 | 30,33 | 30,79 | 31,77 | 32,14 |
| Sztearinsav, C18:0 | 14,41 | 14,66 | 15,45 | 13,13 | 13,42 | 13,85 |
| Linolsav, C18:2 | 1,80 | 1,79 | 1,72 | 1,89 | 1,85 | 1,83 |
| Linolénsav, C18:3 | 1,50 | 1,42 | 1,40 | 1,08 | 1,06 | 1,04 |

*A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában. (In relative weight% of fatty acid methyl esters.)

Table 5. Changes of fatty acid composition* of cheeses Dalia and Telemea due to microwave treatment

Fatty acid(1), Min(2)

A 80%-os zsírtartalmú vaj olajsav-tartalmát az összes zsírsav relatív százalékában 23,37%-nak, elaidinsav-tartalmát pedig 3,62%-nak mértük. A C18:1 zsírsavakon belül a kezeletlen vajban az olajsav 86,58; az elaidinsav pedig 13,42%-ot tett ki. Ezek az arányok némileg megváltoztak mind a főzőlapon 215 °C-on, mind a mikrohullámú sütőben 450 W energiával kezelt minták esetében. Két percről 8 percre emelve a 215 °C-os főzőlapos kezelés hőmérsékletét az olajsav részaránya 1%-kal csökken, és hasonló eredményeket kapunk akkor is, ha a mikrohullámú kezelés idejét 2-ről 8 percre növeljük. Az arányokat tekintve mindkét kezelési időnél, és mindkét hőkezelési módnál az olajsav csökkenése a hibahatárokon belül megfelel az elaidinsav növekedésének. Kísérleteinkből levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a hőkezelés idejének növelésével mind a főzőlapos, mind a mikrohullámú sütőnél végzett kísérlet esetében csökken a cisz konfigurációjú olajsav, és növekszik a transz konfigurációjú elaidinsav mennyisége.

A 25%-os zsírtartalmú margarin esetében úgy tűnik, hogy a hőkezelés, illetve a mikrohullámú kezelés nincs hatással a cisz- illetve a transz-zsírsavak koncentrációjára. Ez ellentmond a korábbi vizsgálatainknak, eddigi tapasztalatainknak, illetve a szakirodalomban leírtaknak, ugyanis a cisz konfiguráció lényegesen labilisabb mint a transz, ezért hőkezelés hatására elvileg a cisz konfigurációjú zsírsavaknak kellene

csökkenniük, a transz konfigurációjúaknak pedig növekedniük. Hőkezelés hatására egyébként a telítetlen zsírsavak koncentrációjának csökkennie kellene a különféle oxidációs, és a kettős kötésnél történő lánchasadási reakciók következtében is.

Összegezve a hőkezelés és a mikrohullámú kezelés hatását elmondható, hogy az olajsav és az elaidinsav kivételével a különböző általunk vizsgált minták esetében a zsírsav-összetételbeli különbségek oly csekélyek, melyek sem a hőkezelés, sem a mikrohullámú kezelés káros hatására nem utalnak. E zsírsavaknál nincs különbség a hőkezelés és a mikrohullámú kezelés idejének hatásában sem, hisz a 2 és 8 perces kezelés között nem tudunk különbséget kimutatni. Leszögezhetjük tehát, hogy a vizsgált élelmiszereknél az általunk alkalmazott idő és energia kombináció nem okoz lényeges eltérést a zsírsav-összetételben, tehát a mikrohullámú kezelés során nem kell félni attól, hogy valamilyen embert károsító műtermék keletkezik, vagy jelentős mértékben csökken az így kezelt élelmiszer zsírjának biológiai értéke és hasznosulása az emberi szervezetben.

6. táblázat

Különböző féle tejtermékek olajsav- és elaidinsav-tartalmának* alakulása hagyományos és mikrohullámmal történt hőkezelés hatására

| A vizsgált minta (1) | | A C18:1 zsírsavak aránya (2) | |
|------------------------|--------------|------------------------------|----------------|
| | | Olajsav (3) | Elaidinsav (4) |
| Tej kontroll (5) | | 91,36 | 8,64 |
| Forralt | 2 percig (6) | 89,64 | 10,36 |
| | 8 percig | 87,18 | 12,82 |
| Mikrohullámmal kezelt | 2 percig (7) | 90,08 | 9,92 |
| | 8 percig | 84,11 | 15,89 |
| Dalia kontroll | | 83,84 | 16,16 |
| Mikrohullámmal kezelt | 2 percig (7) | 82,46 | 17,54 |
| | 8 percig | 82,21 | 17,79 |
| Telemea kontroll | | 84,73 | 15,27 |
| Mikrohullámmal kezelt | 2 percig (7) | 82,19 | 17,81 |
| | 8 percig | 81,47 | 18,53 |
| Vaj kontroll (8) | | 93,63 | 6,37 |
| Hevített | 2 percig (9) | 90,86 | 9,14 |
| | 8 percig | 90,49 | 9,51 |
| mikrohullámmal kezelt | 2 percig (7) | 91,23 | 8,77 |
| | 8 percig | 90,63 | 9,37 |
| Margarin kontroll (10) | | 14,36 | 85,64 |
| hevített | 2 percig (9) | 14,23 | 85,77 |
| | 8 percig | 14,40 | 85,60 |
| mikrohullámmal kezelt | 2 percig (7) | 14,29 | 85,71 |
| | 8 percig | 14,73 | 85,27 |

*A C18:1 zsírsavak aránya (C18:1 összes zsírsav=100%). (Percentages of C18:1 fatty acids, Total C18:1 fatty acid contents=100%)

Table 6. Changes of oleic acid and elaidic acid contents* of various dairy products due to conventional and microwave heat treatment

Sample examined(1), Percentages of C18:1 fatty acids(2), Oleic acid(3), Elaidic acid(4), Milk control(5), Boiled for 2 min(6), Microwave treated for 2 min(7), Butter control(8), Heated for 2 min(9), Margarine control(10)

Az olajsav és az elaidinsav esetében megállapítottuk, hogy mind a főzőlapon történő hőkezelésnél, mind a mikrohullámú kezelésnél csökken a cisz konfigurációjú olajsav, és nő a transz konfigurációjú elaidinsav részaránya. Ez a csökkenés, illetve növekedés azonban nem éri el azt a mértéket, hogy az egészséges táplálkozást befolyásolná (6. táblázat).

IRODALOM

- Ascherio, A. (2002). Epidemiologic studies on dietary fats and coronary heart disease. *Am. J. Med.*, 113. 9S-12S.
- Ascherio, A., Hennekens, C., Buring, J., Master, C., Stamper, M., Willett, W. (1994). Trans fatty acids intake and risk of myocardial infarction. *Circulation*. 89. 94-101.
- Ascherio, A., Katan, M.B., Stampfer, M. (1999). Trans fatty acids and coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.*, 340. 1994-1998.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002). Tej és tejtermékek a táplálkozásban. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 464.
- 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.
- Hansen, K., Leth, T. (2000). Surveillance of margarines (Overvågning af margarine). Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Fødevederedirektoratet, København. 2000.
- Kritchevsky, D. (1997). Trans fatty acids and cardiovascular risk. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 57. 4-5. 399-402.
- Kummerow, F.A., Zhou, Q., Mahfouz, M.M., Smiricky, M.R., Grieshop, C.M., Schaeffer, D.J. (2004). Trans fatty acids in hydrogenated fat inhibited the synthesis of the polyunsaturated fatty acids in the phospholipid of arterial cells. *Life Sci.*, 74. 2707-2723.
- Kushi, L., Giovannucci, E. (2002). Dietary fat and cancer. *Am. J. Med.*, 113. (9B) 63S-70S.
- Larque, E., Perez-Llamas, F., Puerta, V., Giron, M.D., Suarez, M.D., Zamora, S., Gil, A. (2000). Dietary trans fatty acids affect docosahexaenoic acid concentration in plasma and liver but not brain of pregnant and fetal rats. *Pediatr. Res.*, 47. 278-283.
- Lee, K.N., Kritchevsky, D., Pariza, M.W. (1994). Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*. 108. 19-25.
- Lin, T.Y. (2006). Conjugated linoleic acid production by cells and enzyme extract of *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* with additions of different fatty acids. *Food Chemistry*. 94. 437-441.
- Sachiko, T., Hiromi, Y. (2002). Microwave heating influences on fatty distributions of triacylglycerols and phospholipids in hypocotyls of soybeans. *Food Chemistry*. 66.
- Salamon, R., Szakály, S., Szakály, Z., Csapó, J. (2005a). Conjugated linoleic acid (CLA) - dairy products - human health. 1. Basic knowledge and CLA in milk. *Journal of the Academic Hungarian Dairying*. 65. 2-12.
- Salamon, R., Szakály, S., Szakály, Z., Csapó, J. (2005b). Conjugated linoleic acid (CLA) - dairy products - human health. 2. CLA in dairy products and different foods. *The Journal of the Academic Hungarian Dairying*. 65. 14-21.
- Sieber, R., Collomb, M., Aeschlimann, A., Jelen, P., Eyer, H. (2004). Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products - a review. *International Dairy Journal*. 14. 1-15.
- Stender, S., Dyerberg, J. (2004). Influence of trans fatty acids on health. *Ann. Nutr. Metab.*, 48. 61-66.

Levelezési cím (*Corresponding authors*):

Salamon Rozália Veronika

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: salamonrozalia@sapientia.siculorum.ro