

KAPOSVÁRI EGYETEM
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
Kémiai-Biokémiai Tanszék

A Doktori Iskola vezetője:
DR. HORN PÉTER
MTA rendes tagja

Témavezető:
DR. CSAPÓ JÁNOS
MTA doktora

**A SZÉKELYFÖLDÖN ELŐÁLLÍTOTT TEJ ÉS
TEJTERMÉKEK ELŐÁLLÍTÁSI KÖRÜLMÉNYEINEK
HATÁSA A ZSÍRSAV-ÖSSZETÉTELRE, KÜLÖNÖS
TEKINTETTEL A KONJUGÁLT LINOLSAVRA**

Készítette:
SALAMON ROZÁLIA VERONIKA

**Kaposvár
2010.**

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
2.1. A tejsír táplálkozási szerepe	8
2.1.1. A KLS definíciója és kialakulásának lehetőségei	9
2.1.2. A KLS előfordulása élelmiszerekben	11
2.2. A tehéntej zsírsav-összetétele és KLS-tartalma, valamint az azt befolyásoló tényezők	12
2.2.1. A nyerstej zsírsav-összetétele és KLS-tartalma	12
2.2.2. A nyerstej zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára ható tényezők	13
2.2.2.1. Istállózásos és legeltetési tartási mód	13
2.2.2.2. A tartási mód hatása	13
2.2.2.3. A KLS-tartalom és a transz-zsírsavak közti kapcsolat ...	14
2.2.2.4. A tehének zsírfogyasztásának hatása a tejsír zsírsav-összetételére	15
2.2.2.5. Halolaj és napraforgóolaj fogyasztás hatása a tejsír zsírsav-összetételére	16
2.2.2.6. A tejelőtápok rost- és keményítőtartalmának hatása a tejsír zsírsav-összetételére	17
2.2.2.7. Az etetés gyakorisága és a tartási mód hatása a tejsír zsírsav-összetételére	18
2.3. A tejtermékek és egyéb élelmiszerek zsírsav-összetétele és KLS-tartalma	19
2.3.1. A tejtermékek KLS-tartalma	19
2.3.2. A tejtermékek zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása szintenyészetek hatására	21
2.3.3. A tejtermékek zsírsav-összetételének, transz-zsírsav- és KLS-tartalmának változása különböző hőkezelések hatására	24
2.3.4. A vaj KLS-tartalma és a KLS-szintje növekedésének lehetőségei	26
2.3.4.1. Növelés növényi olajok etetésével	27
2.3.4.2. Növelés szintetikus KLS és enzimek adásával	27
2.3.4.3. Növelés szuperkritikus folyadékextrakcióval	27
2.3.4.4. A ghee gyártási módjának hatása a KLS-tartalomra	28
2.3.5. A sajtok KLS-tartalma és a KLS-szintjére ható tényezők	28
2.3.5.1. Növelés ömlesztett sajtához adott savófehérje koncentráttal	29

2.3.5.2. <i>Növelés Propionibacterium freudenreichii</i> törzsekkel kemény sajtokban	29
2.3.5.3. <i>A sajt gyártási műveleteinek hatása a zsírsav-összetételre</i>	30
2.3.5.4. <i>A tej alapanyag hatása a késztermék KLS-tartalmára</i> ...	31
2.3.6. <i>Margarinok és növényi olajok zsírsav-összetétele</i>	31
2.4. A KLS szerepe az emberi szervezetben	32
2.4.1. <i>A KLS előnyös hatásai</i>	32
2.4.1.1. <i>Rákellenes hatás</i>	33
2.4.1.2. <i>Antioxidáns hatás</i>	35
2.4.1.3. <i>Immunerősítő, antiatherogén és testzsírcsökkentő hatás</i>	35
2.4.2. <i>A KLS előfordulása és eredete az emberi szervezetben</i>	36
2.4.3. <i>A napi KLS-felvétel és annak élettani hatása</i>	39
2.5. <i>Következtetések a szakirodalmi adatok alapján</i>	40
3. CÉLKITŰZÉSEK	42
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	43
4.1. <i>A tej zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása a laktáció során, különböző szarvasmarhákánál</i>	43
4.1.1. <i>A vizsgált szarvasmarhafajták</i>	43
4.1.2. <i>Tejmintavétel, a minták tárolása</i>	43
4.2. <i>Savanyú tejkészítmények zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának meghatározása</i>	44
4.2.1. <i>A savanyú tejkészítmények előállítása szintenyészet keverékekkel</i>	44
4.2.1.1. <i>A savanyú tejkészítmények előállítása szintenyészetekkel, magas linolsav-tartalmú napraforgóolaj adagolásával</i> ..	46
4.2.2. <i>Mintavétel, a minták tárolása</i>	47
4.3. <i>A vaj és a margarin zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának meghatározása</i>	47
4.3.1. <i>A vizsgált anyagok</i>	47
4.3.2. <i>Mintavétel, a minták tárolása</i>	47
4.4. <i>A mikrohullámú hőkezelés során vizsgált tej és tejtermékek</i>	48
4.4.1. <i>A minták hőkezelése</i>	49
4.4.2. <i>Mintavétel, a minták tárolása</i>	49
4.5. <i>A zsírsav-összetétel változásának vizsgálata sajtok tárolása esetén</i>	50
4.5.1. <i>A vizsgált sajtok és gyártástechnológiájuk</i>	50
4.5.1.1. <i>A Dalia sajt gyártástechnológiája</i>	50
4.5.1.2. <i>Penteleu gyártástechnológiája</i>	51
4.5.1.3. <i>Rucăr gyártástechnológiája</i>	51
4.5.1.4. <i>Telemea gyártástechnológiája</i>	51
4.5.2. <i>A sajtok tárolása, mintavétel, a minták tárolása</i>	52

4.6. Kémiai meghatározások	53
4.6.1. A minták zsírsav-összetételének vizsgálata	53
4.6.2. A minták konjugáltlinolsav-tartalmának vizsgálata.....	54
4.6.2.1. Metilezés nátrium-metilát (NaOCH ₃) katalizátorral	54
4.6.2.2. Metilezés nátrium-metilát (NaOCH ₃) és bórtrifluorid (BF ₃) katalizátorok kombinációjával	55
4.7. Mikrobiológiai meghatározások	56
4.8. Az adatok statisztikai értékelése	57
5. EREDMÉNYEK	58
5.1. A tej zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása a laktáció során különböző szarvasmarhánál	58
5.1.1. A zsírsav-összetétel változása évszakok és fajták szerint	58
5.2. A savanyú tejkészítmények zsírsav-összetétele és KLS-tartalma	65
5.2.1. Színtenyészet keverékekkel előállított tejtermékek	65
5.2.2. A KLS mennyiségének növelése színtenyészetekkel különböző mennyiségű magas linolsav-tartalmú napraforgóolaj adagolásával	70
5.2.2.1. A kémiai meghatározás eredményei	70
5.2.2.2. A mikrobiológiai meghatározás eredményei.....	72
5.3. A vaj és a margarin zsírsav-összetétele és KLS-tartalma	74
5.4. A tej és a tejtermékek zsírsav-összetételének változása hagyományos és mikrohullámú hőkezelés hatására.....	77
5.5. A konjugált linolsav mennyiségének változása a sajtok tárolása során	81
6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	86
6.1. A tejszír zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása a laktáció folyamán különböző genotípusú szarvasmarhánál.....	86
6.2. Savanyú tejkészítmények zsírsav-összetétele és KLS-tartalma...	87
6.3. A vaj és a margarin zsírsav-összetétele illetve annak változása a technológiai műveletek során.....	88
6.4. A sajtok zsírsav-összetételének változása a tárolási idő függvényében	89
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	91
8. ÖSSZEFOGLALÓ	92
SUMMARY	94
9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	96
10. IRODALOMJEGYZÉK.....	97
11. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.....	111
12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.....	118
13. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ	120

1. BEVEZETÉS

Az ember fehérje-, ásványianyag-, zsír- és ezen belül zsírsav-szükségletének kielégítésében a tehéntejnek és a belőle készült tejtermékeknek jelentős szerepe van. A tehéntej a bendőben lejátszódó biokémiai és mikrobiológiai folyamatok miatt viszonylag kevés telítetlen zsírsavat tartalmaz, mert a táplálékkal felvett telítetlen zsírsavak nagy része a bendőben lejátszódó redukciós folyamatok következtében telítődik, tehát a takarmány telítetlenzsírsav-összetétele – a védett zsírsavak etetése kivételével – csak csekély befolyással van a tejszír zsírsav-összetételére. Ennek ellenére a tejszír linolsav-, linolénsav- illetve arachidonsav-tartalma jelentős szerepet tölthet be az ember esszenciális-zsírsav-szükségletének kiegészítésében. A kérődzők tejében található konjugált linolsavról az utóbbi időben kiderítették, hogy jelentős egészségvédő hatással rendelkezik, hisz rendszeres fogyasztásával a kóros sejtburjánzás megelőzhető, sőt a már kialakult rákos elváltozások is visszafordíthatóak a szervezetben.

A tejszír és különösen az abban lévő konjugált linolsav jótékony hatásának felfedezése után kutatásokat végeztek annak megállapítására, hogy mely élelmiszerek rendelkeznek jelentős konjugáltlinolsav-tartalommal, és tanulmányozták azt is, hogy hogyan alakul ki a konjugált linolsav használlataink szervezetében; milyen mechanizmusok segítik elő az élelmiszerek konjugált linolsav szintjének növelését. Ennek során rájöttek arra, hogy a nyerstej konjugáltlinolsav-tartalmának nagy része a bendőben lejátszódó biokémiai folyamatokból származik, a feldolgozott élelmiszereknél pedig a különböző technológiai lépések, elsősorban a hőkezelés lehet hatással a konjugált linolsavak mennyiségének növekedésére. Vizsgálták azt is, hogy hogyan lehet az átalakulásokba úgy

beleavatkozni, hogy az átalakulások a konjugált linolsav mennyiségének növekedése irányába tolódjanak el, és így konjugált linolsavban gazdag, kedvező élettani hatású termékeket állítsanak elő. Többen vizsgálták a nyerstej konjugáltlinolsav-tartalmát, de arról nincs tudomásunk, hogy a magyarországi illetve Erdélyben tenyésztett szarvasmarha fajták tejének zsírsav-összetételének, ezen belül konjugáltlinolsav-tartalmának változását vizsgálták volna évszakok szerint, illetve a laktáció során a havonkénti befejek alkalmával.

Kutatásaim első fázisában az analitikai kémiai módszereinket pontosítottuk, illetve optimáltuk az előkészítést és a származékképzést a tejsír konjugáltlinolsav-tartalma meghatározásának szempontjából. A savas közegben végzett metanolos és bór-trifluoridos átészterezés helyett egy lúgos közegben nátrium-metiláttal és bór-trifluoridral végzett származékképzést alkalmaztunk, melynek következtében lényegesen egyszerűsödött a minták előkészítése, elsősorban a származékképzés.

Az analitikai módszer kidolgozása után vizsgáltuk eltérő genotípusú szarvasmarhák tejsírsíra zsírsav-összetételének változását egy éven keresztül, elemezve az évszak hatását a tejsír zsírsav-összetételére. További kísérleteink során arra voltunk kíváncsiak, hogy a gyakorlatban alkalmazott szintenyészetek, illetve azok kombinációi milyen hatással vannak a tejsír zsírsav-összetételére és konjugáltlinolsav-tartalmára. E kísérletek folytatásaként három szintenyészet (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*) segítségével vizsgáltuk a napraforgóolaj formájában adott linolsav-kiegészítés hatását a savanyú tejkészítmények konjugáltlinolsav-tartalmára, illetve meghatároztuk az optimális linolsav-kiegészítés mennyiségét.

Mivel a Székelyföldön kiskereskedelmi forgalomban kapható vajak és margarink zsírsav-összetételéről csak minimális információkkal

rendelkeztünk, ezért vizsgáltuk négy különböző vaj és 20 db különböző margarin zsírsav-összetételét, melynek során különös figyelmet fordítottunk a transz zsírsavakra. Ezt követően arra szeretnénk volna választ kapni, hogy a különböző hőkezelési módok, különösen a főzőlapon végzett hőkezelés és a mikrohullámú kezelés, milyen hatással van a vaj és a margarin, valamint a tej és a sajt zsírsav-összetételére és konjugáltlinolsav-tartalmára.

Nem végeztek vizsgálatokat annak megállapítására, hogy hogyan változik a Székelyföldön előállított sajtok zsírsav-összetétele, illetve konjugált-linolsav-tartalma a tárolás során. Ezért négyféle sajt zsírsav-összetételét elemeztük 21 hétig a hűtőszekrényben 4 ± 1 °C-on történő tárolás során.

Kísérleteink célja összefoglalóan tehát az volt, hogy megismerjük a Székelyföldön fogyasztott tej és tejtermékek és néhány esetben a margarin zsírsav-összetételét és konjugáltlinolsav-tartalmát, hogy az összetétel miként változik a különféle technológiai behatások során, illetve tárjuk fel azokat a viszonyokat, amelyek jó minőségű, magas konjugáltlinolsav-tartalmú tejtermékeket eredményezhetnek. Kísérleteink végső eredményeként, javaslatokat próbálunk megfogalmazni a magas konjugáltlinolsav-tartalmú tejtermékek előállítása és fogyasztása érdekében, a székelyföldi lakosság egészséges táplálkozásának szem előtt tartásával.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A tejsír táplálkozási szerepe

A tejsír zsírsav-összetétele, különösen a viszonylag 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 tejsír telítetlenzsírsav-tartalma viszonylag csekély, ennek ellenére a szükséges esszenciális zsírsavakból, arachidonsavból is, megfelelő mennyiséget tartalmaz, az emberi szervezet szükségletének kielégítésére (*Csapó és Csapóné*, 2002). A tejsír jelentős mennyiségben tartalmazhat konjugált linolsavakat (rövidítve KLS) is, amelyek a legújabb kutatások szerint sok hasznos élettani hatással rendelkeznek. Bizonyították többek között antioxidáns hatását, hogy megvédik a membránokat a szabadgyökök támadásától, aminek következtében jelentős szerepük lehet a rákellenes küzdelemben (*Ha és mtsai.*, 1987; *Lee és mtsai.*, 1994).

Az ember zsírforrásai közül a tejsírt nemrég még egyértelműen egészségre károsnak tartották, mivel az telített zsírsavakban gazdag. A tejsír a magas telítettzsírsav-tartalom mellett azonban az újabb vizsgálatok szerint olyan komponenseket is tartalmaz, amelyek pozitív egészségi hatást fejthetnek ki: rák- és atherosclerosis-ellenes hatásukat több állatkísérlet során is észlelték (*Ha és mtsai.*, 1987; *Pariza és Hargraves*, 1985; *Ha és mtsai.*, 1990; *Ip és mtsai.*, 1991; *Lee és mtsai.*, 1994; *Nicolosi és Laitinen*, 1996). Az elmúlt évtizedben végzett állatkísérletek során a tejsírban található több vegyület előnyös hatására derült fény, a konjugált linolsavakat is beleértve. Miután kiderült, hogy a KLS jelentős élettani előnyökkel bír, vizsgálni kezdték, hogy mely élelmiszerek szolgálhatnak gazdag KLS-forrásként.

A KLS-tartalom változásai mögött eltérő mechanizmusok lehetnek, attól függően, hogy az adott élelmiszer KLS-szintjét mely folyamatok befolyásolják jelentősen. A nyerstej KLS-tartalmának egy része pl. feltehetően a tehenek bendőjében zajló biokémiai reakciókból származik. A feldolgozott élelmiszereknél egyes technológiai lépések során is keletkezhetnek konjugált linolsavak. Felmerül annak lehetősége is, hogy ezen folyamatokba úgy avatkozzunk be, hogy azok a KLS-termelés irányába tolódjanak el, s ezáltal KLS-ban gazdag, kedvező élettani hatású terméket kapjunk. Ennek megvalósítása bonyolult feladat, aminek során arra is vigyázni kell, hogy a KLS-tartalom növekedése ne járjon együtt egyéb, nem kívánatos változásokkal.

2.1.1. A KLS definíciója és kialakulásának lehetőségei

A konjugált linolsav megnevezés azon linolsav-izomerek (szerkezeti és geometriai izomerek) gyűjtőneve, amelyek a linolsavval szemben nem izolált, hanem konjugált helyzetben tartalmaznak két kettős kötést. A kettős kötések többnyire a 9, 11, vagy a 10, 12 helyzetben találhatóak (*Ha és mtsai.*, 1987), de egyéb pozíciókban (8, 11; vagy 11, 13) is előfordulhatnak (*Christie és mtsai.*, 1997). Mindkét kettős kötés lehet cisz, vagy transz konfigurációjú.

A KLS a természetben főként a többszörösen telítetlen zsírsavak biológiai hidrogénezése során termelődik. Ez a bakteriális enzimtevékenység főként a kérődző állatok bendőjében zajlik (*Shorland és mtsai.*, 1955; *Chin és mtsai.*, 1992a) és feltételezik, hogy a patkányok bélcsatornájában található mikrobák is képesek a szabad linolsavat cisz-9,transz-11 konjugált linolsavvá alakítani, ugyanis a patkányok linolsav-fogyasztása befolyásolta szöveteik KLS-tartalmát. Magasabb linolsav-bevitel esetében a patkányszövetekből izolált lipidek KLS-koncentrációja

is jelentősen magasabb volt, mint a kevesebb linolsavat fogyasztó patkányoké.

A leggyakrabban előforduló természetes KLS-izomer a *cisz-9,transz-11-C18:2* (c9,t11-KLS) (Kepler és Tove, 1967), ami a linolsav (*cisz-9,cisz-12-C18:2*) biológiai hidrogénezésének első lépésében keletkezik. A *Butyrivibrio fibrisolvens* baktérium mikrobiális izomeráz enzimének hatására a linolsavból (*cisz-9,cisz-12-C18:2*) először konjugált linolsav (*cisz-9,transz-11-C18:2*) képződik, majd a *cisz-9* kettős kötés két hidrogénatom felvételével telítődik, és így egy egyszeresen telítetlen zsírsav (*transz-11-C18:1*) jön létre. Ez további hidrogénezéssel sztearinsavvá (C18:0) alakulhat át (Kepler és mtsai., 1971).

Újabb vizsgálatok eredményei alapján feltételezni lehet, hogy a KLS a *transz-C18:1* zsírsavakból is kialakulhat a tehenek tejmirigyében (Griinari és Bauman, 1999), vagy a patkányok májában (Pollard és mtsai., 1980; Holman és Mahfouz, 1981); a $\Delta 9$ -deszaturáz reakcióval (Griinari és mtsai., 2000).

A konjugált linolsavak kémiai reakciókban, enzimek közreműködése nélkül is kialakulhatnak a linolsavban gazdag olajok lúgos izomerizációja, vagy a ricinusolaj víztelenítése közben (Padley és mtsai., 1994). Dormandy és Wickens (1987) kutatásai szerint a linolsav *in vivo* szabadgyökös autooxidációja során is keletkezhet KLS, nagy kéntartalmú fehérjék jelenlétében. Berdeaux és munkatársai (1997) egy olyan szintézismódszert fejlesztettek ki, amellyel metil-c9,t11-KLS-t lehet előállítani ricinusolajból nyert ricinussav-metil-észterből.

2.1.2. A KLS előfordulása élelmiszerekben

A tejtermékek a legjelentősebb konjugált linolsav források az emberi táplálkozásban, ezek a zsírsavak az állatok húsában, a tojásban, és – kisebb mértékben – a növényi olajokban is megtalálhatók. Általában a kérődző állatok termékei több KLS-at tartalmaznak, mint a monogasztrikusoké. A bányahús, a marhahús, és a tehéntej körülbelül tízszer annyi KLS-t tartalmaz (0,5–1 g KLS/100 g zsír), mint a sertéshús, a lazac húsa, vagy a tojássárgája (*Jiang, 1998*). A biológiai hidrogénezés során képződött KLS egy része a kérődzők bendőjéből továbbjut a vékonybélbe, ahol a többi takarmányeredetű zsírsavval együtt felszívódik, átésztereződik, és végül is az állat szervezetének minden részébe eljut (*Christie, 1979*). Az abrakfogyasztó állatok zsírjának KLS-tartalma származhat egyrészt a takarmányból; a húsalapú takarmányok és a faggyú fogyasztásával hozzájuthatnak ezekhez a zsírsavakhoz, másrészt elképzelhető, hogy a patkányok és az egyéb monogasztrikus állatok egyes bélrezidens mikroorganizmusai is képesek a linolsavat konjugált linolsavakká alakítani; bár ez a hidrogénezési folyamat, ha végbe is megy bélcsatornájukban, kisebb mértékű, mint a kérődzők bendőjében (*Parodi, 1994*).

A növényi olajokban, és az azok parciális hidrogénezésével előállított margarinban egyes kutatók (*Parodi, 1994; Kepler és mtsai., 1966; Fritsche és Steinhart, 1998*) nem találtak KLS-at. Mások ki tudták ugyan mutatni ezeket a zsírsavakat (*Ackmann és mtsai., 1981; Chin és mtsai., 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 KLS-at tartalmaztak. A hidrogénezett növényi olajok KLS-tartalmában mért különbségeket az eltérő hidrogénezési körülményekkel indokolták (*Fritsche és Steinhart, 1998*).

Az élelmiszergyártás egyes lépései, a hőkezelés és a fermentációs eljárások is befolyásolhatják a termék KLS-tartalmát. Sajtgyártásnál több szerző jelentősnek találta a hőkezelés (*Ha és mtsai.*, 1989; *Shantha és mtsai.*, 1992b), és az érlelés (*Ha és mtsai.*, 1989) KLS-szint növelő hatását, míg egyéb élelmiszerek esetében nem tapasztaltak jelentős KLS-tartalom változást a feldolgozás során (*Chin és mtsai.*, 1992b; *Fritsche és Steinhart*, 1998; *Shantha és mtsai.*, 1994).

2.2. A tehéntej zsírsav-összetétele és KLS-tartalma, valamint az azt befolyásoló tényezők

2.2.1. A nyerstej zsírsav-összetétele és KLS-tartalma

A tejszírban a KLS-izomerek közül a c9,t11-KLS a teljes KLS-tartalom több mint 80%-t teszi ki (*Chin és mtsai.*, 1992b; *Parodi*, 1994; *Fritsche és Steinhart*, 1998), mely KLS-szint nagy szórást mutat. A tejszír KLS-tartalmát több országban vizsgálták, és az értékek a 0,2–2 g KLS/100 g tejszír tartományba estek (*Jiang*, 1998). *Jiang és mtsai.* (1996) Svédországban a tej KLS-tartalmát 0,25–1,77 g KLS/100 g tejszírnak mérték. *Lin és mtsai.* (1995) a c9,t11-KLS-izomer minimum szintjét nyerstejben 0,45 g/100 g zsír értékben határozták meg. *Precht és Molkentin* (2000) 14 EU országból származó 2110 darab tejmintát vizsgálva, a c9,t11-KLS mennyiségét a tejszírban 0,76 g/100 g-nak mérték, mely értékek a 0,13–1,89 g/100 g szélső értékek között váltakoztak. A minták transz-C18:1, transz-C18:2, és teljes transz-zsírsav-tartalma átlagosan 3,67 g (1,29–7,17 g/100 g zsír), 1,12 g (0,30–2,04 g/100 g zsír) és 4,92 g (1,71–8,70 g/100 g zsír) volt.

2.2.2. A nyerstej zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára ható tényezők

A tejszír KLS-tartalmát befolyásoló tényezők közül a tartásmód, és az évszak hatása is takarmányozási okokra vezethető vissza. A takarmányozással összefüggő leglényegesebb tényezők a következők: a takarmány telítetlen zsírsav- (főként linolsav- és linolénsav-) tartalma, a takarmány energia- és rosttartalma, a zsiradék kötött vagy szabad formában való bevitele, kötött forma esetén az olajhordozó szerkezete és a takarmányfelvétel ütemezése (a napi etetések száma).

2.2.2.1. Istállózásos és legeltetési tartási mód

Booth és Kon (1935) azt tapasztalták, hogy mikor tavasszal a teheneket kihajtották a legelőre, a tejükben lévő zsírsavak fényabszorpciója jelentősen megnőtt az ultraviola tartományban (230 nm-en). A tejszír konjugált diénsav-tartalmának spektrofotometriás meghatározásával foglalkozó módszereket *Riel* (1963) foglalta össze, aki hasonló évszakonkénti ingadozásról számolt be. A nyerstej KLS-tartalma nyáron kétszer olyan magas volt (1,46%-a az összes zsírsavnak), mint télen (0,78%). *Dhiman és mtsai.* (1996) úgy találták, hogy a legelőre kihajtott tehenek tejének szignifikánsan magasabb volt a KLS-tartalma, mint a szénával és/vagy szilázssal takarmányozott teheneké. *Wolff és mtsai.* (1995) a transz-zsírsavak (TZSS) esetében is szezonális változást tapasztaltak francia tehenek tejének zsírjában; a transz-C18:1-tartalom kétszer magasabb volt júniusban, mint a januártól márciusig tartó időszakban.

2.2.2.2. A tartási mód hatása

Precht és Molquentin (2000) 12 EU tagországból származó tejminták c9,t11-KLS-, és transz-zsírsav-tartalmának gyakorisági eloszlását

tanulmányozták. Megállapították, hogy a legeltetett állatok többszörösen telítetlen zsírsav (PUFA) bevitelle magasabb, mint az istállóban tartott és részben tartósított tömegtakarmányokkal takarmányozott állatoké, és mivel a transz-zsírsavak a linolsav és a linolénsav részleges biológiai hidrogénezésével keletkeznek a szarvasmarhák bendőjében, így nyáron, a magasabb PUFA-tartalmú takarmány etetésekor több TZSS keletkezik, mint télen. A tejszír linolénsav-koncentrációjának gyakorisága két értéknél ért el maximumot, a linolsav esetében viszont ez a takarmányozásfüggő, tipikus mintázat nem volt felismerhető. A statisztikai vizsgálatok szerint szoros volt az összefüggés a tejszír c9,t11-C18:2 szintjének változása, és a transz-C18:1; t11-C18:1; transz-C18:2; t11,c15-C18:2; illetve a teljes TZSS-tartalom változása között ($r < 0,9$) (Precht és Molquentin, 2000). Jahreis és mtsai. (1997) szintén pozitív korrelációt találtak a tej KLS-tartalma és t11-C18:1 zsírsav-tartalma között. Erre magyarázatul szolgálhat az a tény, hogy *in vivo* körülmények között a c9,t11-C18:2 KLS-izomer a t11-C18:1 zsírsav fő prekursora, másrészt a t11-C18:1 a transz-C18:1 zsírsavak fő izomere a tejszírban és a kérődzők előgyomrában (Precht és Molquentin, 2000; Bayard és Wolff, 1996).

2.2.2.3. A KLS-tartalom és a transz-zsírsavak közti kapcsolat

Precht és Molquentin (2000) szerint az általánosan elfogadott takarmányozási körülmények között a tejszír KLS-tartalmának növekedése mindig összefügg a nem kívánatos transz-C18:1 és transz-C18:2 zsírsavak mennyiségének növekedésével.

Nagyobb mennyiségű KLS akkor szívódik fel a bélcsatornából, ha a táplálék telítetlenzsírsav-tartalma magas és/vagy ha a biológiai hidrogénezés folyamata valamely okból nem teljes. A zöldtakarmányok

zsírja gazdag linolénsavban; a szójaolaj, a gyapotmagolaj és a napraforgóolaj pedig linolsavban (*Dhiman és mtsai.*, 2000). *Dhiman és mtsai.* (1999a) úgy találták, hogy a legeltetett tehenek tejének magasabb volt a KLS-tartalma, ha kiegészítésként nem kaptak koncentrált (abrak) takarmányt. Azonban, ha teljes zsírtartalmú extrudált szójadarat, teljes zsírtartalmú extrudált gyapotmagot, vagy napraforgó olajat kaptak kiegészítésként, a tej KLS-tartalma nőtt (*Dhiman és mtsai.*, 1999b; *Kelly és mtsai.*, 1998). *Stanton és mtsai.* (1997) teljes zsírtartalmú repcemag etetése esetében szintén magasabb KLS-szintről számoltak be.

2.2.2.4. A tehenek zsírfogyasztásának hatása a tejzsír zsírsavösszetételére

A tej KLS-tartalma a pörkölt szójababot, szójaolajat, a kevesebb és a több lenolajat fogyasztó csoport esetében is megemelkedett a kontrollcsoportéhoz képest 97, 438, 305 és 318%-kal (*Dhiman és mtsai.*, 2000). Egyedül a nyers szójabab fogyasztása nem növelte meg a tej KLS-szintjét. A 3,6%-os szójababolaj-tartalmú táp nagyobb mértékben növelte a tej KLS-szintjét, mint a 4,4% lenmagolajat tartalmazó táp, ezért a szójababolaj etetésével a tej KLS-szintje sokkal hatékonyabban emelhető, mint lenolaj adagolásával. *Kelly és mtsai.* (1998) a tej KLS-szintjét mintegy 500%-kal növelték meg 5,3% olajat tartalmazó táp etetésével, de eközben a tej összes zsírtartalma 3,38%-ról 2,25%-ra csökkent. *Dhiman és mtsai.* (2000) kísérletében a hőkezelt szójababot és a 2,2% lenmagolajat tartalmazó táp fogyasztása okozott jelentős KLS-tartalom növekedést, de a tej zsírtartalmának jelentős csökkenése nélkül.

Dhiman és mtsai. (2000) öt kísérleti csoport koncentrált takarmányát részben 0,5; 1,0; 2,0 és 4,0% szójaolajjal, illetve 1,0% lenolajjal egészítették ki. A 2,0 és 4,0%-os szójaolaj hozzáadás esetében

szignifikánsan csökkent a tej zsírtartalma a takarmány magas szabad olajtartalma miatt. A KLS-tartalom 237 és 314%-kal nőtt a kontrollcsoporthoz képest; míg a 0,5 és 1,0% szójaolajat és az 1% lenolajat tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportok tejének KLS-tartalma nem különbözött a kontrollcsoportétól. A közepes lánc hosszúságú zsírsavak arányának csökkenése a zsírsav-összetételen belül arányos volt a takarmányhoz adott zsír mennyiségének növelésével (*Dhiman és mtsai.*, 2000).

2.2.2.5. Halolaj és napraforgóolaj fogyasztás hatása a tejsír zsírsav-összetételére

Donovan és mtsai. (2000) 1, 2, és 3% halolajat adtak a takarmányhoz, hogy annak a tej KLS-szintjére gyakorolt hatását vizsgálják. A halolaj jelentős mennyiségű C20:5 (EPA=eikozapentaénsav) és C22:6 (DHA=dokozahexaénsav) zsírsavat tartalmazott. A bevitt olajtartalom növelésével a tej zsírtartalma jelentősen ($P < 0,01$) csökkent, és jelentős tejsírösszetétel változást tapasztaltak a kezelések hatására is. A hosszú láncú zsírsavak aránya nőtt, a rövid láncúak aránya csökkent, és a tejsír gazdagabb lett telítetlen zsírsavakban. A tejsír KLS- és transz-C18:1 zsírsav-tartalma szignifikánsan nőtt ($P < 0,01$) a takarmány halolaj-tartalmának 2%-ra növelésével. A legjelentősebb KLS-izomer, a c9,t11-C18:2 mennyisége is a 2%-os halolaj szintnél ért el maximumot, és a kontrollcsoporthoz képest 370%-kal nőtt koncentrációja a tejben. Ez az izomer a teljes KLS-tartalom 84–92%-át tette ki. A t9,t11-C18:2 izomer mennyisége 270%-kal nőtt. Mások is megfigyeltek hasonló tejsír depressziót halolaj etetése esetében (*Cant és mtsai.*, 1997). *Schingothe és Casper* (1991) több hétig tartó kísérleteik során, az emelt zsírtartalmú

takarmány fogyasztásakor, a tej fehérjetartalmának jelentős csökkenéséről számoltak be.

Harfoot és Hazelwood (1988) szerint még nincs arról tudomásunk, hogy milyen biológiai folyamatokon keresztül növeli a halolaj fogyasztása a tej KLS-szintjét, mivel a halolaj linolsav-tartalma egyébként alacsony. Bár a halolaj bendőbeli lebontása még nem teljesen tisztázott, *Byers és Schnelling* (1988) vizsgálatai szerint a halolaj lipidjeinek kevesebb, mint 50%-a hidrolizál a bendőben, szemben a növényi olajokkal, amelyek mintegy 90%-ban hidrolizálnak. Arról sem tudunk, hogy a 20 és 22 szénatomot tartalmazó zsírsavak átalakulhatnak-e oxidációval a bendőben 18 szénatomszámú zsírsavakká, és arra sincs bizonyítékunk, hogy ezek a zsírsavak részt vennének a biológiai hidrogénezésben.

Bauman és mtsai. (2000) tejelő tehenek takarmányát magas linolsav-tartalmú napraforgóolajjal egészítették ki, hogy növeljék a tej KLS-tartalmát. A tejsír KLS-tartalmának átlaga 3,7 g/100 g volt az első, de mindössze 2,3 g/100 g a második hét végén. A harmadik héten tovább folytatódott a hanyatlás, a tejsír átlagos KLS-szintje már csak 1,6 g/100 g volt. A szerzők felhívták a figyelmet arra is, hogy a kísérleti takarmány etetésének első néhány hetében a bendőbeli hidrogénezési folyamatok jelentősen megváltozhatnak.

2.2.2.6. A tejelőtápok rost- és keményítőtartalmának hatása a tejsír zsírsav-összetételére

A tej KLS- és t11-C18:1-tartalmát befolyásolhatja a tápok rost- és keményítőtartalma is (*Kelly és Bauman*, 1996; *Jiang és mtsai.*, 1998). Egy *in vitro* kísérletsorozatban *Gerson és mtsai.* (1985) bárányoknál úgy találták, hogy a takarmány rosttartalmának csökkentésével, és

keményítőtartalmának növelésével a végső hidrogénezési lépés lelassult, és több t11-C18:1 zsírsav keletkezett, ami a sztearinsav (C18:0) helyett a hidrogénezési folyamat fő termékévé lépett elő. *Palmquist és Schanbacher* (1991) is arra a következtetésre jutottak, hogy magas keményítő- és alacsony rosttartalmú tápok etetésekor a terminális hidrogénezési lépés gátolt, és a tej t11-C18:1-tartalma jelentősen emelkedik. A *Jiang és munkatársai* (1996) által kapott eredmények is összhangban voltak a fenti szerzők megfigyelésével, de ők a tej t11-C18:1-szintjének emelkedése mellett a c9,t11-C18:2-koncentráció emelkedését is megfigyelték. *Jiang és mtsai.* (1998) megállapították, hogy az *ad libitum* takarmányozott tehenek tejének c9,t11-KLS-tartalma (0,66 g/100 g zsír) jelentősen kevesebb volt, mint az adagolt takarmányozású kísérleti csoporté (1,13 g/100 g zsír). Ugyanezt a tendenciát figyelték meg a tej t11-C18:1 zsírsav-tartalma esetében is.

2.2.2.7. Az etetés gyakorisága és a tartási mód hatása a tejszír zsírsav-összetételére

Banks és mtsai. (1980) az etetési gyakoriság tejszírtartalomra és zsírsav-összetételre gyakorolt hatását vizsgálva úgy találták, hogy a tejszírtartalom nőtt az etetések számával. A többszörösen telítetlen zsírsavak összes mennyiségében nem tapasztaltak különbséget, de a t11-C18:1 zsírsav mennyisége a tejben kissé magasabb volt a naponként kétszeri etetésnél, mint a napi 24-szeri etetésnél. A t11-C18:1 zsírsav mennyisége csak kis mértékben függött az etetés gyakoriságától. *Jiang és munkatársai* (1998) a tejszírtartalomban ugyan nem találtak különbséget, de a c9,t11-C18:2 és a t11-C18:1 zsírsavak mennyisége jelentősen ($P < 0,001$) különbözött az adagolt takarmányozású, és az *ad libitum* takarmányozású kísérleti csoportok között.

Jahreis és mtsai. (1997) szerint az állatok tartási módja (hagyományos vagy ökológiai) is befolyásolhatja a tej KLS-tartalmát. Az elege tej minták KLS-tartalma széles tartományok között változott: 0,34 g/100 g zsír értéktől (istállózott állatok) 0,80 g/100 g zsír értékig (ökológiai farmokon tartott állatok).

Jiang és mtsai. (1998) szerint a tehéntej KLS-tartalmának emelése előnyös, ami megvalósítható megfelelő takarmányozási receptúrák összeállításával, a takarmányozáson kívül azonban egyéb tényezők is jelentős szerepet játszhatnak a nyerstej KLS-tartalmának alakításában.

2.3. A tejtermékek és egyéb élelmiszerek zsírsav-összetétele és KLS-tartalma

2.3.1. A tejtermékek KLS-tartalma

A tejtermékek KLS-tartalma egy svédországi felmérés (*Jiang és mtsai.*, 1998) szerint 0,46–0,71 g/100 g zsír értékek között volt. Hasonló értékeket kaptak az USA-ban (0,36–0,70 g KLS/100 g zsír) *Ha és mtsai.*, (1989), *Chin és mtsai.*, (1992a), *Lin és mtsai.*, (1995), valamint *Shantha és mtsai.*, (1992a, 1995). Németországban a tejtermékek zsírjában a zsírsavak 0,40–1,70%-át azonosították konjugált linolsavnak (*Fritsche és Steinhart*, 1998). A sajt KLS-tartalmát több szerző magasabbnak találta, mint a többi tejtermékét (*Ha és mtsai.*, 1989).

Fritsche és Steinhart (1998) a pasztörözött tej zsírjának KLS-tartalmát 0,98 g/100 g értéknek mérték. A sűrített tej (0,63 g/100 g zsír) KLS-tartalmát hasonlóan találták, mint *Chin és mtsai.* (1992b), akik 0,7 g/100 g értéket mértek a sűrített tejben, és 0,55 g/100 g zsír értéket a homogénezett tej esetében. *Fritsche és Steinhart* (1998) nagy szórást tapasztalt a joghurtok (0,69±0,30 g/100 g zsír) és a sajtok (0,84±0,38 g/100 g zsír) KLS-tartalmában. *Chin és mtsai.* (1992b) 0,48 g/100 g

KLS-t mértek joghurtok zsírjában. *Lin és mtsai.* (1995) joghurt esetében 0,38 g KLS/100 g értéket kaptak.

Jiang és mtsai. (1998) megállapították, hogy a Svédországban kapható különféle joghurtok, a vaj, a tejszínhab, és a tejföl KLS-tartalma 0,45–0,62 g/100 g zsír. Négy és tíz hónap közötti érlelési idejű sajtok 0,50–0,71 g/100 g zsír KLS-t tartalmaztak. A legmagasabb KLS-tartalmú tejtermék a grevé sajt volt (0,71 g/100 g zsír). A KLS-tartalom szórása a tejtermékek esetében kisebb volt, mint amit *Jiang és mtsai.* (1996) a nyerstej esetében mértek.

Fogerty és mtsai. (1988) két ausztrál vaj KLS-tartalmát meghatározva 0,94 illetve 1,19 g KLS/100 g zsír értékeket kaptak. *Chin és mtsai.* (1992b) szerint 14-féle tejtermék KLS-tartalma 0,06 g KLS/100 g zsír (nem zsíros tejdesszert) és 0,7 g KLS/100 g zsír (sűrített tej) között változott. 13-féle sajt esetében 0,29 g KLS/100 g zsír (romano) és 0,71 g KLS/100 g zsír („téglasajt”) közötti értékeket mértek. Négy ömlesztett sajt átlagosan 0,50 g KLS/100 g zsírt tartalmazott, és a közöttük lévő eltérés is nagyon csekély volt. A c9,t11-KLS-izomer adta a tejtermékek teljes KLS-tartalmának 90%-át. *Ha és mtsai.* (1990) ennek az egy KLS-izomernek tulajdonítanak kedvező biológiai hatást. Tejtermékekben ugyanerről az izomer arányról számol be *Parodi* (1977a) is, míg *Fritsche és Steinhart* (1998) szerint a biológiailag aktívnak vélt c9,t11-KLS-izomer aránya 80%. *Werner és mtsai.* (1992) idős és fiatal sajtok zsírjában 0,51–0,54 g/100 g zsír KLS-szintet határoztak meg, és a KLS-izomerek 82–88%-a a c9,t11-KLS volt.

Ha és mtsai. (1989) sajtok KLS-tartalmát vizsgálva a két szélsőérték 0,06 g KLS/100 g zsír (kék sajt), és 0,19 g KLS/100 g zsír (parmezán) volt. Az ömlesztett sajtok, amelyekhez savófehérje koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, körülbelül négyszer annyi

KLS-t tartalmaztak, mint a nem ömlesztett sajtok (0,88 g/100 g zsír v.ö. 0,19 g/100 g zsír). A hét azonosított KLS-izomer közül a c9,t11-KLS csak 17,1%-át tette ki a teljes KLS-tartalomnak. *Shantha és mtsai.* (1992a) mérései szerint a kereskedelemben kapható ömlesztett sajtok KLS-tartalma 0,32–0,89 g KLS/100 g zsír között volt. A c9,t11-KLS-izomer a teljes KLS-tartalom 39,7–67,9%-át tette ki ezekben a sajtokban.

2.3.2. A tejtermékek zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása szintenyészetek hatására

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-at előállítani (*Sieber és mtsai.*, 2004). A legtöbb szerző szerint a tejtermékek KLS-tartalma ugyan leginkább az előállítás során használt tej KLS-tartalmától függ, de a technológiai folyamatok is jelentős mértékben befolyásolhatják a késztermék KLS-tartalmát. Néhányak szerint a starter kultúrák jelentős mennyiségben termelhetnek KLS-t, mások viszont ilyen összefüggést nem tudtak kimutatni.

Lin (2003) szerint a szintenyészetek egy része képes a savanyítás során linolsavból KLS-at előállítani. Kísérleteik során a hozzáadott linolsav hatására a KLS-növekedés a négyszeresét is elérte a tej eredeti KLS-tartalmának. *Kishino és mtsai.* (2002) mintegy 250 baktériumfaj

KLS-termelő képességét vizsgálva hozzáadott linolsav esetében olyan törzseket tudott kitenyészteni, ahol a termelt KLS mennyisége elérte az 1410 (*Lactobacillus rhamnosus* AKU 1124) és az 1500 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ (*Lactobacillus acidophilus* AKU 1137) szintet.

Lin és mtsai. (1999), valamint *Lin* (2006) kutatásaik során a *Lactobacillus*, a *Lactococcus* és a *Streptococcus* nemzetségből való baktériumok KLS-termelését vizsgálták. A hat különböző baktériumot linolsavas és linolsav mentes táptalajokra oltották be. Az 1000 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ linolsavat tartalmazó táptalaj esetében a KLS-növekedés négyszerese volt az eredeti értéknek. A linolsav mennyiségének 5000 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ -ig történő növelése, vagy az inkubációs idő 48 óráig történő eltolása nem eredményezett KLS-tartalom növekedést. *Pariza és Yang* (2000) szerint a *Lactobacillus reuteri* PYR8 képes a linolsavat c-9,t-11-KLS-vá alakítani úgy, hogy a c9,t11-KLS-izomer kb. 98%-a a termelt összes KLS mennyiségének.

Kim és mtsai. (2002) szerint a *Lactobacillus acidophilus* 96 és 56, a *Lactobacillus plantarum* 4191, a *Lactococcus casei* Y2 és a *Lactococcus lactis* I-01 2 mg KLS/g zsír mennyiségtől egészen 4 mg KLS/g zsírig képes KLS-termelésre a savanyított tejben. A kísérletek során a *Lactococcus lactis* I-01 mutatta a legnagyobb KLS-termelő képességet 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ linolsav jelenlétében, 12 órán át, 37 °C-on, anaerob körülmények között inkubálva. Felhívják a figyelmet a nagyobb mennyiségű linolsav növekedésgátló hatására, mert a baktériumok növekedése 500 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ linolsav adagolás fölött teljesen megszűnt.

Alonso és mtsai. (2003) a *Lactobacillus acidophilus* L1 és O16 valamint a *Lactobacillus casei* E5 és E10 baktérium törzsekről megállapították, hogy azok képesek a KLS-termelésre. A vizsgált baktérium törzsek közül a legtöbb KLS-at a *Lactobacillus acidophilus* L1

termelte 116,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ -rel. *Sieber és mtsai.* (2004) szerint számos *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium* és *Enterococcus* baktérium törzs képes a linolsavat átalakítani KLS-vá, így fel lehet őket használni a fermentációval előállított tejtermékek KLS-tartalmának növelésére.

Coakley és mtsai. (2003) által vizsgált baktériumok közül 550 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ linolsav jelenlétében a *Bifidobacterium (B.) breve* NCFB 2257 és NCFB 2258 törzsek 48,5 illetve 66,2%-ban, a *B. dentium* NCFB 2243 22,8%-ban, a *B. lactis* Bb12 törzs pedig 28,0%-ban alakította át a linolsavat KLS-vá. *Lin* (2006) a c9,t11-KLS képződését tanulmányozta zsírmentes joghurtban 0,1% linolsav és 5% répacukor jelenlétében, *Lactobacillus (L.) acidophilus* CCRC 14079, valamint a joghurtgyártásban alkalmazott *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* és *Streptococcus thermophilus* jelenlétében. Megállapította, hogy a keverékkultúra jelentős mértékben növelte a c9,t11-KLS-izomer mennyiségét. Ha a joghurthoz csak linolsavat adott, akkor a c9,t11-KLS-izomer mennyisége elérte a 2,95 $\mu\text{g}/\text{g}$ zsír értéket, linolsav és cukor hozzáadásával ez az érték 2,33 $\mu\text{g}/\text{g}$ zsír volt, míg cukor jelenlétében linolsav nélkül 1,18 $\mu\text{g}/\text{g}$ zsír értéket kapott. (A kontroll joghurt 0,93 $\mu\text{g}/\text{g}$ KLS-at tartalmazott).

Ming és Shuting (2006) a *Lactobacillus acidophilus* 1.1854 KLS-termelő képességét vizsgálva lucernamag olajat tartalmazó tejben (a lucernamag olaj kb. 40%-ban tartalmazott linolsavat) arra a következtetésre jutottak, hogy a baktérium optimális körülmények között, képes a linolsav 50%-át KLS-vá átalakítani.

2.3.3. A tejtermékek zsírsav-összetételének, transzzsírsav- és KLS-tartalmának változása különböző hőkezelések hatására

A cisz–transz átalakulások különféle technológiai beavatkozások hatására is végbemehetnek. Ilyen legfontosabb művelet a parciális hidrogénezés, aminek hatására a cisz konfigurációjú kötések egy része transz konfigurációba megy át. *Valenzuela és Morgado (1999)* szerint a technológiai paraméterek megválasztásával (hő, nyomás, katalizátor mennyisége, reakcióidő) el lehet érni, hogy ez az átalakulás a lehető legkisebb legyen, és transz izomerek minimális mennyiségben képződjenek. A transz zsírsavak a zsír és az olaj ipari szagtalanítása során is megjelennek, mivel ez az eljárás 200 °C-nál is magasabb hőmérsékleten történik ami legfőképpen a többszörösen telítetlen zsírsavak (*linolsav, α -linolénsav*) izomerizációját segíti elő. Ezen zsírsavak teljes mennyisége a növényi olajokban függ a szagtalanítási eljárás technológiai körülményeitől, az időtartamtól és a hőmérséklettől. A fizikai tisztítás (raffinálás) során alkalmazott magasabb hőmérséklet miatt nagyobb mennyiségű transz zsírsav keletkezik, mint a kémiai tisztítás során. 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.

Az utóbbi időben a transz-zsírsavakkal kapcsolatban sok vita folyt, többen igazolni látták azok káros szerepét, mások viszont nem számoltak be ilyen negatív hatásról. Többen állították, hogy a transz-zsírsavak növelik a vörösvértestek törékenységét, megváltoztatják a trombociták aggregációját (*Ascherio és mtsai., 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 transzzsírsavak 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).

Az 1990-es években a transz zsírsavból származó energia 2,20%-ról (1980) 1,52%-ra (1990) csökkent. *Koletzko* (1991) megállapította, hogy a fejlett iparral rendelkező országokban az anyatejjel táplált csecsemők az anyatejen keresztül nagyobb mennyiségű transz zsírsavat (2–5%) vesznek magukhoz, mint azok, akik kevésbé fejlett országokban élnek (<1% transz zsírsav). *Allison és mtsai.* (1999) szerint a becsült transzzsírsav átlagfogyasztás a fejlődő országokban körülbelül 7–8 g/fő, vagyis a napi bevitt össz-zsírsavnak a 6%-a. A gyorséttermekben a sütésre használt zsír (3–5% transz) hidrogénezett növényi olajokkal való helyettesítése (30% transz) az élelmiszerekben (pl. szalmakrumpli) 24–35% transz zsírsavat eredményez. *Harnack és mtsai.* (2003) szerint az európai országokban a transzzsírsav-fogyasztás az összenergiának 0,5–2,1%-át képviseli, ami megfelel egy főre jutó 1,2–6,7 g transz zsírsav/nap fogyasztásnak, ami valamivel kevesebb, mint az Egyesült Államokban. Európában a transzzsírsav-fogyasztás lényegesen kevesebb, mint a telítettzsírsav-fogyasztás, ami az összenergia bevitelnek 10–19%-át teszi ki. *Hunter* (2006) szerint a transz zsírsavak csökkentésére vonatkozó szabványok bevezetésével a transz zsírsavfogyasztás számos országban csökkent.

A mikrohullámú készülékekben százalékos arányban csökkentve állítható be a maximális energiához képest az éppen igénybe vett mikrohullámú energia mennyisége. A teljesítmények és műveletek *Gallawa* (2008) szerint a következők: 100%-on: főzés, vízforralás, gyors átsütés, zsír és olajhevítés, 80–90%-on: szobahőmérsékletű, vagy hűtött élelmiszerek melegítése, 60–70%-on: korábban 100%-on átsütött húsok készre sütése, sajt és csokoládé olvasztása, 50%-on: fagyasztott húsok kiolvasztása, 30–40%-on: mélyhűtött élelmiszerek kiolvasztása, 10–20%-on: élelmiszerek melegen tartása, kész italok melegítése, vajolvasztás.

Sachiko és Hiromi (2002) beszámoltak arról, hogy a mikrohullámú kezelés hatására is átalakulhatnak a zsírsavak. Szója esetében 2450 MHz-en 12 perc mikrohullámú kezelés után tapasztalták a zsírsavak nagymennyiségű átalakulását és elbomlását. *Maranesi és mtsai.* (2005) az ételkészítési eljárások során történő zsírsav-tartalombeli változásokat összehasonlítva a mikrohullámú kezelés hatásával arra a következtetésre jutottak, hogy a kezelés során jelentős változásokra lehet számítani. *Garcia-Arias és mtsai.* (2003) azt javasolták, hogy a mikrohullámú kezelés helyett válasszunk más ételfelmelegítési eljárást.

2.3.4. A vaj KLS-tartalma és a KLS-szintje növekedésének lehetőségei

A tejszír KLS-szintjének növelésére alapvetően két megközelítés létezik: első esetben a bendőben zajló biológiai hidrogénezési folyamatokba avatkoznak be a tehenek takarmányozásán keresztül annak érdekében, hogy megnöveljék a bendőből továbbhaladó KLS mennyiségét, és így a tejszírba való beépülés mértékét. A másik megközelítés szerint a késztermék (a vaj) összetételét biológiai vagy fizikai-kémiai eljárásokkal módosítják a KLS-tartalom növelése érdekében.

2.3.4.1. Növelés növényi olajok etetésével

Bauman és mtsai. (2000) tejelő tehenek napraforgóolajat tartalmazó takarmányával emelték meg a tej KLS-tartalmát. A napraforgóolajat nem fogyasztó kontrollcsoport tejéből készült vaj csupán 0,5 g/100 g zsír KLS-t tartalmazott, a kísérleti csoport tejéből készített vaj pedig ennek nyolcszorosát (4,1 g KLS /100 g zsír) tartalmazta. Mindkét vajban a legfőbb KLS-izomer a c9,t11-C18:2 zsírsav volt, bár ennek a zsírsavnak az aránya a napraforgóolaj-tartalmú tápot fogyasztó állatok termékében magasabb volt, mint a kontrollcsoportéban (90,8%; szemben 76,5%-kal). A kísérleti takarmányt fogyasztó tehenek tejéből készült vajban a transz-C18:1 zsírsavak aránya majdnem háromszor annyi volt, mint a kontrolléban. A KLS-ban gazdagított vaj több telítetlen zsírsavat, és kevesebb rövid és közepes láncosságú zsírsavat tartalmazott.

2.3.4.2. Növelés szintetikus KLS és enzimek készítmények vajhoz adásával

Garcia és mtsai. (2000) a már elkészített vajhoz adtak szintetikus konjugált linolsavat és enzimek készítményt, ily módon a vaj trigliceridjeit enzimes módszerrel részlegesen átészterezték. Megállapították, hogy a beépült KLS mennyisége az inkubálás kezdetén rohamosan nőtt, majd a görbe ellaposodva egy telítési határhoz tartott minden enzimek koncentráció esetében.

2.3.4.3. Növelés szuperkritikus folyadékextrakcióval

Romero és mtsai. (2000) szuperkritikus folyadékextrakcióval (SFE) tejszírből KLS-ben gazdag tejsírfrakciót állítottak elő. Módszerük ötletét az adta, hogy régebbi tapasztalatok szerint (*Bhaskar és mtsai.*, 1998; *Rizvi és Bhaskar*, 1995) a vízmentes tejszírből szén-dioxidos SFE során olyan frakciót lehet kinyerni, ami gazdagabb a hosszabb szénláncú,

és telítetlen zsírsavakat tartalmazó trigliceridben, mint az eredeti tejsír. *Romero és mtsai.* (2000) egy folyamatos üzemű, kísérleti SFE berendezést állítottak össze, és szén-dioxidos SFE-val a vízmentes tejsírt ellenáramú extrakcióval öt frakcióra bontották, melyek közül az első frakció KLS-tartalma jelentősen magasabb volt (0,78 g/100 g), mint az eredeti tejsír (0,42 g/100 g).

2.3.4.4. A ghee gyártási módjának hatása a KLS-tartalomra

Aneja és Murthi (1991) szerint a KLS mennyisége akár ötszörösére is növelhető az előállítás során, mert a szerzőknek sikerült 0,5–0,6 g/100 g zsír KLS-t tartalmazó tehéntej nyersanyagból 2,5–2,8 g/100 g zsír KLS-tartalmú ghee-t előállítani. A szerzők szerint a KLS-tartalom növekedéséért részben a mikrobiális fermentáció tehető felelőssé, de a KLS-tartalmat befolyásolta a szűrési hőmérséklet is, ugyanis magasabb hőmérsékleten (110 °C) több KLS keletkezett. A ghee gyártása folyamán alkalmazott hőközléssel járó folyamatok, fehérje jelenlétében, minden kétséget kizáróan felelőssé tehetőek a KLS-szint növekedéséért. Ez a hatás hasonló ahhoz, amit *Shantha és mtsai.* (1992b) is tapasztaltak, savófehérjével dúsított ömlesztett sajtok esetében.

2.3.5. A sajtok KLS-tartalma és a KLS-szintjére ható tényezők

A sajtok KLS-tartalmát több szerző magasabbnak mérte, mint a többi tejtermékét (*Ha és mtsai.*, 1989; *Jiang és mtsai.*, 1998). A sajtok KLS-szintjét befolyásolhatja a tej-alapanyag KLS-tartalma (*Jiang és mtsai.*, 1998), az érlelési idő, ömlesztett sajtok esetében a gyártási folyamatok során alkalmazott hőkezelés (*Ha és mtsai.*, 1989; *Shantha és mtsai.*, 1992b, 1995), és nem zárható ki a starterkultúra mikrobáinak KLS-termelése sem.

2.3.5.1. *Növelés ömlesztett sajthoz adott savófehérje koncentrátummal*

Ha és mtsai. (1989) természetes és ömlesztett sajtok KLS-tartalmát vizsgálva megállapították, hogy azok az ömlesztett sajtok, amelyekhez savófehérje-koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, körülbelül négyszer annyi KLS-at tartalmaztak, mint azok a sajtok, amelyek esetében nem történt fehérje-kiegészítés. A növekedés létrejöhetett a feldolgozás során hőkezelés hatására, valamint az érés alatt is a linolsav szabad- gyökös oxidációja folytán. *Shantha és mtsai.* (1992b) szerint az atmoszférikus nyomáson ömlesztett cheddar sajtok KLS-tartalma kb. 10%-kal magasabb volt, mint a nyersanyag sajté. Ha az ömlesztést nitrogén atmoszférában végezték, nem tapasztaltak emelkedést a KLS-tartalomban. Az ömlesztett sajt savófehérje-tartalmának 6%-ra történő növelésével a KLS-szint 35%-kal nőtt.

2.3.5.2. *Növelés Propionibacterium freudenreichii törzsekkel kemény sajtokban*

Mivel a KLS-at a bendőbaktériumok is elő tudják állítani a linolsav izomerizációjával (*Kepler és mtsai.*, 1966), elképzelhető, hogy a starterkultúráknak is szerepük van a tejtermékek KLS-tartalmának alakításában. *Lin és mtsai.* (1995) nem találtak különbséget különböző starterkultúrával készített cheddar típusú sajtok KLS-tartalma között. *Jiang és mtsai.* (1998) a két legismertebb svéd keménysajtot (grevé és herrgårdost) kísérleti körülmények között készítették el, két eltérő starterkultúrával, azonos gyártási és tárolási technológiával. Megállapították, hogy a kétféle szintenyézzettel készült sajtok KLS-tartalma nem különbözött jelentősen (0,71 g/100 g zsír). Az élelmiszergyártás során használt starterkultúrák tartalmazhatnak olyan

mikroorganizmusokat, amelyek *in vitro* KLS-t állítanak elő. *Jiang és mtsai.* (1998) ezért megvizsgálták több olyan baktérium KLS-termelő képességét, amelyek előfordulnak a színtenyészetekben. Hét *Lactobacillus*, négy *Lactococcus*, két *Streptococcus* és hat *Propionibacterium* faj, illetve alfaj közül mindössze három (*Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* ATCC 6207, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* Propioni-6, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* 9093) törzs termelt KLS-t. Ezeknek a baktériumoknak fontos szerepe van az ún. svéd típusú sajtok jellegzetes aromájának és lyukazottságának kialakításában. A KLS-termelő fajok és törzsek linolsav-tűrése, és az általuk termelt KLS mennyisége egyenesen arányos volt egymással. A szerzők szerint a szabad linolsav KLS-vá alakítása egy méregtelenítési folyamatnak fogható fel, melynek során a baktériumok a számukra káros szabad linolsavat úgy próbálják hatástalanítani, hogy KLS-vá alakítják. A szerzők lehetségesnek tartják a jövőben KLS-ban gazdag sajtok előállítását ezekkel a KLS termelő *Propionibacterium* törzsekkel, a KLS termelési mechanizmusuk jobb megismerése után.

2.3.5.3. A sajt gyártási műveleteinek hatása a zsírsav-összetételre

Ha és munkatársai (1989) szerint a parmezán sajt magasabb KLS-szintje összefügghet a hosszú érlelési idővel, *Lin és mtsai.* (1995) viszont nem találtak különbséget a fiatal és az idős cougar sajtok KLS-tartalma között. *Jiang és mtsai.* (1998) sem mutattak ki jelentős változást a grevé és herrgårdost sajtok KLS-koncentrációjában a kilenc hónapos érlelés során. A sajtok KLS-tartalma nem különbözött jelentősen a sajttej KLS-tartalmától, tehát sem a gyártás, sem az érlelési idő nem befolyásolta számottevően a két sajt KLS-tartalmát. Bár a sajtgyártás során a szerzők

nem tapasztaltak számottevő KLS-tartalom növekedést, leszögezik, hogy a KLS-szint stabilitása fontos tény táplálkozástani szempontból, mivel a nyerstej eredeti KLS-tartalma nem vesz el a feldolgozás során.

Werner és mtsai. (1992) az eltérő starterkultúrák, feldolgozási módok és érlelési időtartamok KLS-tartalomra és az izomer-eloszlásra gyakorolt hatását vizsgálták, három, nem ömlesztett *cheddar*-típusú sajt esetében. A különböző starterkultúrák, a gyártási folyamatok és az érlelési időtartamok nem gyakoroltak jelentős hatást a teljes KLS-tartalomra.

2.3.5.4. A tej alapanyag hatása a késztermék KLS-tartalmára

Különböző tejtermékek, illetve különböző sajtok KLS-tartalma nemcsak a termék fajtájától és gyártási módjától függhet, hanem a tej alapanyag KLS-tartalmától is. A termékek alapjául szolgáló nyerstej KLS-tartalmának ingadozása igen jelentős lehet, amint arra több szerző is rávilágít (*Riel*, 1963; *Jiang és mtsai.*, 1996). A tejtermékek KLS-tartalmának összehasonlításánál ügyelni kell arra, hogy a KLS-szintben mért különbségek adódhatnak a nyerstej ingadozó KLS-szintjéből is (*Parodi*, 1994). A sajt KLS-szintjére ható gyártási tényezők vizsgálatakor is célszerű azonos alapanyagból kiindulni, ahogy ezt több szerző is tette (*Jiang és mtsai.*, 1998; *Shantha és mtsai.*, 1992b; *Werner és mtsai.*, 1992).

2.3.6. Margarinok és növényi olajok zsírsav-összetétele

Fogerty és mtsai. (1988) három margarin mintát megvizsgálva nem találtak bennük kimutatható mennyiségű KLS-at. *Fritsche és Steinhart* (1998) szintén nem tudták ezeket a zsírsavakat több különböző eredetű olajból és margarinból kimutatni (KLS<0,01%). A vizsgált zsiradékok a

következők voltak: finomított és finomítatlan dió-, olíva-, napraforgó-, szőlőmag-, szójabab-, avokádó-, kesudió- és földimogyoró-olaj, kakaózsír, diétás-, napraforgó- és csökkentett zsírtartalmú margarin. Ezzel szemben *Kayahan és Tekin* (1994) a margarinok KLS-tartalmát 0,31–2,04 g/100 g zsír közötti értéknek találták. *Mossoba és mtsai.* (1991) 0,2 g/100 g zsír fölötti mennyiségben talált c9,t11-KLS-izomert, és szintén ebben a mennyiségben C18:2 konjugált t,t és C18:2 konjugált c,t izomereket. *Spitzer és mtsai.* (1991a, 1991b) a Braziliában használt exotikus olajokban szintén találtak konjugált linolsavakat. *Ackmann és mtsai.* (1981) kis mennyiségű c9,t11-KLS-izomert tudtak kimutatni a Kanadában kereskedelmi forgalomban kapható kukorica-, földimogyoró-, szójabab- és pálmaolajban. *Chin és mtsai.* (1992b) a kukorica-, az olíva- és a kókuszolaj esetében körülbelül 0,02 g KLS/100 g zsír értékeket mértek, és a c9,t11-KLS-izomer aránya a teljes KLS-tartalom 45%-át tette ki. A c9,t11-KLS-izomer jelenlétét a többi minta esetében azzal magyarázták (*Parodi, 1994*), hogy az a feldolgozás során keletkezhetett, talán a részleges hidrogénezés alatt. A hidrogénezett növényi olajok KLS-tartalma valószínűleg a hidrogénezés körülményeitől függ (*Fritshe és Steinhart, 1998*).

2.4. A KLS szerepe az emberi szervezetben

2.4.1. A KLS előnyös hatásai

Manapság a rákmegelőzési stratégia egyik fontos része olyan természetes élelmiszer komponensek felfedezése, melyeknek rákellenes hatásuk van. A kutatások során kiderült, hogy az állati eredetű tejszír is tartalmaz több olyan komponenst, amelyeknek rákellenes hatása van, mint amilyenek a konjugált linolsavak, a vajsav, a szfingomieliének és az éterlipidek (*Parodi, 1997b*).

2.4.1.1. Rákellenes hatás

A KLS rákellenes hatását először *Pariza és Hargraves* (1985) tapasztalták, akik felfedezték az antimutagén hatással rendelkező konjugált linolsavakat. *Ha és mtsai.* (1987) a következő négy KLS-izomert különítették el: c9,t11; t9,t11; t10,c12; és t10,t12, amelyek a citokrom P-450 enzimesalád aktivitását *in vitro* gátolták, és amelyek felelősek a rákkeltő IQ (2-amino-3-metilimidazo[4,5-f] kinolein) aktiválásáért a májban. Az IQ aktiválását a májon kívül a prosztaglandin H-szintetáz végzi, és a KLS ezt az enzimet is gátolta (*Liew és mtsai.*, 1995). *Ha és mtsai.* (1987) szerint a KLS-val kezelt egereken mindössze fele annyi papilloma keletkezett, és a daganatos esetek száma is alacsonyabb volt, mint a kontrollcsoportokban. *Ha és munkatársai* (1990) később azt tapasztalták, hogy a szintetikus KLS meggátolta a benz(a)pirén (BP) által indukált kóros szövetképződést az egerek gyomrának elülső részében. A KLS-izomerek közül mindössze a c9,t11-C18:2 zsírsavat tudták kimutatni a foszfolipidekből. Ebből arra következtettek, hogy csak ennek az egy izomernek van biológiai aktivitása. A szerzők a KLS-t még az α -tokoferolnál is hatékonyabb antioxidánsnak találták.

A sejtproliferációs folyamatok beindulását többek között az ornitin dekarboxiláz enzim (ODC) aktivizálódása jelzi (*Parodi*, 1994). *Benjamin és mtsai.* (1992) azt tapasztalták, hogy az egerek előgyomrában rákkeltő anyaggal kiváltott ODC-aktivizálódás a KLS-adagolás hatására mérséklődött.

Zu és Schut (1992) egerekkel végzett kísérleteiben a KLS etetése gátolta az IQ DNS-re gyakorolt negatív hatását patkányok vastagbelében,

és a rendellenes bemélyedések számának növekedését is jelentősen korlátozta.

Emlőrák esetében a szintetikus úton előállított KLS jelentős antikarcinogén hatásáról számoltak be *Ip és mtsai.* (1991). A daganatos állatok száma, az egyedeken található átlagos daganatszám, és a daganatok tömege csökkent a KLS-bevitel növelésének hatására. Csak a KLS cisz-9,transz-11-izomerje épült be a foszfolipid membránokba. *Ip és mtsai.* (1991) szerint KLS-etetés hatására az emlőmirigyekben csökkent a lipid peroxidációs folyamatok intenzitása. Mások szerint a KLS-nak nincs antioxidáns hatása, sőt, még elő is segítheti a lipidoxidációt (*van den Berg és mtsai.*, 1995; *Chen és mtsai.*, 1997).

Ip és mtsai. (1991, 1994) úgy találták, hogy még alacsonyabb KLS-szintek (0,1 g KLS/100 g táplálék) hatására is jelentősen csökkent a kialakult emlődaganatok száma. Az emlőrák kialakulását gátló hatás nem függött a táplálékkal bevitt zsiradék mennyiségétől és típusától (*Ip és mtsai.*, 1996), de a KLS csak akkor jelentett védelmet az emlőtumor képződéssel szemben, ha adagolását már a rákkeltő anyag beadása előtt megkezdték (*Parodi*, 1997b).

Sejtkultúrákban a KLS citotoxikus hatást gyakorolt az emberi rákos sejtekre (*Schultz és mtsai.*, 1992). A KLS gátló hatása nagyobb volt, mint a β -karotiné, ami csak az emlő tumorsejtjeinek proliferációját csökkentette (*Schonberg és Krokan*, 1995). *Schultz és mtsai.* (1992) szerint a KLS a fehérje- és a nukleotid-bioszintézis gátlásán keresztül gátolja a rákos sejtek növekedését.

A KLS befolyását a karcinogenezisre a különböző típusú tumorok, az életkor, a karcinogén anyaggal való kapcsolat időtartama, és a karcinogenezis előrehaladottsága is megváltoztathatja (*Parodi*, 1997b). Az eddig ismertté vált, a KLS antikarcinogén hatását okozó folyamatok,

a következők: a KLS viselkedhet antioxidánsként (*Ha és mtsai.*, 1990; *Ip és mtsai.*, 1991), lehet prooxidáns, amelynek citotoxikus hatása van (*Schonberg és Krokan*, 1995), gátolhatja a nukleotid szintézist (*Schultz és mtsai.*, 1992), csökkenheti a proliferatív aktivitást (*Ip és mtsai.*, 1994), gátolja a DNS-károsodást (*Zu és Schut*, 1992) és gátolhatja a rákkeltő anyag aktivizálódását (*Liew és mtsai.*, 1995).

2.4.1.2. Antioxidáns hatás

Jiang és Kamal-Eldin (1998) megállapították, hogy konjugált linolsav-metilészter KLSM-oldatok peroxidszáma lényegesen kisebb volt, mint a linolsav-metilészter LSM-oldatoké. Ezt a jelenséget azzal magyarázták, hogy a KLSM-nek a hidroperoxidokon kívül egyéb elsődleges oxidációs termékei is voltak, vagy/és a KLSM-ből származó hidroperoxidok keletkezésükhöz hasonló sebességgel le is bomlottak másodlagos termékekre.

2.4.1.3. Immunerősítő, antiatherogén és testzsírcsökkentő hatás

A KLS alkalmazásával az immunstimuláció által okozott katabolikus hatás megelőzhető volt (*Cook és mtsai.*, 1993; *Miller és mtsai.*, 1994). Koleszterinszint-csökkentő és antiatherogén hatást is tulajdonítanak neki (*Lee és mtsai.*, 1994; *Nikolosi és Laitinen*, 1996). Állatkísérletekben egerek testének zsírtartalma 60%-kal csökkent annak hatására, hogy tápjukba 0,5% KLS-t keverték (*Park és mtsai.*, 1997). Ezekért a biológiai hatásokért felelős folyamatok még nem ismertek.

Carroll és Khor (1971) úgy találták, hogy bármely zsiradék etetése esetében a patkány emlő adenokarcinómás esetek száma magasabb volt, mint a vajat fogyasztó csoportok esetében. *Klurfeld és mtsai.*, (1983a, 1983b) egy másik kísérletben a vajat tartalmazó diétán lévő patkányok

esetében tapasztalták a legkisebb mértékben az emlődaganat kifejlődését. *Yanagi és mtsai.* (1989) szerint a főként adenokarcinómás spontán emlőrák kialakulásának mértéke kisebb volt a vajjal etetett csoportban (21%), mint a margarinnal (43%) és a pórsáfrány-olajjal (44%) táplált csoportban. *Yanagi és munkatársai* (1992) szerint mikor a táphoz 20% margarin mellett 20% vajat is adtak, az összes kialakult daganatok száma, az átlagos daganatszám, és a daganatok átmérője jelentősen kisebb volt a csak margarint fogyasztó csoporthoz képest. *Cope és Reeve* (1994) kísérletében a szőrtelen egerek hajlamosabbak voltak az ultraibolya fény által kiváltott fotokarcinózisra abban az esetben, ha többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó margarínokat és napraforgóolajat fogyasztottak, mint ha vajat tartalmazott a tápjuk. *Reddy* (1992) szerint a tejalapú étrend kevesebb daganat kialakulását vonta maga után, mint a sokszorosan telítetlen növényi olajokban gazdag étrend.

A fenti kísérletekből nem derült ki, hogy a daganatos esetek számában mért különbség minek volt tulajdonítható: a tejszír rákellenes hatásának, vagy a linolsav bélrákot (*Reddy*, 1992), emlőrákot (*Welsch*, 1992), és bőrrákot (*Reeve és mtsai.*, 1988) előmozdító hatásának. Bár az állatkísérletek nagymértékben elősegítik a karcinogenezis jobb megértését, a kapott adatokat humán (klinikai) esetekre csak nagy óvatossággal és körültekintéssel szabad alkalmazni (*Parodi*, 1997b).

2.4.2. A KLS előfordulása és eredete az emberi szervezetben

A KLS az emberi szervezetben megtalálható a vészerumban, az anyatejben, az epében, a béltartalomban és a zsírdepókban (*Cawood és mtsai.*, 1983; *Iversen és mtsai.*, 1985; *Fogerty és mtsai.*, 1988; *Ackmann és mtsai.*, 1981). A c9,t11-KLS koncentrációja 0,3–0,5% között változott

a vérszérumban, 0,3–1,3% között az anyatejben (*Fogerty és mtsai.*, 1988); 0,3–0,9% között a zsírszövetben (*Ackmann és mtsai.*, 1981) a teljes zsírsavtartalom százalékában megadva. A vérszérumban a KLS a koleszterin észterek, a trigliceridek és a foszfolipidek alkotórészeként szerepelt (*Cawood és mtsai.*, 1983). A KLS-izomerek közül az emberi vérszérumban a c9,t11-KLS volt a legnagyobb mennyiségben előforduló konjugált dién (*Iversen és mtsai.*, 1984). *Fogerty és mtsai.* (1988) szerint az anyatejek KLS-tartalmának az átlagos értéke 0,58 g KLS/100 g zsír volt, a szélsőértékek 0,31–0,85 g KLS/100 g zsír tartományba estek. A *Hare Krisna* vallási szektához tartozó nők esetében az anyatej átlagos KLS-tartalma 1,18 g/100 g zsír volt (0,97–1,25 g KLS/100 g zsír).

Mivel a tejszír KLS-szintje általában magas, a tejszír-bevitel mennyisége jelentős hatást gyakorolhat a szérum KLS-szintjére (*Fogerty és mtsai.*, 1988; *Britton és mtsai.*, 1992). *Fogerty és mtsai.* (1988) feltételezték, hogy a *Hare Krisna* vallási szekta tagjainak esetében azért volt magasabb az anyatejek KLS-tartalma (1,18 g/100 g zsír), mert nagy mennyiségű ghee-t, vagy vaját használtak fel ételeik elkészítéséhez. A vaj és a ghee a KLS-ben leggazdagabb ételek közé tartoznak (*Parodi*, 1977a; *Aneja és Murthi*, 1991).

Bár az emberi szövetek KLS-tartalmának nagy része valószínűleg táplálékeredetű, lehetséges, hogy a táplálékeredetű linolsav az emberi bélrendszerben is átalakul KLS-vá biológiai hidrogénezéssel, bár erre a folyamatra még nincs bizonyíték (*Parodi*, 1994). *Brown és Moore* (1960) emberi bélsárból is ki tudott mutatni olyan baktériumokat (*Butyrivibrio fibrisolvens*), melyek kérődzőkben a linolsav biológiai hidrogénezésében vesznek részt. A monogasztrikus állatok közül a patkányok esetében valószínű, hogy a KLS endogén úton is létrejöhet, mivel *Chin és mtsai.* (1992a) kísérleteiben a patkányszövetek KLS-szintje megemelkedett a

magasabb linolsav-tartalmú diéta fogyasztásának hatására. Emberben eddig még csak a méhnyakban találtak bizonyítottan baktériumeredetű KLS-at (*Fairbank és mtsai.*, 1989), a KLS bakteriális termelődésére a bélcsatornában még nincs bizonyíték (*Jiang*, 1998). Nem zárható ki annak a lehetősége sem, hogy az emberi szövetekben a táplálékeredetű transz zsírsavak egy része konjugált linolsavakká alakul. *Salminen és mtsai.* (1998) kísérleteiben az emberi vérszérum KLS-koncentrációjának emelkedését figyelték meg, ha a táplálékban a transz zsírsavak szintje magas volt.

Az emberi zsírszövet összetétele függ a táplálkozási szokásoktól, mely nagymértékben; míg a kor, a nem, a mintavétel helye és a genetikai adottságok csak kismértékben befolyásolják a zsírszövet összetételét (*Field és Clandinin*, 1984; *Van Staveren és mtsai.*, 1986).

Britton és mtsai. (1992) azt tapasztalták, hogy magas KLS-tartalmú ételek fogyasztása esetében a szérum-KLS-szintje három hét alatt átlagosan $12,1 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ értékről $18,8 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ értékre nőtt. Alacsony KLS-tartalmú ételek fogyasztását követően három hét alatt a szérum KLS-szintje $14,3 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ értékről $8,9 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ értékre csökkent. Cheddar sajt fogyasztás (112 g sajt/nap; 178,5 mg KLS/nap) hatására a foszfolipid-észterekben található KLS mennyisége $7,1 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ értékről $9,6 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ szintre nőtt, majd ezt követően, négy hetes kiegészítés nélküli étrend hatására, a szérum KLS-szintje $7,8 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ szintre állt vissza (*Huang és mtsai.*, 1994).

Jiang (1998) a zsírszövetek KLS-tartalma és a tejszír-bevitel között jelentős pozitív kapcsolatot talált, ami azt jelzi, hogy az emberek zsírszövetének KLS-tartalma jelentős mértékben függ az elfogyasztott tejtermékek mennyiségétől.

2.4.3. A napi KLS-felvétel és annak élettani hatása

Még nem ismerjük pontosan, hogy milyen mennyiségű KLS-at kell naponta az embernek elfogyasztania ahhoz, hogy a KLS kedvező élettani hatásai megmutatkozzanak. Patkányok emlődaganat képződése jelentősen mérséklődött, ha takarmányuk 100 grammja 0,1–1 g KLS-at tartalmazott. *Ip és mtsai.*, (1991) az ember és a patkány testtömeg-aránya alapján ebből az adatból számolták ki az ember számára szükséges napi KLS-bevitelt (3,5 g KLS/nap). Az Egyesült Államokban a napi KLS-fogyasztás kb. 0,5–1 g, Ausztráliában 0,5–1,5 g (*Parodi*, 1994), Németországban pedig 0,4 g (*Fritsche és Steinhart*, 1998). Ezek az értékek alacsonyabbak, mint amennyire szükségünk lenne – már amennyiben a patkány és az ember KLS-igénye egységnyi testtömege vonatkoztatva megegyezik. *Jiang és mtsai.* (1998) szerint a KLS-bevitel jelentős növelése csak a KLS-ben gazdagított tejtermékek fogyasztásával lehetséges.

A tej KLS-tartalmának növelését már több szerző megvalósította KLS-szint növelő takarmányozási módszerekkel (*Jiang és mtsai.*, 1996; *Precht és Molkentin*, 2000; *Dhiman és mtsai.*, 2000; *Donovan és mtsai.*, 2000; *Bauman és mtsai.*, 2000), azonban a tejszír KLS-tartalmának növekedése, együtt járt az élettani szempontból nem kívánatos transz-C18:1 zsírsavak mennyiségének növekedésével (*Jiang és mtsai.*, 1996; *Fritsche és Steinhart*, 1998; *Precht és Molkentin*, 2000; *Donovan és mtsai.*, 2000; *Bauman és mtsai.*, 2000). Ha a tejalapú élelmiszerek KLS-szint emelését a transz zsírsavak szintjének emelkedése nélkül akarjuk megvalósítani, akkor szintetikus KLS-at kell az élelmiszerhez adni (*Fritsche és Steinhart*, 1998), és azt enzimes úton kell a tejszír trigliceridjeibe bejuttatni (*Garcia és mtsai.*, 2000). Megoldást jelenthet az

is, ha KLS-ban gazdag tejsír-frakciót állítunk elő extrakcióval (*Romero és mtsai.*, 2000).

2.5. Következtetések a szakirodalmi adatok alapján

Az irodalmi adatokat elemezve nem találtunk olyan beszámolót, ami meghatározta volna a havonkénti befejek során a tehéntej zsírsav-összetételének változását a magyartarka, vöröstarka holstein-fríz és feketetarka holstein-fríz fajták esetében, illetve elemezték volna, a telített és telítetlen zsírsavak – hangsúlyozva a konjugált linolsavat – kapcsolatát egymással.

A szintenyészet kultúrák zsírsav termelő képességéről több közleményben is beszámoltak, de olyan tudományos eredménnyel, mely az Erdélyben alkalmazott szintenyészetekkel, illetve szintenyészet keverékekkel kapcsolatban végzett volna vizsgálatot, nem talákoztunk. Az irodalmi adatok alapján feltételezhető, hogy lesznek olyan kombinációk, amelyek nagyobb mennyiségű konjugált linolsav előállítására képesek, de feltételezhető az is, hogy nagyobb az esély akkor, ha linolsavat vagy nagy linolsav-tartalmú szubsztrátot adunk a tejalapanyaghoz. Nem egészen tisztázott a linolsav-hozzáadás mennyiségének szerepe sem, hisz egyes kultúrák szinte a linolsav egész mennyiségét át tudják alakítani, míg mások annak csak egy töredékét. Ugyanakkor nem találtunk olyan beszámolót, ahol a napraforgóolaj alkalmazásának, mint linolsav-tartalmú szubsztrát, hatását vizsgálták volna a savanyú tejkészítmények konjugáltlinolsav-tartalmára.

Székelyföldön nem végeztek vizsgálatokat a kereskedelmi forgalomban kapható vajak és margarinok zsírsav-összetételével kapcsolatban. Ugyancsak hiányosak a kutatások a főzőlapon vagy mikrohullámú ételkészítés során a zsírsav-összetételben beálló

változásokat illetően. Az irodalmi adatokból feltételezhető, hogy a margarinok transz-zsír-sav-tartalma lényegesen nagyobb lesz, mint a vajaké, és az is, hogy hőkezelés hatására átalakulás következhet be elsősorban a többszörösen telítetlen zsírsavak esetén, de hogy vajon ezek a változások milyenek, azzal kapcsolatban nem rendelkezünk irodalmi adatokkal.

Ellentmondásosak az irodalmi adatok a sajt tárolása során a zsír-sav összetételében lejátszódó változásokat illetően is. Néhányan állítják, hogy a sajt konjugáltlinolsav-tartalma nem változik, néhányan, hogy csökken, többen, pedig azt, hogy nő a tárolási idő függvényében. Az ellentmondást feloldhatja talán az, hogy a sajt-készítés során alkalmazott mikroorganizmusok egy része képes a konjugáltlinolsav-termelésre, másik részük nem, viszont életműködésük során elhasználhatják a tejben eredetileg bentlévő konjugált linolsavat.

3. CÉLKITŰZÉSEK

A disszertáció célkitűzései az alábbiak voltak:

1. Vizsgálni eltérő genotípusú szarvasmarhák tejsírjének zsírsav-összetételét és konjugáltlinolsav-tartalmát, és annak változását az évszakok függvényében.
2. Vizsgálni a tejipari gyakorlatban alkalmazott szintenyészet keverékek, illetve azok kombinációjának hatását a tejsír zsírsav-összetételére és konjugáltlinolsav-tartalmára.
3. Vizsgálni a napraforgóolaj formájában adott linolsav-kiegészítés hatását a savanyú tejkészítmények konjugáltlinolsav-tartalmára.
4. Vizsgálni a Székelyföldön kiskereskedelmi forgalomban kapható vajak és margarinok zsírsav-összetételét, különös tekintettel a transz zsírsavakra.
5. Vizsgálni a főzőlapon végzett hőkezelés és a mikrohullámú kezelés hatását a vaj, a margarin, valamint a tej és a sajt zsírsav-összetételére és konjugáltlinolsav-tartalmára.
6. Vizsgálni a Székelyföldön előállított sajtok zsírsav-összetételének és konjugáltlinolsav-tartalmának változását a tárolási idő függvényében.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A tej zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása a laktáció során, különböző szarvasmarhánál

4.1.1. A vizsgált szarvasmarhafajták

Vizsgálatainkhoz a hencidai Új Élet Mezőgazdasági Termelőszövetkezetben tartott 210 szarvasmarha közül kiválasztott egyedektől (három feketetarka holstein-fríz, három vöröstarka holstein-fríz és három magyartarka) vettünk mintát. A feketetarka holstein-fríz és a magyartarka esetében 12 hónapon keresztül, a vöröstarka holstein-fríznél kilenc hónapon át. A legeltetési időszakban, ami május 10-től október 15-ig tart, az állatok főként legelőfüvet fogyasztottak, de szükség szerint ekkor is kaptak mintegy 3,5 kg abrakot, aminek 20%-a tejelő koncentrátum, 60%-a kukorica, 20% pedig búza és ocsú. Naponta kaptak még foszfor- és kalcium-kiegészítést, és a legelőfü mellé 10–15 kg kukorica szilázst. Esetenként adtak nekik réti és lucernaszénát, és mintegy fél kilogramm melaszt, melynek hatása a tejtermelésre azonnal megmutatkozik. Télen az állatok ad libitum fogyasztottak lucerna- és réti szénát, és kaptak még 3,5 kg tejelő tápot, 15 kg répaszeletet, 15 kg kukorica szilázst és ásványi anyag kiegészítőt.

4.1.2. Tejmintavétel, a minták tárolása

A sajtáros fejest követően az egyenlősített elegytejéből mindhárom fajta esetében, vettünk mintegy 100 cm³ tejmintát, melyet hideg vízben azonnal lehűtöttünk, majd -85 ± 1 °C-on tároltuk az analízisek elkezdéséig. A zsírsav-összetételt, illetve a KLS-tartalmat egymást

követően határoztuk meg a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar Kémiai-Biokémiai Tanszékén.

4.2. Savanyú tejkészítmények zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának meghatározása

4.2.1. A savanyú tejkészítmények előállítása szintenyészet keverékekkel

A savanyú tejkészítmények előállításához a “Lactis” Székelyudvarhelyi Tejipari Vállalathoz beszállított elegytejet használtuk, melyet lemezes pasztörözőn, 78 °C-on, 50 másodpercig pasztörözték.

Az első minta hőmérsékletét 27 °C-ra állítottuk be, és *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* valamint *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* szintenyészet keverékkel oltottuk be (legfőképpen sajtok előállítására alkalmazott), ezt követően a mintát 27 °C-on, hét órán át termosztátban inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,36 volt.

A kettes minta hőmérsékletét 27 °C-ra állítottuk be, és *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* szintenyészet keverékkel oltottuk be (a feta típusú “Telemea” sajt előállítására alkalmazzák). 27 °C-on hét órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,90 volt.

A harmas minta hőmérsékletét 28 °C-ra állítottuk be, és *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* szintenyészet keverékkel oltottuk be (tejföl előállítására alkalmazzák). 28 °C-on hét órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,56 volt.

A négyes minta hőmérsékletét 28 °C-ra állítottuk be, és *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp.

cremoris és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* színtenyészet keverékkel oltottuk be (savanyú tejkészítményekhez használják). 28 °C-on tizennégy órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,56 volt.

Az ötös minta hőmérsékletét 46 °C-ra állítottuk be, melyet *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* és *Lactobacillus acidophilus* színtenyészet keverékkel oltottuk be (yoghurt előállítására alkalmazzák). 46 °C-on hat órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,21 volt.

A hatos minta hőmérsékletét 46 °C-ra állítottuk be, melyet *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* és *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Bifidobacterium lactis* színtenyészet keverékkel oltottuk be (yoghurt előállítására alkalmazzák). 46 °C-on hat órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,30 volt.

A hetes minta hőmérsékletét 46 °C-ra állítottuk be, melyet *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* és *Bifidobacterium lactis* színtenyészet keverékkel oltottuk be (yoghurt előállítására alkalmazzák). 46 °C-on hat órán át inkubáltuk, majd lefagyasztottuk. Az inkubálás után a pH 4,22 volt.

A nyolcas minta a 78 °C-on 50 másodpercig pasztörözött tej, melyet a pasztörözés után lefagyasztottunk.

A kilences minta a kontrollnak használt pasztörözetlen nyerstej-minta.

Minden színtenyészet keverék esetében a kísérletet háromszor megismételtük.

4.2.1.1. A savanyú tejkészítmények előállítása szintenyészetekkel, magas linolsav-tartalmú napraforgóolaj adagolásával

A *Lactobacillus plantarum*, a *Lactobacillus casei*, valamint a *Lactobacillus acidophilus* szintenyészetek KLS-termelőképességét vizsgáltuk a napraforgóolaj fermentáció előtti adagolásával. Azért ezeket a fajokat választottuk kísérleteink lebonyolítására, mert a szakirodalmi adatok szerint ezek képesek a legnagyobb mértéken átalakítani a linolsavat konjugált linolsavvá. A „Soreanca” típusú 99,97% zsírtartalmú napraforgóolajat alkalmaztuk linolsav-forrásként, melynek linolsav-tartalma 62,7 zsírsav-metilészter relatív tömegszázalék volt.

A starterkultúrák a Budapesti Corvinus egyetemről tartósítva, ferdeagaros tenyészetként, paraffinolajjal leöntve, 4 °C-on érkeztek a laboratóriumba. Az így beszerzett baktériumokból anyasavanyítót állítottunk elő, melynek során 50 cm³ pasztörözött tejet beoltottunk a szintenyészetekkel, majd 24 órán keresztül 38 °C-on inkubáltuk azokat. A következőkben az így nyert anyasavanyítót alkalmaztuk, amiből minden mintába 1 cm³-t adagoltunk.

A minták előkészítéséhez a laboratóriumban frissen pasztörözött, 3,2%-os zsírtartalmú hűtött tejet használtunk, amelyből 100 cm³-t töltöttünk Erlenmeyer-lombikokba. A pasztörözött tejhez 1 cm³ anyasavanyítót és 50, 150, 200, 300, 400, 600, 1000, 1500 µl napraforgóolajat adtunk. A mintákkal párhuzamosan mind a három szintenyészet esetében vakmintákat is készítettünk. A fentiekben leírt módon nyert mintákat és a vakmintákat 24 órán keresztül 38 °C-on inkubáltuk, majd mértük a pH-t Consort S388 típusú készülékkel, sejtszámlálást végeztünk, és a további vizsgálatokhoz a minták egy részét lefagyasztottuk. Kísérletünket háromszor megismételtük.

4.2.2. Mintavétel, a minták tárolása

Az inkubálást követően a mintákat minden esetben azonnal $-85\pm 1,0$ °C-ra lehűtöttük, hogy a baktériumok, illetve azok enzimjeinek tevékenységét beszüntessük. 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.

4.3. A vaj és a margarin zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának meghatározása

4.3.1. A vizsgált anyagok

Két termékcsaládból, összesen négy féle vajból és húsz féle margarinból sikerült mintát beszerezni. A minták főbb tulajdonságait az alábbi két táblázatban foglaltuk össze. Minden minta esetében három ismétlést végeztünk. Az *1. táblázat* a vajminták tulajdonságait, míg a *2. táblázat* a margarinok jellemzőit tartalmazza.

1. táblázat. A felhasznált vajkészítmények jellemzői

Ssz.	Név	Zsírtart. (%)	Gyártó	Gyártási hely
1	Unt Superior	80	Covalact SA	Sepsiszentgyörgy
2	Unt de Masă Boni	65	Lacto Food SRL	Arad
3	Unt de Masă	65	Albalact SA	Gyulafehérvár
4	Unt de Masă Paco Lactate	65	Lactaprod SRL	Brăila

4.3.2. Mintavétel, a minták tárolása

A vizsgált termékek az élelmiszerüzletekben kapható ismert márkák közül kerültek ki. Az így módon beszerzett mintákat az eredeti

lipidösszetétel megtartása érdekében a minta-előkészítés megkezdéséig $-85\pm 1,0$ °C-on tároltuk.

2. táblázat. A felhasznált margarinminták jellemzői

Ssz.	Név	Zsírtart. (%)	Gyártó/Forgalmazó	Gyártási hely
1	Rama Yogurta	48	Unilever Rom SA	Ploiest
2	Delma Multivita	35	Orkla Foods Productie	Bukarest
3	Delma Sandvis	20	Unilever Rom SA	Ploiest
4	Linco Apetit	25	Orkla Foods Productie	Bukarest
5	Lara Light	25	SC CBA Rom SRL	Brassó
6	Wiesana Delecta	67	Orkla Foods Productie	Bukarest
7	Rama Maestro Classic	70	Unilever Rom SA	Ploiest
8	Duet	50	Polska Foods	Karczew
9	Rama	70	Unilever Rom SA	Ploiest
10	Rama Olivio	48	Unilever Rom SA	Ploiest
11	Ewa	20	Polska Foods	Karczew
12	Finea Original	40	Raisio Polska Foods	Karczew
13	Holland Original	30	Orkla Foods Productie	Bukarest
14	Delma cu Unt	48	Unilever Polska SA	Varsó
15	Delma	60	Unilever Rom SA	Ploiest
16	Flora	60	Unilever Hun	Magyarország
17	Früstück	25	Orkla Foods Productie	Bukarest
18	Becel	40	Unilever Polska SA	Lengyelország
19	Bords Eve	60	Raisio Polska Foods	Karczew
20	Wiesana Prajituri	67	Orkla Foods Productie	Bukarest

4.4. A mikrohullámú hőkezelés során vizsgált tej és tejtermékek

A 3,6%-os zsírtartalmú tejmintát egy hétéves, főként szénával és minimális abrakkiegészítéssel etetett a laktáció 2. hónapjában termelő szimentáli tehéntől vettük. 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, préselt, 10%-os sólében formázott, majd két hétig 13–14 °C-on érlelt sajtot vizsgáltuk. A sajt szárazanyag-tartalma 55%, szárazanyagra vonatkoztatott zsírtartalma pedig 44% volt. Telemea néven forgalmazott feta-típusú sajtot *Lactobacillus acidophilus* szintenyészettel, enzimes oltóval alvasztották, préselték, szelték, majd sólében két napig érlelték. A sajt szárazanyag-tartalma 55%, szárazanyagra vonatkoztatott zsírtartalma pedig 50% volt.

A kísérletben felhasznált vaj 82% zsírtartalmú Alpenbutter néven kapható a kereskedelmi forgalomban.

4.4.1. A minták hőkezelése

A mikrohullámú kezelésnél az energia és idő kombinációkat valamint a főzőlapos hőkezelésnél az időtartamokat a mindennapos gyakorlatban alkalmazott konyhatechnikai szokásoknak megfelelően alakítottuk. A mikrohullámú kezelésnél 1, 2, 4 és 8 perces kezelést alkalmaztunk 450 W energiával egy hagyományos, Elektrolux EMN 2015 típusú mikrohullámú készülékkel. A hőkezelést laboratóriumi főzőlapon végeztük a forrási hőmérséklet elérését követően 2 illetve 8 percig. Kísérletünket a statisztikai értékelés érdekében háromszor megismételtük.

4.4.2. Mintavétel, a minták tárolása

A fenti módon előkészített mintákat az eredeti lipidösszetétel megtartása érdekében a minta-előkészítés megkezdéséig $-85\pm 1,0$ °C-on tároltuk.

4.5. A zsírsav-összetétel változásának vizsgálata sajtok tárolása esetén

4.5.1. A vizsgált sajtok és gyártástechnológiájuk

Annak megállapítására, hogy hogyan változik a sajtok zsírsav-össztétele a tárolás során, 3 félkemény (Dalia, Rucăr, Penteleu), és egy feta típusú (Telemea) sajtot használtunk, minden sajttypusból öt mintát tároltunk. A sajtokat a Csíkszeredai Primulact tejüzemből szereztük be, melyeket a Székelyföldön alkalmazott standard technológiával készítették. A 2008. május 5-én gyártott sajtokat hűtőben $+4\pm 1$ °C-on tároltuk 2008. október 10-ig.

4.5.1.1. A Dalia sajt gyártástechnológiája

A Dalia vegyes alvasztású sajtot az alábbiakban leírt módon gyártották a Primulact tejüzemben. A sajttejet 74 °C-on, 40 másodperces hőntartással gyorsasztórőzték. A sajttej zsírtartalma 3,4% volt. A hőkezelés után a tejet 31–32 °C-ra hűtötték, majd a sajtkaádba vezették, és a megfelelő szintenyészet keverékkel (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus acidophilus*) 19 °T savfokig érlelték. A sajttej só-egyensúlyának és alvadó-készségének javítására kalcium-kloridot adagoltak (100 liter tejhez 20–25 g kalcium-klorid), majd a 31–32 °C hőmérsékletű tejet oltóenzimmal (kimozin) beoltották. Az alvadás 50 percig tartott, amíg az alvadék a sajtkaád falától elvált, és porcelánszerűen tört. Az alvadék kidolgozása során az alvadékot borsó nagyságú rögökre felaprították.

Ezt követően az alvadékot folytonos lassú kavarás közben 38–40 °C-ra melegítették (1 °C hőmérséklet-emelkedés 2–3 percenként), miközben a savó savfoka 2 °T-kal emelkedett. Az alvadék leengedése savó leválasztó

centrifugán keresztül történt. A préselés 2 órán át tartott, présasztalokon szobahőmérsékleten, amíg az alvadéktömb elérte az 55% nedvességtartalmat. A préselés után következett az alvadéktömb érlelése présasztalokon 16–18 °C-on 14 óráig, amíg az alvadék elérte az 5,1–5,0 pH-t. Az érlelt és felvágott alvadékot forrázó gép segítségével, 10%-os töménységű és 74–76 °C-os sólében forrázták. Az így kapott sajtokat sajtfórába helyezték, majd 1 napig, forgatás közben, 14 °C-on szikkasztották, és végül speciális érlelő fóliába csomagolták.

4.5.1.2. Penteleu gyártástechnológiája

A vegyes alvasztású Penteleu gyártástechnológiája két helyen különbözik a vele szinte azonos gyártástechnológiával rendelkező Daliától. A tej zsírtartalmát 3,0–3,2%-ra állítják be, szemben a Dalia 3,4%-os zsírtartalmával, míg az alvadéktömb nedvességtartalmát 58%-ra, a Dalia 55% nedvességtartalmához viszonyítva.

4.5.1.3. Rucăr gyártástechnológiája

A Rucăr vegyes alvasztású sajt gyártástechnológiája azonos a Dalia vegyes alvasztású sajtjével. A minimális különbség az érlelési idő és a tartósítási módban volt, ugyanis a Rucăr sajtot enyhe meleg füstölésnek vetették alá. A Rucăr sajtokat eladás előtt parafinozták.

4.5.1.4. Telemea gyártástechnológiája

A feta típusú Telemea sajt gyártása a sajttej hőkezelésével kezdődik (gyorspasztörözés, 40 másodperces hőntartással, 74 °C-on). A sajttej zsírtartalmát 3,6%-ra állították be. Ezután a tejet 34–36 °C-ra hűtötték, és a sajtkádba vezették, majd a megfelelő szintenyészet keverékkel, (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp.

lactis, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus acidophilus*) 18 °T savfokig érlelték. A tej sóegyensúlyának, alvadó-késztségének feljavítására, kalcium-kloridot adtak (100 liter tejhez 20–25 g kalcium-klorid).

A 34–36 °C hőmérsékletű tejet oltóenzimmel (kimozin) beoltották. Az oltó adagolása után még 2–3 percig keverték, az alvadás 45 percig tartott, amíg az alvadék a sajtád falától elvált, és porcelánszerűen tört. Az alvadék kidolgozása során az alvadéket bab nagyságú rögökre felaprították. Ezt követően a kád tartalmát folytonos lassú kavarással közben 38–40 °C-ra melegítették. Eközben a savó savfoka 2 °T-kal emelkedett. Az alvadék leengedése savó leválasztó centrifugán keresztül történt. A préselés présasztalokon, szobahőmérsékleten, 1–2 órát át tartott, amíg az alvadéktömb elérte a 60% nedvességtartalmat.

A préselést követte a formázás, ami kézi szeleteléssel történt a megfelelő méretű formákra. Az így felvágott formákat sózókadakba, 20–21%-os töménységű, 12–14 °C-os, 18 °T-os sólébe helyezték. A sólében való érés időtartama 48 óra, miközben a Telemea sótartalma elérte a 3,4%-ot. A sajtokat sajtformába helyezték, majd 1 napig, forgatás közben, 14 °C-on szikkasztották, és végül speciális érlelő fóliába csomagolták.

4.5.2. A sajtok tárolása, mintavétel, a minták tárolása

A sajtokat a tárolás megkezdése előtt azonnal megmintáztuk, majd a Dalia, Rucăr, Penteleu sajtokból – annak ellenére, hogy a szavatossági idejük három hónap – öt hónapon keresztül háromhetente vettünk mintát, a Telemea esetében pedig – bár csak egy hónap a szavatossági ideje – három hónapig vettünk mintát háromhetes időszakonként.

A sajtokat $+4\pm 1$ °C-on hűtőszekrényben tároltuk a kísérlet során.

A mintavételt követően a sajtmintákat $-85\pm 1,0$ °C-os mélyhűtőben tároltuk az analízisek megkezdéséig. Az összes mintát egyszerre analizáltuk a tárolási kísérlet befejezését követően.

4.6. Kémiai meghatározások

4.6.1. A minták zsírsav-összetételének vizsgálata

Előkészítés bór-trifluoridos átészterezéshez

A 0,5–1 g zsírt tartalmazó mintamennyiséget 8–20 cm³ tömény sósavval forró vízfürdőn egy órán keresztül roncsoltuk. Miután lehült, 7 cm³ etanol adtunk hozzá. A lipideket 15 cm³ éterrel, majd 15 cm³ petroléterrel (f.p.<60 °C) extraháltuk, majd a szerves fázisokat egyesítettük, ebből annyit töltöttünk egy csiszolatos gömblombikba, ami kb. 150–200 mg zsírt tartalmazott, majd rotációs vákuumbepárlóval eltávolítottuk az oldószert. A teljes bepárlás nem volt szükséges.

Hidrolízis és észterképzés

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

A gázkromatográfiás analízis körülményei: kolonna: 100 m x 0,25 mm kvarc kapilláris, *CS-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 zsírsav-metil-észterek azonosítására a következő standardet használtuk: „37 component FAME Mix” (gyártó és forgalmazó a Supelco).

4.6.2. A minták konjugáltlinolsav-tartalmának vizsgálata

A minták konjugáltlinolsav-tartalmának meghatározását kétfajta mintaelőkészítéssel végeztük el, ezeket a módszereket az alábbiakban ismertetjük.

4.6.2.1. Metilezés nátrium-metilát (NaOCH₃) katalizátorral

Lipid-extrakció: 100 cm³-es főzőpohárba bemértünk annyi mintát, ami kb. 0,3 g zsírt tartalmazott, majd 80 cm³ szerves oldószer-elegyet (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). 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, majd a szerves fázisokat egyesítettük. A szűrletekhez 5,0 g vízmentes nátrium-szulfátot tettünk és összeráztuk. A mintából származó szerves fázist a sóról talpas gömblombikba 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, a vizes fázishoz 1,2 cm³ hexánt adtunk, összeráztuk, majd az 1 cm³ hexános fázist a mérőlombikba vittük át. A hexános extrakciót még kétszer megismételtük, az utolsó hexános fázis elvételénél, lehetőség szerint, a teljes felső fázist eltávolítottuk, majd a lombikot jelre töltöttük. Az így kapott oldatot csavaros tetejű fiolában, mélyhűtve tároltuk az analízis megkezdéséig.

4.6.2.2. *Metilezés nátrium-metilát (NaOCH₃) és bór-trifluorid (BF₃) katalizátorok kombinációjával*

Minta-előkészítés: A mintákat felolvasztottuk, majd Szonikátor készülékkel (60%-os amplitúdón, 2 percig) homogéneztük.

Metilezés: Egy 15 cm³-es centrifuga csőbe bemértünk 100 µl tejet, illetve 100 mg sajtot, majd 2,5 cm³ 0,5 M metanos nátrium-metilát-oldatot adtunk hozzá, jól összeráztuk, majd 80 °C-on, 10 percen át vízfürdön tartottuk. Ezt követően 25 °C-ra lehűtöttük, majd 2,5 cm³ 10%-os metanos bór-trifluorid-oldatot adtunk hozzá, jól összeráztuk, majd 80 °C-on 3 percen át melegítettük. A melegítést követően ismét lehűtöttük 25 °C-ra, és 500 µl hexánt adtunk hozzá, 1 percen keresztül ráztuk, majd 1 cm³ telített NaCl-oldatot adtunk hozzá, és ismét 1 percig ráztuk. A csöveket centrifugába helyeztük, és 10 percig 2200 g-n centrifugáltuk. A centrifugálást követően a felső hexános fázist vízmentes nátrium-szulfátot tartalmazó Eppendorf tubusba tettük, és ebből injektáltunk 1 µl-t *Moltó-Puigmartí és mtsai.* (2007) módszere szerint a gázkromatográfba.

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 konjugáltlinolsav-készítmény. Mi a Sigma cég által forgalmazott konjugáltlinolsav-elegyet használtuk.

4.7. Mikrobiológiai meghatározások

A baktérium sejtszám meghatározására a Breed-féle eljárást alkalmaztuk. Sejtszámláláshoz a mintából 0,01 cm³-t cseppentettünk fel a tárgylemezre rajzolt minhárom 1x1 cm-es négyzetbe. Hajlított oltótűvel egyenletesen elszélesztettük az 1 cm²-nyi területen. A szélesztett mintát levegőn megszáritottuk, majd lánggal rögzítettük. Ezután zsirtalanítás céljából alkoholos mosást végeztünk (a kenetre rácseppentettük az alkoholt, és hagytuk lefolyni), majd 1,5–2 percig metilénkékes festést alkalmaztunk.

A megfestett preparátumot óvatosan, de alaposan leöblítettük és megszáritottuk, majd immerziós objektívvel vizsgálva öt látómezőben megszámláltuk a sejteket. A megfestett kenetet immerziós objektívvel vizsgálva megállapítottuk a látómezőnkénti átlagos sejtszámot, ebből a mikroszkóp faktor ismeretében kiszámítottuk a milliliterenkénti sejtszámot az alábbi képlettel:

$$sejt/ml = f \cdot x$$

ahol: f = mikroszkóp faktor,

x = látómezőnkénti átlagos sejtszám, sejt/látómező.

A látómező területének kiszámítására a következő képletet használtuk:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}, \quad [mm^2]$$

ahol: d = a látótér átmérője (mm).

A mikroszkóp faktor meghatározása:

$$f = \frac{400}{d^2 \cdot \pi \cdot M}$$

ahol: M = az 1 cm² felületre felvitt minta mennyisége (cm³).

4.8. Az adatok statisztikai értékelése

Az eredmények értékelése SPSS for Windows 16.0 (SPSS Inc. 2006) statisztikai programcsomaggal történt. Annak eldöntésére, hogy az évszakok, illetve a szarvasmarhafajták szignifikánsan befolyásolják-e a tejsír zsírsav-összetételét, több tényezős variancia-analízist alkalmaztunk.

A szintenyészet keverékek segítségével előállított savanyú tejkészítmények zsírsav-összetétele és a nyerstej zsírsav-összetétele közötti különbségeket egytényezős variancia-analízissel vizsgáltuk. A változók átlagértékeinek összehasonlítására Dunnett-tesztet alkalmaztunk 5%-os konfidencia szinten.

A napraforgóolaj és különböző szintenyészetek adagolásával készített savanyított tejtermékek, valamint a különböző tej és tejtermékek és a margarin hőkezelések által okozott zsírsav-összetételének változását több tényezős variancia-analízissel vizsgáltuk. A vizsgált változók átlagértékeinek összehasonlítására Student–Newmann–Keuls-tesztet alkalmaztunk 5%-os konfidencia szinten. A sajtok tárolása során végbement zsírsav-összetétel változás statisztikailag igazolható szignifikanciáját egytényezős variancianalizissel vizsgáltuk. A vizsgált változók átlagértékeinek összehasonlítására szintén Student–Newmann–Keuls-tesztet alkalmaztunk 5%-os konfidencia szinten.

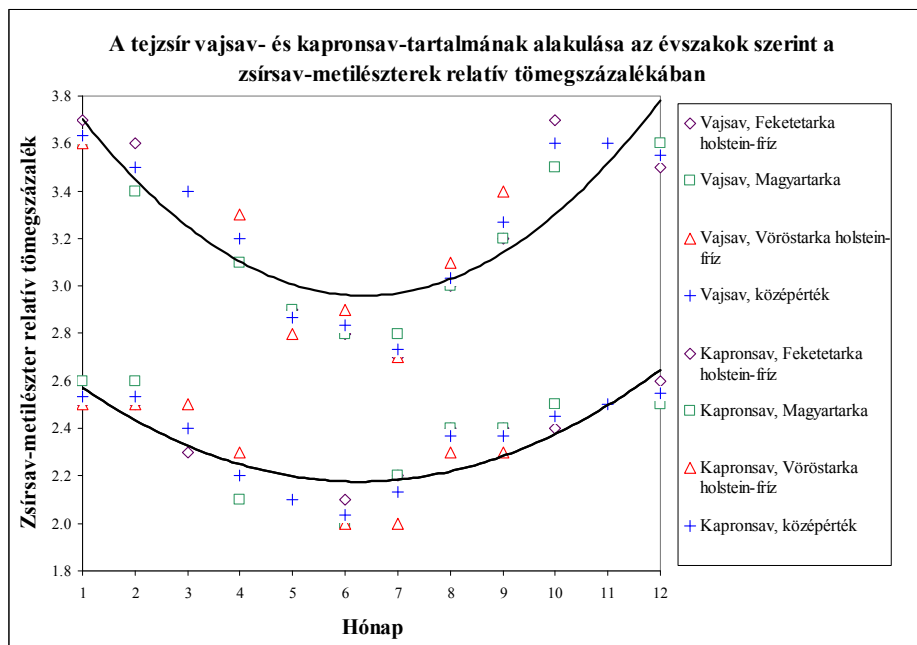
5. EREDMÉNYEK

5.1. A tej zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása a laktáció során különböző szarvasmarháknál

5.1.1. A zsírsav-összetétel változása évszakok és fajták szerint

A zsírsavakat a koncentrációk alapján csoportosítva ábrázoltuk az 1–4 ábrán. Az ábrákon a színes vonalak a különböző genotípusok tejsírjának zsírsav-összetételét mutatják. Mivel anyagi lehetőségeink behatárolták az elvégzett vizsgálatok számát, ezért mintavételenként és fajtánként háromnál több analízisre nem volt lehetőségünk. E három analízis átlagát tartalmazzák az ábrák. Az adatokból szerkesztett ábrák közül az 1. a vajsav és a kapronsav, a 2. a palmitinsav és az olajsav, a 3. a linolsav és a linolénsav, a 4. pedig a konjugált linolsav változását mutatja a márciustól februárig terjedő időszakban. Az ábrákon a zsírsavak a címben szereplő sorrendben felülről lefelé láthatók.

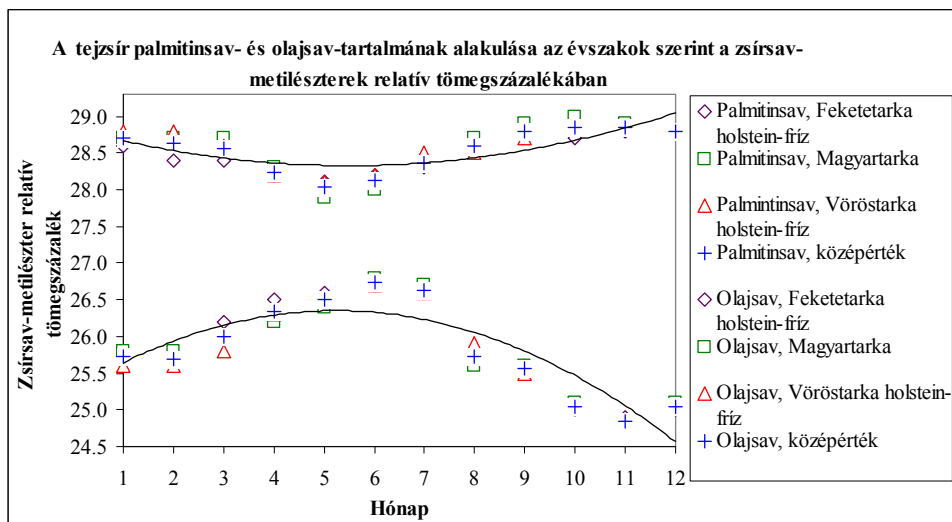
A zsírsavakat egyedileg értékelve megállapítható, hogy a vajsav június és szeptember között éri el minimumát 2,6–2,8%-kal, maximumát pedig december és április között mutatja 3,5–3,7%-kal. A vajsavhoz hasonlóan hasonló tendenciát mutat a kapronsav, a kaprilsav és a kaprinsav is; minimumukat július és szeptember között, maximumukat pedig a téli és kora tavaszi hónapokban érik el. A kapronsav minimális értékét – 2,1%-ot – augusztusban, maximális értékét – 2,5–2,6%-ot – pedig január és április között éri el.



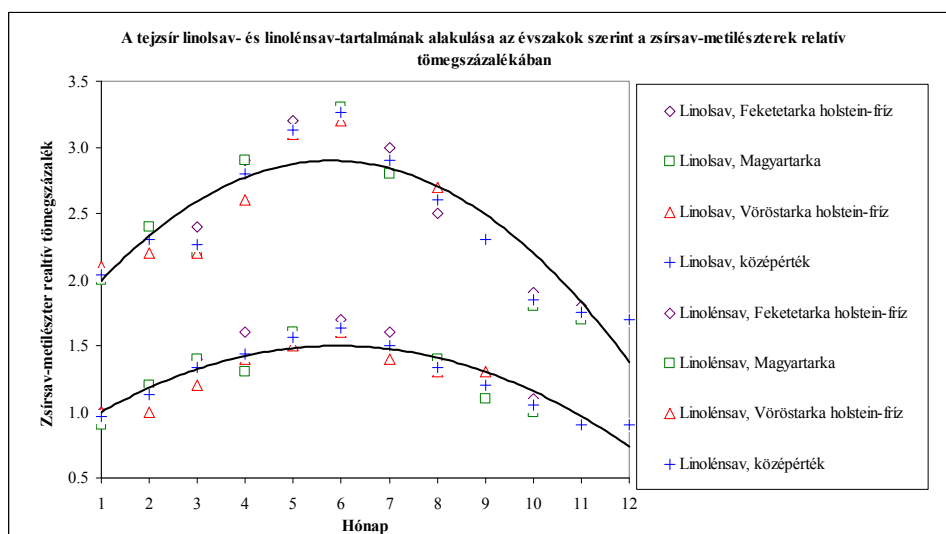
1. ábra. A tejszír vajzsav- és kapronsav-tartalmának alakulása az évszakok szerint a zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában (n=3)

A tejszírban legnagyobb koncentrációban a palmitinsav és az olajsav fordul elő. A palmitinsav változásának tendenciája (2. ábra) rendkívüli módon hasonlít a rövidszénláncú zsírsavakéhoz; minimumát fajták átlagában június és augusztus között éri el 28,1–28,3%-kal, maximumát pedig a téli és a kora tavaszi hónapokban mutatja 28,7–29,0%-kal.

Az előző tendenciákkal pontosan ellentétesen változnak a telítetlen kötést tartalmazó zsírsavak a tehéntejben az évszak függvényében. A tehéntej zsírjában második legnagyobb koncentrációban előforduló olajsav maximumát július és szeptember között mértük 26,5–26,7%-kal, minimális értékét pedig a téli hónapokban érte el 25,0%-kal.



2. ábra. A tejsír palmitinsav- és olajsav-tartalmának alakulása az évszakok szerint a zsír-sav-metilészterek relatív tömegszázalékában (n=3)

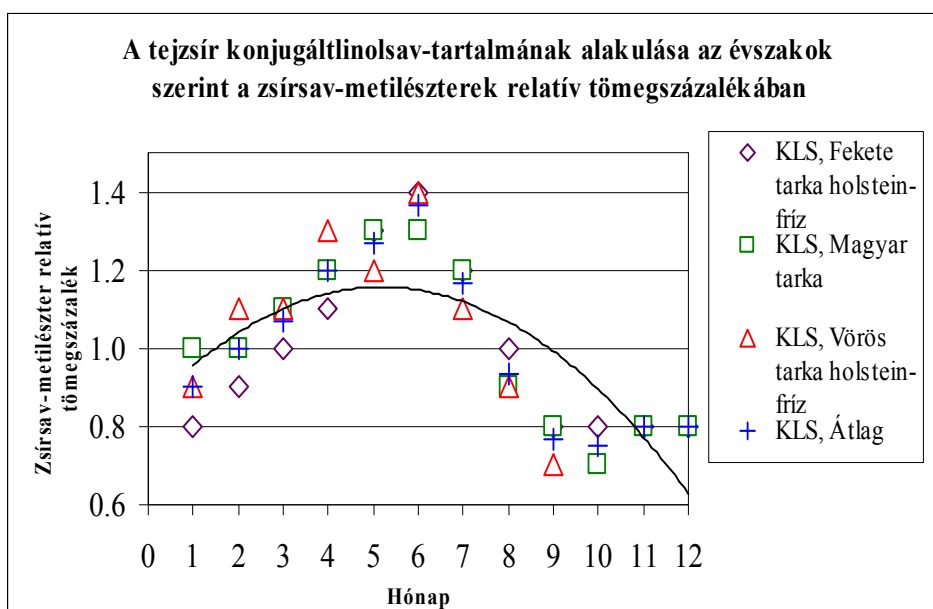


3. ábra. A tejsír linolsav- és linolénsav-tartalmának alakulása az évszakok szerint a zsír-sav-metilészterek relatív tömegszázalékában (n=3)

Az évszak szerinti változást illetően a linolsav és a linolénsav az olajsavval egybeeső tendenciát mutat (3. ábra) azaz a két többszörösen telítetlen zsír-sav maximumát július és szeptember között éri el.

A tejsír linolsav-tartalma a nyári hónapokban 3,2–3,3%, a téli hónapokban pedig 1,7–1,8%. A linolénsav maximumát augusztusban éri el 1,6%-kal, mely érték a téli és kora tavaszi hónapokban 0,8–0,9%-ra esik vissza.

A KLS-tartalom (4. ábra) maximális értékét augusztusban éri el, ami a fajták átlagában 1,35%-nak felel meg. Június és szeptember között mindegyik fajta tejsírjének KLS-tartalma meghaladja az 1,2%-ot, mely érték az őszi hónapokban rohamosan csökken a téli hónapokban mért 0,75–0,80%-ra.



4. ábra. A tejsír konjugáltlinolsav-tartalmának alakulása az évszakok szerint a zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában (n=3)

Mérési eredményeink összhangban vannak *Riel* (1963) megállapításaival, aki szerint a nyerstej KLS-tartalma nyáron kétszer olyan nagy, mint télen, bár nálunk a különbség a két szélsőérték között valamivel kisebb. *Dhiman és mtsai.* (1996) vizsgálataihoz hasonlóan mi is úgy találtuk, hogy legelőre kihajtáskor jelentősen nő a tej KLS-tartalma. *Jahreis és mtsai.* (1997) adataihoz viszonyítva mi a télen, istállóban tartott tehenek

tejszírija KLS-tartalmát két, két és félszer nagyobbak mértük, és a mi nyáron mért értékeink is jóval nagyobbak, mint amit ők az ökológiai farmon tartott állatoknál kaptak. Az általunk a tej KLS-tartalmára kapott szélsőértékek (0,8–1,4 relatív%) jóval kisebbek, mint a *Chin és mtsai.* (1992b), *Parodi* (1994) vagy a *Fritsche és Steinhart* (1998) által publikáltak (0,2–2,0 KLS/100 g tejsír), ami a vizsgált állatok eltérő genotípusával, takarmányozásával, az eltérő évszakkal és talán a különböző analitikai módszerrel magyarázható. Az általunk mért átlagos KLS-tartalom (1,1%) kissé nagyobb a *Precht és Molkeintin* (2000) által mértnél, és a szélsőértékek is sokkal közelebb vannak egymáshoz. Az összes többi vizsgált zsírsav esetében az egyezés jó a szakirodalomban közölt adatokkal.

Az ábrák adatait összehasonlítva és a statisztikai analízist elvégezve (3. táblázat) megállapítható, hogy a három vizsgált szarvasmarhafajta tejszírijának zsírsav-összetétele szinte teljes mértékben megegyezik, kivételt képez a pentadekánsav, ugyanis ezen zsírsav esetében a fajták között szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) tudunk kimutatni. A fajták közötti különbségre nagyobb egyedszámban elvégzett vizsgálatok esetében sem számíthatunk, ha a fajták azonos tartási és takarmányozási feltételek mellett termelnek. Az évszakok szerinti tendencia is mindegyik fajtánál ugyanaz. Ami a zsírsav-összetételt illeti a vajsav, kapronsav, kaprilsav, kaprinsav, mirisztinsav, palmitinsav, margarinsav, sztearinsav, olajsav, linolsav, linolénsav és konjugált linolsav esetében szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) tudunk kimutatni az évszakok függvényében. A többi vizsgált zsírsav esetében elmondhatjuk, hogy az évszak szerinti változás nem volt szignifikáns.

3. táblázat. A vizsgált szarvasmarhafajták tejsírjának zsírsav-összetétele (az átlagok zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában vannak kifejezve) (n=3)

Zsírsavak	Fajta			Évszak				Szignifikanciaszint		
	Feketetarka holstein-fríz	Magyar-tarka	Vöröstarka holstein-fríz	Tavasz	Nyár	Ősz	Tél	Fajta	Évszak	Interakció
Vajsav C4	3,29	3,24	3,18	3,50 ^a	2,96 ^b	3,01 ^b	3,62 ^a	0,23	<0,001	0,88
Kaprónsav C6	2,35	2,35	2,27	2,47 ^a	2,10 ^b	2,29 ^c	2,48 ^a	0,75	0,002	0,14
Kaprilsav C8	1,31	1,35	1,22	1,50 ^a	1,09 ^b	1,22 ^c	1,50 ^a	0,54	0,001	0,15
Kaprinsav C10	2,47	2,47	2,42	2,65 ^a	2,28 ^b	2,31 ^c	2,66 ^a	0,88	<0,001	0,58
Laurinsav C12	3,33	3,28	3,29	3,32	3,26	3,26	3,39	0,38	0,69	0,36
Mirisztinsav C14	11,17	11,20	11,01	10,85 ^a	10,96 ^a	11,33 ^b	11,54 ^c	0,67	0,001	0,24
Mirisztolajsav C14:1	1,49	1,42	1,54	1,43 ^a	1,40 ^a	1,55 ^b	1,57 ^b	0,029	0,015	0,053
Pentadekánsav C15	1,13 ^a	1,27 ^b	1,21 ^c	1,22	1,25	1,21	1,25	0,001	0,089	0,063
Palmitinsav C16	28,55	28,60	28,50	28,74 ^a	28,17 ^b	28,57 ^a	28,82 ^a	0,71	0,001	0,75
Palmitolajsav C16:1	2,56	2,55	2,55	2,59	2,55	2,53	2,54	0,96	0,79	0,28
Margarinsav C17	1,16	1,16	1,19	1,09 ^a	1,06 ^a	1,22 ^b	1,36 ^c	0,012	<0,001	0,067
Sztearinsav C18	10,56	10,65	10,49	10,46 ^a	10,55 ^a	10,57 ^a	10,79 ^b	0,016	0,001	0,98
Olajsav C18:1	25,79	25,85	26,05	25,76 ^a	26,48 ^b	25,97 ^a	25,02 ^c	0,30	<0,001	0,93
Linolsav C18:2	2,39	2,40	2,59	2,18 ^a	3,00 ^b	2,62 ^c	1,76 ^d	0,92	<0,001	0,52
Linolénsav C18:3	1,21	1,24	1,29	1,11 ^a	1,49 ^b	1,32 ^c	0,95 ^d	0,51	<0,001	0,62
KLS c9,t11C18:2	1,01	1,01	1,08	1,03 ^a	1,29 ^b	0,92 ^c	0,78 ^d	0,97	<0,001	0,56

A sorokban az azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböznek ($P < 0,05$).

Nagyobb ingadozásokat csak a KLS esetében figyeltünk meg, ami nem a fajták közötti különbséggel, hanem inkább az analitikai módszer nehézségével, valamint a takarmány összetételének szezonális változásával függhet össze. Itt is hangsúlyozni kell azonban, hogy a fajták átlagai szinte teljes mértékben azonosak. Ami a fajta és évszak interakciót illeti egyetlen egy zsírsav esetében sem találtunk szignifikáns különbséget.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az általunk vizsgált telített zsírsavak többsége a nyári hónapokban minimumot, a téli és a kora tavaszi hónapokban, pedig maximális értéket mutat. Ezzel szemben a telítetlen zsírsavak koncentrációja, beleértve a KLS-at is, a nyári hónapokban maximális értéket mutat, minimumát pedig minden esetben a téli és kora tavaszi hónapokban éri el. Eredményeink összhangban vannak a szakirodalomban közöltekkel a tendenciát illetően, és az abszolút értékeket tekintve is minimális az eltérés a szakirodalomban közölt adatoktól. A bevezetőben a zsírsavakról elmondottakat figyelembe véve megállapítható, hogy a nyáron fejt tej – fajtától függetlenül – lényegesen több linolsavat, linolénsavat, olajsavat és KLS-at tartalmaz, mint a téli és kora tavaszi tej, ezért az egészség megőrzése szempontjából alkalmasabb emberi fogyasztásra. Mivel az állatok teljesen azonos takarmányozási feltételek mellett termeltek – nyáron főként legelőfüvet, télen pedig szénát és szilázst fogyasztottak – a magasabb KLS-szint a nyári tejben valószínűleg a nyári legelőfü magasabb telítetlenzsírsav-tartalmával, esetleg KLS-tartalmával, és a napfény ultraibolya sugarainak hatásával magyarázható.

5.2. A savanyú tejkészítmények zsírsav-összetétele és KLS-tartalma

5.2.1. Színtenyészet keverékekkel előállított tejtermékek

A különféle kultúrák hozzáadásával előállított savanyított tejtermék minták rövid szénláncú zsírsavait (C6–C12) a 4. táblázat, a zsírsavak főtömegét kitevő mirisztinsav, palmitinsav, sztearinsav és olajsav mennyiségét a 5. táblázat, az esszenciális és félig esszenciális zsírsavak mennyiségét pedig a 6. táblázat mutatja.

4. táblázat. A savanyú tejkészítmények rövid szénláncú (C6–C12) zsírsav-tartalma¹ (n=3)

Alkalmazott kultúra keverékek	Zsírsavak*				
	Vajsav C4:0	Kapronsav C6:0	Kaprilsav C8:0	Kaprinsav C10:0	Laurinsav C12:0
1 minta	3,61±0,03 ^a	1,10±0,02 ^a	0,83±0,04 ^a	2,01±0,07 ^a	2,30±0,18 ^a
2 minta	3,81±0,05 ^b	1,21±0,03 ^a	1,21±0,03 ^a	2,10±0,06 ^a	2,47±0,08 ^a
3 minta	3,43±0,07 ^a	1,21±0,07 ^a	0,96±0,03 ^a	2,15±0,06 ^a	2,61±0,12 ^a
4 minta	3,51±0,02 ^a	1,30±0,02 ^b	1,00±0,05 ^a	2,26±0,10 ^a	2,63±0,12 ^a
5 minta	3,71±0,03 ^a	1,56±0,05 ^b	1,18±0,07 ^b	2,68±0,12 ^b	3,03±0,11 ^b
6 minta	3,64±0,02 ^a	1,28±0,02 ^b	0,99±0,04 ^a	2,10±0,06 ^a	2,46±0,10 ^a
7 minta	3,68±0,11 ^a	1,12±0,03 ^b	0,91±0,03 ^a	2,05±0,05 ^a	2,44±0,13 ^a
Pasztörözött tej, 78 °C, 50 sec.	3,65±0,04 ^a	1,40±0,03 ^a	1,12±0,07 ^a	2,39±0,10 ^a	2,91±0,13 ^a
Nyerstej (KONTROLL)	3,66±0,07 ^a	1,17±0,07 ^a	0,93±0,06 ^a	2,14±0,07 ^a	2,57±0,18 ^a

*A zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában.

Az oszlopokban az azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböztek a kontrolltól (P<0,05).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

1 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra
2 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra
3 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> és <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , 28 °C, 7 óra
4 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> és <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , 28 °C, 14 óra
5 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> és <i>Lactobacillus acidophilus</i> , 46 °C, 6 óra
6 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> és <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra
7 minta: <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> és <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra

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 ($P < 0,05$) a zsírsav-összetételre nem gyakoroltak. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* és *Lactobacillus acidophilus* szintenyészet keverékkel készített mintában a kontrollhoz viszonyítva szignifikáns különbségeket ($P < 0,05$) tudunk kimutatni a C6–C12 zsírsavak esetében. Az összes többi szintenyészet keverék esetében néhány zsírsav kivételével nem tudunk olyan szignifikáns különbséget kimutatni, amely a savanyú tejkészítmények táplálkozási értékét befolyásolná.

A zsírsavakat egyenként értékelve megállapítható, hogy a C6:0–C15:0 tartományban az összes alkalmazott kultúránál az eredmények gyakorlatilag egybeesnek. A palmitinsav esetében (5. táblázat) a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* aroma- és szénsavtermelő kultúráknál találtunk kissé nagyobb értéket, míg az összes többi esetben az eredmények csaknem azonosak. A sztearinsav esetében *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, (28 °C) és a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* és *Lactobacillus acidophilus*, (46 °C) kultúrákkal készült mintáknál találtuk a legkisebb koncentrációt, míg a többi esetben az adatok gyakorlatilag egybeestek.

5. táblázat. A savanyú tejkészítmények mirisztinsav-, palmitinsav-, sztearinsav-olajsav- és elaidinsav-tartalma¹ (n=3)

Alkalmazott kultúrák	Zsírsavak*				
	Mirisztinsav C14:0	Palmitinsav C16:0	Sztearinsav C18:0	Olajsav C18:1n9c	Elaidinsav C18:1n9t
1 minta	9,39±0,13 ^a	27,49±0,55 ^a	12,82±0,24 ^a	25,50±0,69 ^a	6,01±0,25 ^b
2 minta	9,93±0,11 ^a	27,40±0,63 ^a	12,73±1,01 ^a	23,84±0,40 ^a	7,53±0,15 ^b
3 minta	10,29±0,13 ^a	27,72±0,48 ^a	12,17±0,77 ^a	24,32±0,70 ^a	6,02±0,08 ^b
4 minta	10,73±0,20 ^b	29,11±0,72 ^b	10,47±0,70 ^a	28,22±0,55 ^b	3,21±0,23 ^a
5 minta	10,84±0,10 ^b	28,00±0,78 ^a	11,29±0,47 ^a	25,48±1,54 ^a	4,03±0,20 ^a
6 minta	9,62±0,19 ^a	28,09±0,83 ^a	12,09±0,20 ^a	24,71±0,17 ^a	6,52±0,13 ^b
7 minta	9,48±0,09 ^a	27,35±0,69 ^a	12,77±0,24 ^a	24,31±0,71 ^a	7,26±0,10 ^b
Pasztörözött tej, 78 °C, 50 mp.	10,82±0,12 ^a	27,84±1,06 ^a	11,65±0,31 ^a	24,38±0,37 ^a	5,61±0,15 ^a
Nyerstej (KONTROLL)	10,07±0,10 ^a	27,80±1,05 ^a	12,80±0,72 ^a	25,11±0,66 ^a	5,51±0,20 ^a

*A zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában.

Az oszlopokban az azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböztek a kontrolltól (P<0,05).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

1 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra
2 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra
3 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> és <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , 28 °C, 7 óra
4 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> és <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , 28 °C, 14 óra
5 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> és <i>Lactobacillus acidophilus</i> , 46 °C, 6 óra
6 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> és <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra
7 minta: <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> és <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra

Az összes mintát értékelve a legnagyobb különbségek az elaidinsav (C18:1n9t) esetében mutatkoztak, ahol a legkisebb értéket a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (28 °C) kultúrákkal beoltott minta esetében kaptuk, 3,21%-kal, a legnagyobb pedig a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*,

Lactococcus lactis subsp. *cremoris* (27 °C) kultúrákkal beoltott mintánál, 7,53%-kal. Az olajsav esetében a legnagyobb értéket a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* beoltással kapott minta produkálta 28,22%-kal, míg az olajsav-tartalom a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (27 °C) használatával beoltott mintában volt a legalacsonyabb 23,84%-kal. Az összes többi kultúránál az olajsav-tartalom 24,32–25,50% között változott.

6. táblázat. A savanyú tejkészítmények linolsav-, linolénsav- és konjugáltlinolsav-tartalma¹ (n=3)

Alkalmazott kultúrák	Zsírsvak*		
	Linolsav C18:2	Linolénsav C18:3	Konjugált linolsav c9,t11C18:2
1 minta	2,16±0,07 ^b	1,67±0,04 ^a	0,50±0,01 ^a
2 minta	2,11±0,03 ^a	1,62±0,03 ^a	0,50±0,02 ^a
3 minta	2,09±0,01 ^a	1,61±0,03 ^a	0,50±0,02 ^a
4 minta	2,58±0,10 ^a	1,41±0,06 ^a	0,48±0,02 ^a
5 minta	2,23±0,05 ^b	1,44±0,03 ^a	0,46±0,02 ^a
6 minta	2,07±0,03 ^a	1,61±0,11 ^a	0,47±0,01 ^a
7 minta	2,12±0,01 ^a	1,61±0,02 ^a	0,50±0,02 ^a
Pasztörözött tej, 78 °C, 50 mp.	2,01±0,04 ^a	1,59±0,11 ^a	0,45±0,02 ^a
Nyerstej (KONTROLL)	2,06±0,03 ^a	1,65±0,07 ^a	0,50±0,02 ^a

*A zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában.

Az oszlopokban az azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböztek a kontrolltól (P<0,05).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

1 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra
2 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , 27 °C, 7 óra
3 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> és <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , 28 °C, 7 óra
4 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> és <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , 28 °C, 14 óra
5 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> és <i>Lactobacillus acidophilus</i> , 46 °C, 6 óra
6 minta: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> és <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra
7 minta: <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> és <i>Bifidobacterium lactis</i> , 46 °C, 6 óra

A linolsavnál (6. táblázat) a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* és *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* szintenyészet keverékkel kapott termék némileg kiugró értéket mutat, de az összes többi zsírsav esetében nincs lényeges különbség az egyes zsírsavak koncentrációjában.

A nyerstej konjugáltlinolsav-tartalmát 0,50%-nak mértük, mely érték sem pasztörözés hatására, sem az általunk használt kultúrák hatására a kontrollhoz képest nem változott szignifikánsan ($P < 0,05$). Vizsgálatainkból azt meg tudtuk állapítani, 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. Szignifikáns különbségeket ($P < 0,05$) találtunk ugyan a kultúrák között, a kontrollhoz képest az egyes zsírsavak esetében, de ezek a különbségek nem befolyásolják ezen kultúrameverékek segítségével kapott termékek táplálkozási értékét. Méréseinket a szakirodalom adataival összevetve megállapítható, hogy azok eredményeit tudjuk megerősíteni, akik szerint a savanyított tejtermékeknél a szintenyészeteknek nincs jelentős hatása a tejtermékek zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára (Ming és Shuting, 2006; Shantha és mtsai., 1992b). Mások eredményeit viszont (Alonso és mtsai., 2003; Kim és mtsai., 2002; Kishino és mtsai., 2002; Sieber és mtsai., 2004), akik az alkalmazott kultúrák jelentős KLS-termelését állapították meg, nem tudtuk megerősíteni.

5.2.2. A KLS mennyiségének növelése szintenyészetekkel különböző mennyiségű magas linolsav-tartalmú napraforgóolaj adagolásával

5.2.2.1. A kémiai meghatározás eredményei

A 7. táblázat a *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* és *Lactobacillus plantarum* szintenyészetekkel beoltott tej KLS-tartalmának változását mutatja az adagolt napraforgóolaj függvényében.

A nyerstej zsírjának c9,t11-KLS-tartalma öt mérés átlagában 117,92 mg/100 g volt, mely érték a pasztörözött tejben átlagosan 116,43 mg/100 g tejszírra változott. Nem beszélhetünk azonban a pasztörözés hatására bekövetkező KLS-tartalom csökkenéséről, hisz a csökkenés nem volt szignifikáns ($P < 0,05$).

7. táblázat. A szintenyészetekkel beoltott tej KLS-tartalmának változása az adagolt napraforgóolaj mennyiségének függvényében (n=3)

Minták	KLS-tartalom mg/100 g zsír ¹		
	<i>Lactobacillus acidophilus</i> ^a	<i>Lactobacillus casei</i> ^b	<i>Lactobacillus plantarum</i> ^b
Nyers tej	117,92±0,17 ^a	117,92±0,17 ^a	117,92±0,17 ^a
Pasztörözött tej	116,54±0,42 ^a	116,54±0,42 ^a	116,54±0,42 ^a
Napraforgóolaj mennyisége (µl/100 cm ³)	50	140,17±0,25 ^b	139,46±0,62 ^b
	100	178,64±0,32 ^c	135,42±0,37 ^b
	150	179,86±0,37 ^c	135,94±0,85 ^b
	200	110,75±0,03 ^a	141,17±0,62 ^b
	300	111,45±0,28 ^a	138,85±0,30 ^b
	400	102,67±0,85 ^a	142,22±0,59 ^b
	600	90,30±0,10 ^d	141,92±0,42 ^b
	1000	84,05±0,74 ^d	137,28±0,25 ^b
1500	87,58±0,57 ^d	139,69±0,61 ^b	117,67±0,57 ^a

A sorokban és oszlopban azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböznek ($P < 0,05$).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

A *Lactobacillus acidophilus* szintenyészetel beoltott mintáknál a legnagyobb c9,t11-KLS-tartalom 50 µl napraforgóolaj adagolás hatására 140,17; 100–150 µl napraforgóolaj után pedig 178,64–179,86 mg/100 g zsír értékre nő. E maximális értéket követően 200, 300 és 400 µl hatására

110,75–102,67 mg/100 g zsírra, 600–1500 µl hatására pedig 90,30–87,58 mg/100 g zsírra csökken.

A *Lactobacillus plantarum* esetében 50 µl napraforgóolaj hatására a KLS-tartalom 147,65 mg/100 g zsírra, 100 µl esetében pedig 188,64 mg/100 g zsírra nő. Ezt követően a csökkenés eltérő tendenciát mutat a *Lactobacillus acidophilus* színtenyészethez képest, hisz a 150–1500 µl napraforgóolaj adagolás hatására a KLS-tartalom 148,94-ről 117,67 mg/100 zsírra csökken. A *Lactobacillus casei* esetében a napraforgóolaj adagolás az 50–1500 µl tartományban csekély hatással van a KLS-tartalomra, 50 µl napraforgóolaj adagolás hatására a KLS-tartalom 139,46 mg/100 g zsírra nő, majd maximumát a 400 µl napraforgóolaj adagolásakor éri el 142,22 mg/100 g zsírral, és még 1500 µl napraforgóolaj adagolásakor is a KLS mennyisége eléri a 139,69 mg/100 g zsír szintet.

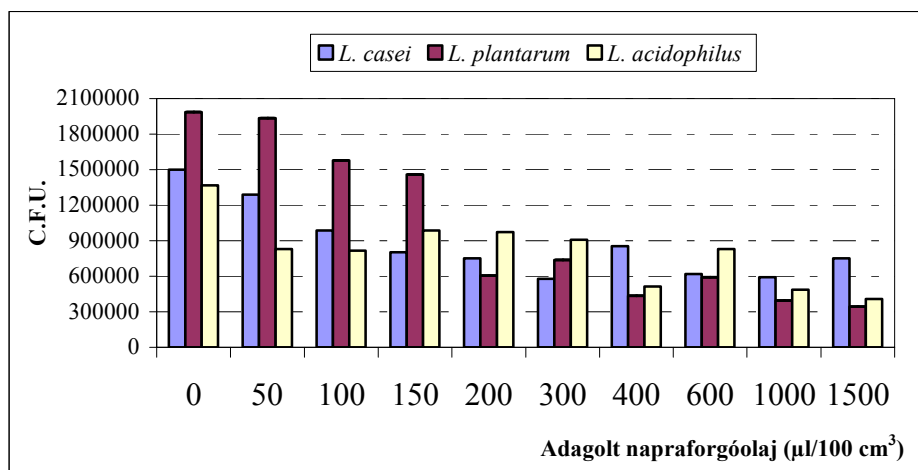
Összehasonlítva tehát az ebben a kísérletben alkalmazott három lactobacillus reagálását a linolsav-adagolás hatására megállapítható, hogy a *Lactobacillus acidophilus* és a *Lactobacillus plantarum* színtenyészetek esetében a 100 µl/100 cm³ napraforgóolaj adagolásánál a KLS mennyisége mintegy 35–40%-kal megnő, míg a *Lactobacillus casei* esetében csak 20%-os növekedést tapasztaltunk. Ezen utóbbi baktériumnál az 50–1500 µl/100 cm³ tartományban szinte változatlan maradt a KLS mennyisége, míg a *Lactobacillus acidophilus* és a *Lactobacillus plantarum* esetében 100 µl/100 cm³ napraforgóolaj adagolásánál egy határozott maximum mutatható ki.

5.2.2.2. A mikrobiológiai meghatározás eredményei

A Breed módszert alkalmazó sejtszámlálás során kapott eredményeket a három szintenyészet esetében, az adagolt napraforgóolaj függvényében, a 5. ábra tartalmazza.

A *Lactobacillus casei* esetében a látómezőnkénti átlagos sejtszám az adagolt napraforgóolaj függvényében 22,8 értéktől 8,8 értékig csökkent. A legnagyobb látómezőnkénti sejtszámot a napraforgóolaj nélkül fermentált tejben kaptuk, míg a legkisebb sejtszámot a napraforgóolajat 300 µl mennyiségben tartalmazó tejben mértük.

A *Lactobacillus plantarum* szintenyészettel beoltott minták esetében a legnagyobb látómezőnkénti átlagos sejtszám 30,2 és a legkisebb pedig 5,2 volt. Ez esetben is a legnagyobb sejtszámot a napraforgóolajat nem tartalmazó tejben, míg a legalacsonyabb sejtszámot a legnagyobb mennyiségben (1500 µl) napraforgóolajat tartalmazó tejben mértük.



5. ábra. A három szintenyészet baktériumszámának a változása az adagolt napraforgóolaj mennyiségének a függvényében (n=3)

A *Lactobacillus acidophilus* szintenyészettel erjesztett tej esetében a legnagyobb látómezőnkénti átlagos sejtszám 20,8, a legkisebb pedig

6,2 volt. Az előző két szintenyészethez hasonlóan ebben az esetben is a legnagyobb sejtszámot a napraforgóolaj nélkül erjesztett tejben kaptuk, míg a legkisebb sejtszámot a 1500 µl olajat tartalmazó tejben mértük.

Az 5. ábrán megfigyelhető hogy mind a három szintenyészet esetében jelentős baktériumszám csökkenés következett be az adagolt napraforgóolaj mennyiségének növelésével.

A legnagyobb mértékű baktériumszám csökkenést a *Lactobacillus plantarum* esetében mértük $1,98 \cdot 10^6$ telepképző egység számtól (C.F.U.) $3,42 \cdot 10^5$ C.F.U.-ig, ami nagyságrendi csökkenést jelent. A *Lactobacillus casei* esetében kétszeres, míg a *Lactobacillus acidophilus* esetében háromszoros baktériumszám csökkenést mértünk.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a három vizsgált szintenyészet sejtszámának alakulása szinte teljes mértékben megegyezik, a sejtszám csökken az adagolt olaj mennyiségével. Ennek magyarázata az lehet, hogy a három vizsgált baktériumtörzsre a napraforgóolaj linolsav-tartalma antibakteriális, növekedést gátló hatást gyakorol.

Vizsgálataink alapján tehát elmondható, hogy a napraforgóolaj fermentáció előtti adagolásával a gyakorlatban alkalmazott szintenyészetek esetében óvatosan kell eljárni, hisz vannak olyanok, amelyek szinte közömbösek a hozzáadott linolsav mennyiségére (*Lactobacillus casei*), és vannak olyanok is, amelyek optimális mennyiségű linolsav-hozzáadás hatására szignifikáns ($P < 0,05$) KLS-termeléssel reagálnak (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*). Javasoljuk, hogy az optimális KLS-termelés érdekében mindegyik gyakorlatban alkalmazott tejsavbaktériummal az előzőekben ismertetett kísérletet kell elvégezni.

Az általunk alkalmazott kultúráknál nem tudtuk elérni az irodalomban közölt kedvező hatásokat, mely szerint a mikrobák a hozzáadott linolsavat 20–60%-ban át tudják alakítani KLS-vá (*Coakley és mtsai.*, 2003; *Lin*, 2006); *Pariza és Yang*, (2000), ami ugyancsak a baktériumtörzsek különbözőségével magyarázható. Nem ír a szakirodalom azonban arról, hogy minden baktériumnál lehet egy optimális linolsav-bevitel (a mi esetünkben 100 µl/100 cm³), amelynél több linolsav már növekedési inhibitorként hathat, csökkentve a KLS mennyiségét, sőt annak értéke a tejalapanyag eredeti KLS-tartalma alá is csökkenhet.

5.3. A vaj és a margarin zsírsav-összetétele és KLS-tartalma

Az 8. táblázat a vaj és a margarin telített zsírsav-összetételét míg a 9. táblázat a telítetlen zsírsavak összetételét mutatja. A 8. táblázatból látható, hogy a vaj lényegesen több rövid szénláncú zsírsavat tartalmaz mint a margarin. A C4:0-C10:0 zsírsavak összege a vaj esetében 3,07%-ot, a margarinok esetében pedig 0,6%-ot tesz ki.

A margarin nem tartalmaz vajsavat és kapronsavat, míg a vajban e két zsírsav relatív tömegszázaléka 1,31%. A margarinok esetében a telített zsírsavak mennyiségének összege 15,82 és 47,09 relatív tömegszázalék között változott, melynek átlaga 33,5% volt. A vajak minimálisan 51,65% maximum pedig 72,83% telített zsírsavat tartalmaztak, melynek középértéke 64,09% volt. Mérési eredményeinket hasonlítva a szakirodalomban közölt adatokhoz megállapítható, hogy *Brát és Pokorny* (2000) a cseh margarinok telítettzsírsav-tartalmát – hasonlóan a mi méréseinkhez – 15,2–54,1% közöttinek mérték, míg a vajaknál alacsonyabb értéket kaptak hozzánk viszonyítva. *Triantafyllou* (2003) a görög margarinoknál 24,1–53,3% telített zsírsavat mértek míg

Karabulut és Turan (2006) a török margarinok telítettsírsav-tartalmát még ennél is magasabbnak mérték.

8. táblázat. A vaj és a margarin telített zsírsav-összetétele

Zsírsav	Vaj ¹ (n=4)	Margarin ¹ (n=20)
	Átlag±szórás*	Átlag±szórás*
Vajsav C4:0	0,773±0,72	-
Kaprónsav C6:0	0,54±0,35	-
Kaprilsav C8:0	0,48±0,34	0,28±0,16
Kaprinsav C10:0	1,28±0,75	0,32±0,19
Undekanoilsav C11:0	0,23±0,22	-
Laurinsav C12:0	2,88±1,23	4,85±3,82
Tridekánssav C13:0	0,09±0,01	-
Mirisztinsav C14:0	9,56±3,70	2,25±1,25
Pentadekánssav C15:0	1,16±0,62	0,36±0,28
Palmitinsav C16:0	38,31±3,61	19,60±5,89
Margarinsav C17:0	0,51±0,31	0,07±0,05
Sztearinsav C18:0	8,09±1,98	4,78±1,85
Arachinsav C20:0	0,30±0,11	0,29±0,09
Heptakozilsav C21:0	0,06±0,02	-
Behénsav C22:0	0,17±0,14	0,30±0,12
Lignocerinssav C24:0	0,14±0,10	0,12±0,03

*A zsírsav-metilészetek relatív tömegszázalékában.

¹Az összes vizsgált vaj és margarin mérési eredményének átlaga és szórása.

Az előzőek alapján elmondható tehát, hogy az Erdélyben kiskereskedelmi forgalomban kapható margarinok telítettsírsav-tartalma szinte megegyezik a szakirodalmomban közöltekkel, a vajak telített zsírsav-tartalma viszont magasabb annál. Mérési adataink szerint a vaj mirisztinsav-tartalma négyszer, palmitinsav-tartalma közel kétszer, sztearinsav-tartalma pedig 1,7-szer több mint a margariné.

A margarinok telítetlen zsírsav-összetétele középértékében 66,5 relatív tömegszázalék volt, ahol az értékek 52,91 és 84,18% között változtak. A vajak telítetlen zsírsavainak összege 25,74 és 42,30 relatív tömegszázalék között változott; a középérték 35,00% volt. A 18 szénatomos egy telítetlen kötést tartalmazó zsírsavak közül 26,95% olajsavat és 1,81% elaidinsavat tartalmazott.

9. táblázat. A vaj és a margarin telítetlenzsírsav-összetétele

Zsírsav	Vaj ¹ (n=4)	Margarin ¹ (n=20)
	Átlag±szórás*	Átlag±szórás*
Mirisztolajsav C14:1	0,70±0,52	2,57±1,08
Palmitoleinsav C16:1	1,16±0,65	0,19±0,11
Heptadecenoilsav C17:1	0,21±0,13	0,07±0,06
Olajsav C18:1n9c	26,95±8,02	36,19±11,92
Elaidinsav C18:1n9t	1,81±0,54	0,99±1,29
Linolsav C18:2n6c	4,07±2,19	27,48±16,81
Linolelaidinsav C18:2n6t	0,16±0,06	0,09±0,03
Konjugált linolsav c9,t11C18:2	0,86±0,37	-
γ-linolénsav C18:3n6	0,17±0,12	0,14±0,06
Linolénsav C18:3n3	0,38±0,36	0,18±0,12
Eikozénsav C20:1	0,60±0,52	-
Eikozadiénsav C20:2	0,13±0,15	-
Dokozadiénsav C22:2	0,18±0,09	-

*A zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában.

¹Az összes vizsgált vaj illetve margarin mérési eredményeinek átlaga és szórása.

A margarinoknál a cisz konfigurációjú olajsav 36,19%-ot, míg a transz konfigurációjú elaidinsav 0,99%-ot tett ki az összes zsírsavon belül. Nem volt lényeges különbség a linolelaidinsav, a γ-linolénsav és a linolénsav koncentrációjában a két zsírfajta között, míg a margarin hat-hétszer több linolsavat tartalmazott, mint a vaj. A vaj 0,13–0,60% közötti koncentrációban tartalmazta az eikozadiénsavat, a dokozadiénsavat és az eikozénsavat, míg a margarinban ezek a zsírsavak nem voltak jelen kimutatható mennyiségben. *Triantafillou* (2003) a görög margarinok telítetlen zsírsavainak összegét 15,5 és 50,3 relatív tömegszázalék közöttinek mérte, ami hasonló volt az általunk kapott adatokhoz.

A margarinok KLS-at még nyomokban sem tartalmaztak, míg a vajak KLS-tartalmát 0,86±0,37 relatív tömegszázaléknak mértük.

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

A nyerstej zsírsav-összetételének alakulását a kontroll mintánál, valamint 2 és 8 percig főzőlapon, illetve mikrohullámmal kezelt minták esetében a 10. táblázat tartalmazza. A táblázat adataiból látható, hogy a nyerstej ugyanannyi zsírsavat tartalmaz, mint a mikrohullámmal kezelt tej, és a mikrohullámú kezelések között sem tudtunk szignifikáns különbségeket ($P < 0,05$) kimutatni.

10. táblázat. A tej zsírsav-összetételének* alakulása a főzőlapon történt hőkezelés és a mikrohullámú kezelés hatására ($n=3$)

Zsírsav	Kontroll	Mikrohullámú kezelés ¹		Főzőlapos hőkezelés ¹	
		2 perc	8 perc	2 perc	8 perc
Mirisztinsav, C14:0	11,45±0,02 ^a	11,61±0,02 ^a	11,34±0,02 ^a	11,05±0,03 ^a	10,87±0,19 ^a
Palmitinsav, C16:0	42,31±0,62 ^a	42,14±0,94 ^a	43,18±0,19 ^a	42,85±0,82 ^a	42,62±0,96 ^a
Sztearinsav, C18:0	10,09±0,13 ^a	11,99±0,86 ^a	11,83±0,15 ^a	11,26±0,06 ^a	11,44±0,09 ^a
Linolsav, C18:2	1,38±0,02 ^a	1,32±0,01 ^a	1,32±0,04 ^a	1,36±0,02 ^a	1,30±0,01 ^a
Linolénsav, C18:3	1,19±0,02 ^a	1,19±0,02 ^a	1,14±0,01 ^a	1,09±0,02 ^a	1,11±0,01 ^a

*A zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában. Csak a 9–10%-nál nagyobb koncentrációjú zsírsavakat, illetve a linolsavat és a linolénsavat tüntettük fel.

A sorokban azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböznek ($P < 0,05$).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

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 91,35; a transz konfiguráció pedig 8,60%-ot tett ki a C18:1 zsírsavakon belül (12. táblázat). Kétperces főzés hatására a cisz konfiguráció 2%-kal, nyolcperces 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: két perces kezelés után a cisz konfiguráció 2%-kal, nyolc perces kezelés után pedig közel 10%-kal csökkent; két perces kezelés hatására a transz konfiguráció 10–15%-kal, nyolc 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 csökkenti a cisz konfigurációjú olajsav, és növeli a transz konfigurációjú elaidinsav részarányát.

A Dalia és a Telemea sajt esetében a mikrohullámú kezelés hatására bekövetkezett változásokat az *11. táblázatban*, a különféle tejtermékek olajsav- és elaidinsav-tartalmának változását a hagyományos és a mikrohullámmal történt hőkezelés hatására pedig a *12. táblázatban* foglaltuk össze.

11. táblázat. A Dalia és a Telemea sajt zsírsav-összetételének* alakulása a mikrohullámú kezelés hatására (n=3)

Zsírsav	Dalia ¹			Telemea ¹		
	Kontroll	2 perc	8 perc	Kontroll	2 perc	8 perc
Mirisztinsav	9,93± 0,16 ^a	9,43± 0,06 ^a	9,32± 0,08 ^a	10,60± 0,35 ^a	10,48± 0,50 ^a	10,05± 0,19 ^a
Palmitinsav	29,19± 0,24 ^a	28,97± 0,14 ^a	30,49± 0,85 ^a	30,66± 0,59 ^a	31,66± 0,82 ^a	31,96± 0,63 ^a
Sztearinsav	14,31± 0,36 ^a	14,76± 0,80 ^a	15,39± 0,43 ^a	13,22± 0,41 ^a	13,66± 0,80 ^a	13,52± 0,83 ^a
Linolsav	1,80± 0,01 ^a	1,77± 0,05 ^a	1,71± 0,01 ^a	1,89± 0,03 ^a	1,85± 0,02 ^a	1,81± 0,02 ^a
Linolénsav	1,50± 0,02 ^a	1,42± 0,03 ^a	1,42± 0,05 ^a	1,08± 0,01 ^a	1,06± 0,01 ^a	1,03± 0,05

*A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában.

A sorokban azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböznek (P<0,05).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

A 44%-os zsírtartalmú Dalia-típusú sajtnál 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,

nyolcperces mikrohullámú kezelés hatására pedig 2%-kal csökkent. Két perc alatt a transz konfiguráció részaránya 8%-kal, nyolcperces 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 összetételétől szignifikánsan ($P < 0,05$) nem különbözött. A két általunk vizsgált sajt minta esetében mikrohullámú kezelés hatására a zsírsavak teljesen azonos módon viselkedtek.

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.

12. táblázat. Különböző tejtermékek olajsav- és elaidinsav-tartalmának* alakulása hagyományos és mikrohullámmal történt hőkezelés hatására¹ (n=3)

A vizsgált minta	A C18:1 zsírsavak aránya	
	Olajsav	Elaidinsav
Tej kontroll	91,35±0,07 ^a	8,60±0,07 ^a
forralt 2 percig	89,76±1,19 ^a	10,11±0,26 ^a
8 percig	86,99±0,35 ^a	12,96±0,25 ^a
mikrohullámmal kezelt 2 percig	90,02±1,12 ^a	9,89±0,25 ^a
8 percig	84,72±0,80 ^a	14,57±1,21 ^a
Dalia kontroll	83,79±0,72 ^a	15,73±0,54 ^a
mikrohullámmal kezelt 2 percig	82,62±0,76 ^a	17,09±0,67 ^a
8 percig	82,32±1,24 ^a	17,18±0,55 ^a
Telemea kontroll	84,21±1,43 ^a	14,97±0,83 ^a
mikrohullámmal kezelt 2 percig	82,43±0,62 ^a	16,98±0,85 ^a
8 percig	81,59±0,62 ^a	18,23±1,07 ^a
Vaj kontroll	93,19±0,91 ^a	6,37±0,02 ^a
hevített 2 percig	90,92±0,67 ^a	9,11±0,07 ^a
8 percig	90,42±0,37 ^a	9,54±0,24 ^a
mikrohullámmal kezelt 2 percig	91,25±0,43 ^a	8,92±0,13 ^a
8 percig	90,62±0,60 ^a	9,38±0,24 ^a

*A C18:1 zsírsavak aránya (C18:1 összes zsírsav=100%).

A sorokban azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböznek ($P < 0,05$).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

Két percről nyolc 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 növeltük. Az arányokat tekintve mindkét kezelési időnél, és mindkét hőkezelési módnál az olajsav csökkenése illetve az elaidinsav növekedése nem tekinthető szignifikánsnak ($P < 0,05$).

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, azonban ezek a változások nem tekinthetőek szignifikánsnak ($P < 0,05$).

Összegezve elmondható, 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 szerkezetet károsító műtermék keletkezik, vagy jelentős mértékben csökken az így kezelt élelmiszer zsírjának biológiai értéke és hasznosulása az emberi szervezetben. Az általunk alkalmazott energia- és időtartam kombinációk alapján nem tudjuk tehát megerősíteni *Sachiko* és *Hiromi* (2002), *Garcia-Arias* és *mtsai*. (2003) és *Maranasi* és *mtsai*.(2004) véleményét, akik szerint az élelmiszerek mikrohullámú hőkezelése egyértelműen káros, hisz jelentős mennyiségben keletkeznek ennek során transz zsírsavak, és más egészségre ártalmas komponensek. Közülük *Sachiko* és *Hiromi* (2002) és *Garcia-Arias* és *mtsai*. (2003) odáig elmennek, hogy a mikrohullámú hőkezelést egyértelműen elutasítják, míg a többiek csak az étel felmelegítésére és nem elkészítésére ajánlják.

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.

5.5. A konjugált linolsav mennyiségének változása a sajtok tárolása során

Kísérleteink folytatásaként meghatároztuk három félkemény- és egy feta típusú sajt konjugáltlinolsav-mennyiségének a változását tárolás során. A három félkemény sajtból (Dalia, Penteleu, Rucăr) és a feta típusú sajtból (Telemea) háromhetenként vettünk mintát. A jobb áttekinthetőség érdekében eredményeinket diagramban (6. ábra) is ábrázoltuk; a mért értékeket a 13. táblázat tartalmazza.

A tárolás során a Dalia sajt esetében a konjugáltlinolsav-tartalom 0,047 g KLS/100 g zsír-ról 0,115 g KLS/100 g zsír koncentrációra nőtt a tárolás 18. hetére. A szórás 0,002 és 0,004 között változott, mely értékek a módszer pontosságának határai között mozognak. A Dalia sajtnál kapott eredményeket értékelve elmondhatjuk, hogy a tárolás a KLS-tartalomban 0,068 g KLS/100 g zsír koncentráció változást eredményezett. A tárolás során a legnagyobb KLS koncentrációt a 18. héten mértük, amit egy csökkenés követett és a 21. héten a Dalia sajt mindössze 0,063 g KLS/100 g zsír értéket mutatott. Az adatokat egytényezős varianciaanalízissel vizsgálva nem kaptunk szignifikánsan igazolható különbséget ($P < 0,05$) a konjugáltlinolsav-tartalom változására az idő függvényében.

A Penteleu sajtnál a konjugált linolsav mennyiségének a változása a tárolás során nem volt olyan nagymértékű, mint a Dalia esetében. A kezdeti 0,034 g KLS/100 g zsír koncentrációról csak 0,089 g KLS/100 g zsírra növekedett. A tárolás végén, a 21. héten kapott értéknél

megfigyelhető ugyan egy visszaesés a konjugált linolsav mennyiségében, de általánosságba itt is elmondhatjuk, hogy a konjugált linolsav mennyisége növekedett a tárolási idő alatt. A Penteleu sajtban a tárolás végeztével a konjugáltlinolsav-koncentráció 0,070 g KLS/100g zsír volt, mely érték az irodalomban fellelhető legalacsonyabb koncentrációval (0,06 g KLS/100 g zsír) majdnem megegyezik.

13. táblázat. A vizsgált sajtok konjugáltlinolsav-tartalmának változása a tárolás alatt

Tárolási idő (hét)	KLS-tartalom (g KLS/100 g zsír) ¹			
	Dalia ^a (n=5)	Penteleu ^a (n=5)	Rucăr ^b (n=5)	Telemea ^c (n=5)
1	0,047±0,001 ^a	0,034±0,002 ^a	0,042±0,002 ^a	0,038±0,008 ^a
3	0,063±0,003 ^a	0,032±0,009 ^a	0,048±0,001 ^a	0,046±0,009 ^a
6	0,077±0,005 ^a	0,036±0,003 ^a	0,050±0,002 ^a	0,059±0,009 ^a
9	0,096±0,009 ^a	0,071±0,007 ^a	0,084±0,002 ^b	0,098±0,001 ^a
12	0,104±0,002 ^a	0,076±0,006 ^a	0,098±0,002 ^c	0,113±0,001 ^a
15	0,103±0,004 ^a	0,089±0,003 ^a	0,111±0,004 ^d	0,111±0,006 ^a
18	0,115±0,006 ^a	0,070±0,002 ^a	0,128±0,002 ^e	0,119±0,009 ^a
21	0,063±0,003 ^a	0,074±0,005 ^a	0,051±0,001 ^a	0,093±0,01 ^a

A sorokban és oszlopokban azonos indexszel jelölt átlagok szignifikánsan nem különböznek (P<0,05).

¹A mérési eredmények átlaga és szórása.

A tárolás hatására a félkemény sajtok közül, a Rucăr sajt esetében találtunk nagy különbséget a konjugáltlinolsav-tartalomban. A Rucăr sajtnál is, a Dalia sajthoz hasonlóan a maximális konjugáltlinolsav-koncentrációt szintén a tizennyolcadik héten mértük (0,128 g KLS/100 g zsír). A Rucăr esetében a tárolási idő során a konjugáltlinolsav-koncentráció a többi sajttal ellentétben szignifikánsan (P<0,05) változott, azonban a 18. tárolási hét után a konjugáltlinolsav-koncentráció itt is csökkenő tendenciát mutatott.

A feta típusú Telemea sajtnál a kezdeti koncentráció közel azonos volt a vegyes alvasztású sajtoknál mért értékekkel (0,038 g KLS/100 g

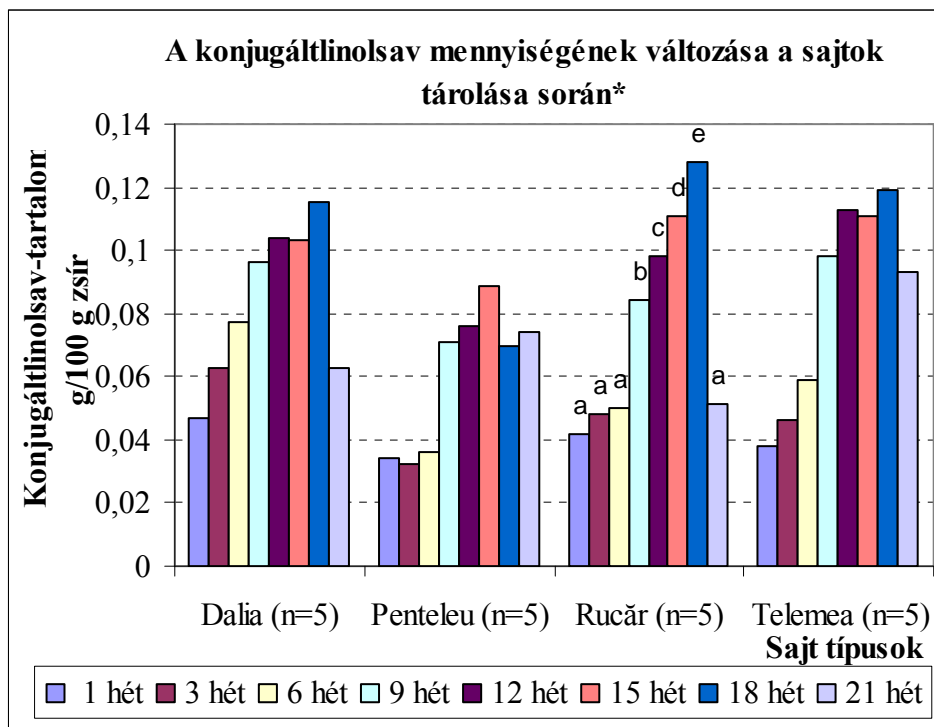
zsír), mely érték a szakirodalomban fellelhető határértékek közé jól illeszkedik (0,04–0,71 g KLS/100 g zsír). A Telemea maximális konjugáltlinolsav-koncentrációja a 18. héten volt mérhető. A Telemea konjugáltlinolsav-tartalom változása a tárolás során nem volt szignifikáns ($P < 0,05$).

A vizsgált sajtok KLS-tartalmának átlagát statisztikailag értékelve elmondható, hogy a Dalia és Penteleu nem különböznek egymástól ($P < 0,05$) míg a Rucăr és Telemea sajtok szignifikánsan különböznek az összes többi sajtípustól.

Összegezve elmondhatjuk, hogy a tárolási idő szignifikánsan ($P < 0,05$) befolyásolta a Rucăr sajt konjugáltlinolsav-tartalmát, viszont a többi vizsgált sajt esetében ilyen különbséget nem tudtunk kimutatni. Mérési adataink azt mutatják, hogy az összes sajt esetében megállapítható egy maximális konjugáltlinolsav-koncentráció, ami a mi esetünkben a 18. hétre tehető, hosszabb idejű tárolás következtében azonban a konjugáltlinolsav-tartalom csökkenése tapasztalható. A 6. ábrán a négy sajt konjugáltlinolsav-tartalmának változása látható összegezve a tárolás során.

A legnagyobb változást a konjugáltlinolsav-tartalomban a tárolás során a félkemény sajtok közül a Rucăr sajt esetében mértünk, míg a legalacsonyabb KLS-tartalom a félkemény sajtok közül a Penteleu sajtban volt.

Mind a négy termék esetében elmondhatjuk tehát, hogy a tárolás bizonyos mértékben megváltoztatja a sajtok KLS-tartalmát, noha ez a változás nem bizonyult szignifikánsnak az összes vizsgált sajt esetében. Azt viszont egyértelműen kijelenthetjük, hogy a 18 hétnél hosszabb tárolás a vizsgált körülmények között alacsony KLS-tartalmú termékhez vezet.



*Az index hiánya esetében a varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns különbséget

6. ábra. A különböző sajtok KLS-tartalmának változása a tárolás során

Ha és mtsai. (1989) és *Jiang és mtsai.* (1998) megállapításaihoz hasonlóan mi is azt találtuk, hogy a sajtok KLS-tartalma nagyobb a tejalapanyagáénál. A szerzők egy része (*Lin és mtsai.* 1995; *Jiang és mtsai.* 1998) arra a megállapításra jutottak, hogy az érlelési idő nincs szignifikáns hatással a sajt KLS-tartalmára, a szerzők másik része szerint viszont az érlelési idő jelentős mértékben befolyásolja a KLS-tartalmat (*Ha és mtsai.* 1989; *Shanta és mtsai.* 1992b, 1995). Vizsgálataink szerint még ennél is bonyolultabb a helyzet, hisz mi csak a Rucăr esetén tudtunk szignifikáns növekedést kimutatni, míg a többi általunk vizsgált sajtnál a növekedés tendenciája határozott, azt szignifikancia vizsgálattal nem

tudtuk megerősíteni. Vizsgálataink e téren még azért is különlegesek, mert a 15-18. tárolási hét után minden sajt esetében csökkenést tapasztaltunk a sajtok KLS-tartalmában, amiről viszont a szakirodalomban semmit sem lehet olvasni.

Eredményeink megítélését zavarhatja az is, hogy *Kepler és mtsai.* (1966) szerint a starterkultúrák különbözősége is okozhat eltérést a sajtok KLS-tartalmában. *Lin és mtsai.* (1995) és *Jiang és mtsai.* (1998) szerint a starterkultúrák nem okoznak különbséget, bár utóbbi szerzők szerint a *Propiobacterium freudeureichii* növelheti a KLS-tartalmat. *Werner és mtsai.* (1992) szerint viszont se a starterkultúra, se az érlelési idő nincs hatással a sajt KLS-tartalmára.

Végezetül levongató tehát az a következtetés, hogy az érlelési idő hatását tanulmányozva a sajt KLS-tartalmára figyelemmel kell lenni a sajtalapanyag (tej) KLS-tartalmára, az alkalmazott starterkultúrára és az érlelési paraméterekre.

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

6.1. A tejsír zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változása a laktáció folyamán különböző genotípusú szarvasmarháknál

Vizsgálva a feketetarka és a vöröstarka holstein-fríz, valamint a magyartarka tejének zsírsav-összetételét megállapítottuk, hogy a három vizsgált szarvasmarha fajta tejsírja szinte teljes mértékben megegyezik. Szignifikáns különbséget csak egy-két minor zsírsavnál tudtunk kimutatni, melynek hatása a tejsír táplálkozásbiológiai értékére minimális. Az egyedek közti szórások a KLS kivételével kicsik, a KLS esetében a némileg nagyobb szórásokat a meghatározás nehezebb voltával lehet magyarázni. A rövid szénláncú zsírsavak (vajsav, kapronsav, kaprilsav, kaprinsav) minimumukat július és szeptember között, maximumukat pedig a téli és kora tavaszi hónapokban érik el. A telítetlen zsírsavak koncentrációja ezzel ellentétben, a nyári hónapokban maximális értéket mutat, minimumukat pedig a téli és kora tavaszi hónapokban érik el. A KLS maximumát 1,35%-al augusztusban, minimumát pedig 0,75%-al januárban mutatja. Fentiek alapján úgy tűnik, hogy a nyáron fejt tej gazdagabb esszenciális zsírsavakban, valamint magasabb telítetlenzsírsav-tartalma miatt némileg nagyobb táplálkozásbiológiai értéket képvisel, mint a télen fejt tej. A magasabb KLS-szint a nyári tejben valószínűleg a nyári legelőfű magasabb linolsav-tartalmával és a napfény ultra-ibolya sugarai kedvező hatásával magyarázható.

6.2. Savanyú tejkészítmények zsírsav-összetétele és KLS-tartalma

A KLS mennyiségének alakulását vizsgálva savanyított tejtermékekben elemeztük egyrészt a szintenyészet keverékekkel előállított élelmiszerek KLS-tartalmát, másrészt vizsgáltuk, hogy a szubsztrátként napraforgóolaj formájában adagolt linolsav hogyan befolyásolja a termék KLS-tartalmát.

A szintenyészetek előállításához a Romániában savanyú tejtermékek előállítására használt tejsavbaktérium kultúrákat olyan variációban alkalmaztuk, ahogy a tejiparban azokat a napi gyakorlatban alkalmazzák.

Megállapítottuk, hogy a nyerstej KLS-tartalma nem vész el a kultúrákkal történő beoltást követően, hisz a savanyított tejkészítmények gyakorlatilag ugyanannyi KLS-at tartalmaztak, mint a kiindulási nyerstej. A kultúrákat összehasonlítva nem tudtunk olyan összeállítást (tejsavbaktérium kombinációk, hőmérséklet, idő) képezni, ami lényegesen megnövelte volna a tejtermék KLS-tartalmát. Minimális különbséget találtunk ugyan az egyes zsírsavak esetében a kultúrák között, de ezek a különbségek oly csekélyek, amelyek a savanyított tejkészítmények zsírjának táplálkozásbiológiai értékét nem befolyásolják.

Feltételezésünk szerint a lactobacilusok a fermentáció során a linolsavat alakítják át KLS-vá, ezért ha növeljük a linolsav mennyiségét a tejalapanyagban, lehetőséget biztosítunk a magasabb KLS-tartalmú végtermék előállításra. Ezért a *Lactobacillus acidophilus*, a *Lactobacillus casei* és a *Lactobacillus plantarum* szintenyészetekkel anyasavanyítót állítottunk elő, melynek segítségével produkáltuk a savanyított tejterméket. A beoltást követően 100 cm³ tejhez 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 1000, 1500 µl napraforgóolajat adtunk melynek linolsav-tartalma 67 relatív tömegszázalék volt. A *Lactobacillus acidophilus* szintenyészetnél a nyerstej KLS-tartalma 118 mg/100 g zsírról 100–150

$\mu\text{l}/100\text{ cm}^3$ napraforgóolaj adagolás hatására 178–180 mg/100 g zsírra emelte a KLS-tartalmat, majd a további napraforgóolaj adagolás ezt a maximális értéket csökkentette a *Lactobacillus acidophilus* szintenyészet a nyerstej értéke alá, a *Lactobacillus plantarum* szintenyészet pedig a nyerstej értékére. A *Lactobacillus casei* szintenyészzettel a maximális KLS-tartalmat már az 50 μl napraforgóolaj adagolásánál elértük, ami ezt követően már nem változott a napraforgóolaj mennyiségének függvényében.

Megállapítottuk tehát, hogy a *Lactobacillus acidophilus* és a *Lactobacillus plantarum* szintenyészeteknél 100 μl napraforgóolaj adagolás a KLS mennyiségét 35–40%-al növelte, a *Lactobacillus casei* esetében viszont csak 20% növekedést tapasztaltunk. Vizsgálataink felhívják a figyelmet arra, hogy a napraforgóolaj fermentáció előtti adagolásával a szintenyészetek esetén óvatosan kell eljárni, hisz lehetnek olyanok, amelyek közömbösek a hozzáadott linolsav-mennyiségre, olyanok, amelyek az optimális mennyiségű adagolására maximális KLS-termeléssel reagálnak, és lehetnek olyanok is, amelyeknél a linolsav-adagolás csökkentheti a késztermék KLS-tartalmát.

Az optimális KLS-termelés érdekében javasoljuk az általunk napraforgóolajjal elvégzett kísérletet az alkalmazott tejsavbaktériummal előzetesen elvégezni.

6.3. A vaj és a margarin zsírsav-összetétele illetve annak változása a technológiai műveletek során

Vizsgáltuk a Romániában kereskedelmi forgalomban kapható legfontosabb margarinok, illetve vajak zsírsav-összetételét, különös tekintettel a transz zsírsavakra és a technológiai beavatkozás következtében végbemenő változásra.

Megállapítottuk, hogy a vaj lényegesen több rövid szénláncú zsírsavat, valamint palmitinsavat és sztearinsavat tartalmaz, mint a margarin. A margarinok olajsav-tartalma nagyobb, mint a vajaké, lényegesen nagyobb azonban a margarinok linolsav-tartalma. A vajak telítetlen zsírsavainak összege 25–42% között a margarinok esetében pedig 53–84% között változott.

Megállapítottuk, hogy a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható margarinok csekély mennyiségben tartalmazzák a transz konfigurációjú elaidinsavat, így e szempontból a margarin nem jelent kockázatot a fogyasztó számára.

Hagyományos és mikrohullámú hőkezelés során a tej zsírsav-összetétele alig változott a hőkezelési idő függvényében a kontrollhoz képest, és ugyanezt tudjuk elmondani a Dalia és Telemea sajt esetében is.

Az olajsav- és az elaidinsav-tartalmat összehasonlítva, mind a tej mind a sajtminiók esetében, az olajsav némi csökkenését és az elaidinsav emelkedését tapasztaltuk a hőkezelési idő függvényében. Összegezve elmondható tehát, hogy a hagyományos és a mikrohullámú hőkezelés nem okoz szignifikáns változást az elaidinsav és olajsav, és a többi zsírsav esetében sem.

6.4. A sajtok zsírsav-összetételének változása a tárolási idő függvényében

Annak eldöntésére, hogy a tejalapanyag eredeti KLS-tartalma hogyan változik a sajtok tárolása során, a Romániában legnépszerűbb háromféle félkemény sajttal (Dalia, Rucăr, Penteleu) és a feta típusú Telemea sajttal végeztünk tárolási kísérleteket. A három félkemény sajtól és a Telemea típusú sajtól háromhetenként vettünk mintát. A Dalia esetében a KLS-tartalom 0,047 g KLS/100 g zsírról 0,115 g KLS/100 g zsírra nőtt a 18.

tárolási hét végére. A Penteleu esetében a 15 hetes tárolás után kaptuk a legnagyobb értéket (0,089 g KLS/100 g zsír). Ennél a sajtnál a 21 hetes tárolás során már némiképp csökkent a KLS-tartalom. A Rucăr esetében a 18 hét tárolási idő alatt kaptuk a legnagyobb KLS-tartalmat (0,135 g KLS/100 g zsír), és amely érték a továbbiakban szinte felére csökkent a tárolási idő 21. hetéig. A Telemea KLS-tartalma 0,038 g KLS/100 g zsír volt a kísérlet kezdetekor. A maximális KLS-tartalmat a tárolás 12–18. hetében kaptuk 0,113–0,118 g KLS/100 g zsírral. A KLS-tartalom ezt követően 0,090 g KLS/100 g zsírra csökkent a tárolás 21. hetéig, ami azonban még így is felülmúlta az eredeti értéket.

Összegezve elmondható, hogy a tárolás során a félkemény sajtok közül a Rucăr sajtnál mértük a legnagyobb, a Penteleunál pedig a legkisebb KLS-értéket. A forrázástól mentes Telemea sajt esetében a KLS-tartalom hasonló mértékűnek bizonyult, azonban a tárolás során a KLS-tartalom változás mind a négy sajtnál azonos tendenciát mutatott; a 18. hétig növekedett, majd csökkenő tendenciát mutatott.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottuk, hogy a Magyarországon tenyésztett magyartarka, feketetarka holstein-fríz, vöröstarka holstein-fríz tejsírja a nyári hónapokban szignifikánsan több telítetlen zsírsavat – beleértve a KLS-at is – tartalmaz, mint a télen fejté. Az általunk vizsgált három fajta között azonos tartási és takarmányozási körülmények esetén a zsírsav-összetételt illetően nincsenek szignifikáns különbségek.
2. Székelyföldön a mindennapi gyakorlatban a savanyú tejkészítmények előállítására alkalmazott kultúrák nem változtatták meg a tejsír eredeti összetételét, és nem növelték annak KLS-tartalmát.
3. Napraforgóolaj adagolásával növelni lehet a lactobacillusok KLS-termelését. A kultúrák egy részénél megállapítható az optimális mennyiségű linolsav-adagolás, melynél több szignifikáns csökkenést okozhat a KLS-tartalomban.
4. Különböző idejű hagyományos és mikrohullámú hőkezelés a tej és tejtermékek olajsav-tartalmának csökkenését, és az elaidinsav-tartalmának növekedését okozhatja.
5. Megállapítottuk, hogy a tárolási idő az általunk vizsgált sajtok KLS-tartalmát a Rucăr sajt kivételével nem befolyásolta szignifikánsan. A sajtok tárolása során a konjugáltlinolsav-tartalom elér egy maximumot, amit egy csökkenő tendencia követ.

8. ÖSSZEFOGLALÓ

Romániában az élelmiszer-tudományi kutatások eddig még nem terjedtek ki élelmiszerek egészségvédő komponenseinek kutatására, ezért feladatul tűztük ki, hogy vizsgáljuk a legfontosabb népelelmezési cikknek számító tej és tejtermékek zsírsav-összetételét, különös tekintettel a konjugált linolsavra (KLS).

Vizsgálataink során elemeztük eltérő genotípusú szarvasmarhák tejének zsírsav-összetételét és annak változását az évszakok szerint, szintenyészetek hatását savanyú tejkészítmények zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára, a linolsav-kiegészítés hatását savanyú tejkészítmények KLS-tartalmára, hagyományos és mikrohullámú hőkezelés hatását tej és tejtermékek zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára, a sajtok tárolása során bekövetkező változásokat a KLS-tartalomra, valamint a Székelyföldön kapható legfontosabb vaj és margarin márkák zsírsav-összetételét és KLS-tartalmát.

Megállapítottuk, hogy a feketetarka holstein-fríz, a vöröstarka holstein-fríz és a magyartarka szarvasmarhák tejsírja a nyári hónapokban szignifikánsan több telítetlen zsírsavat (és KLS-at) tartalmaz mint a télen fejté. A fajták között azonos tartási és takarmányozási feltételek között a zsírsav-összetételt illetően nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni.

Megállapítottuk, hogy a Székelyföldön a mindennapi gyakorlatban a savanyú tejkészítmények előállítására alkalmazott kultúrák nem változtatták meg a tejsír eredeti összetételét, és nem növelték annak KLS-tartalmát, de megállapítottuk azt is, hogy a tejalapanyag eredeti KLS-tartalma nem vész el a fermentáció során.

Savanyú tejkészítmények KLS-tartalmának növelésére magas linolsav-tartalmú napraforgóolaj adagolásával próbálkoztunk a laktobacilusok fermentációja során. Három laktobacilus fajtára megállapítottuk az optimális linolsav-mennyiség adagolást, ami a maximális KLS-produkciót eredményez, és amelynél nagyobb mennyiség szignifikáns csökkenést okozhat a KLS-tartalomban.

Vizsgáltuk a Székelyföldön kapható margarinok és vajak zsírsav-összetételét, melynek során megállapítottuk, hogy a vajban illetve a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható margarinokban a transz zsírsavak mennyisége rendkívül csekély mértékű.

A különböző idejű hagyományos és mikrohullámú hőkezelés során a tej és tejtermékek valamint a margarin olajsav-tartalmának csökkenését és elaidinsav-tartalmának növekedését tapasztaltunk, ami azonban oly csekély mértékű volt, hogy a fogyasztó egészségét nem veszélyezteti.

A három félkemény és az egy feta típusú sajt KLS-tartalmát vizsgálva a tárolási idő függvényében megállapítottuk, hogy a tárolási idő során 18 hétig nő a sajtok KLS-tartalma, de a növekedés, az eltérő technológiákkal készült sajtoknál különböző módon nyilvánul meg.

SUMMARY

In Romania, until now, the research in food science has not covered satisfying the study of health protecting components, therefore our research target was the study of fatty acid composition of one of the basic food: cow milk and dairy products, with particular emphasis on conjugated linoleic acids (CLA).

During our research we accomplished multiple targets, as follows: analysis the fatty acid composition of the milk of cows with different genotype, following the seasonal changes of the composition, the effects of different selected bacterial culture on fatty acid composition in general, and on CLA content, in particular, of the fermented dairy products, the study of the effects of classical and microwave thermal processing on fatty acid composition, changes of the CLA composition during storage of cheeses and finally, the analysis of CLA and fatty acid composition of the main butter and margarin brands available on market from Harghita county.

We found, that the cows' milk collected in summer contain significantly higher quantity of unsaturated fatty acid (including CLAs) than the milk collected in winter from the same animals. We was unable to establish any significant difference between the fatty acid content of milk obtained from the different cow genotypes kept at same housing and feeding conditions.

The results show, that the examined industrially applied bacterial cultures do not change the original composition of the raw material, the CLA content also remained unchanged during the fermentation process. For the increase of the CLA content of sour milk products, we added to the raw material sunflower oil with high linoleic acid content. The

fermentation experiments we carried out with three *Lactobacillus* species. As a result it was observed that an excessive linoleic acid addition decrease significantly the CLA content of the fermented products. The optimal supplement of linoleic acid was established for the examined species.

We measured the fatty acid composition of the brands of butter and margarin marketed from Szekler region, and the conclusion is that trans-fatty acid content of these products is very low, in conformity with the health requirements.

During the classic and microwave thermal processing of milk, dairy products and the margarines with variable duration, a decrease of oleic acid and a slightly increase of elaidic acid contents were observed, but the changes are so small, that they do not presents any health risk.

From the examination of CLA contents of the types of cheese (three semi-hard, and one soft type (feta) cheese), in function of storage time an increase with duration of 18 weeks was observed, but the increase due to differences in cheese processing technologies manifested in different ways.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Csapó János professzor úrnak, aki értékes tanácsokkal látott el a kísérletek végrehajtásakor és a dolgozatom összeállítása során, valamint tanszékvezetőként is támogatta tevékenységemet és a disszertáció elkészítését.

Ezúton is köszönetet szeretnék mondani úgy az Élelmiszer-tudományi Tanszék, mint a Kémiai-Biokémiai Tanszék minden munkatársának önzetlen és odaadó szakmai segítségükért. Hálásan köszönöm Dr. Csapóné dr. Kiss Zsuzsannának a munkám során nyújtott segítségét és biztatását. Köszönettel tartozom Vargáné dr. Visi Évának és András Csaba Dezsőnek a szakmai tanácsokért és az irodalmi feldolgozásban nyújtott önzetlen segítségükért. Külön köszönettel tartozom Huszti Orbán Saroltának a mintagyűjtésben való közreműködéséért és segítségéért.

Nem utolsó sorban köszönettel és hálával tartozom Szüleimnek, hogy áldozatkész segítségükkel lehetővé tették a dolgozat elkészítését, továbbá Férjemnek a felkészülés során nyújtott végtelen türelmét és megértését.

10. IRODALOMJEGYZÉK

1. 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.
2. Allison, D.B., Barraji, L.M., Caughman, C., Infante, M., Heimbach, J.T. (1999). Estimated intake of trans fatty acid and other fatty acids in the US population. *J. Am. Diet. Assoc.*, 99. 166-174.
3. Alonso, L., Cuesta, E.P., Gilliland, S.E. (2003). Production of free conjugated linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* of human intestinal origin. *Journal of Dairy Science*, 86. 1941-1946.
4. Aneja, R.P., Murthi, T.N. (1991). Beneficial effects of ghee. *Nature*, 350. 280.
5. Ascherio, A., Hennekens, C., Buring, J., Master, C., Stamper, M., Willett, W. (1994). Trans fatty acids intake and risk of myocardial infraction. *Circulation*, 89. 94-101.
6. Ascherio, A., Katan, M.B., Stampfer, M. (1999). Trans fatty acids and coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.*, 340. 1994-1998.
7. Ascherio, A. (2002). Epidemiologic studies on dietary fats and coronary heart disease. *Am. J. Med.*, 113. 9S-12S.
8. 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.
9. 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.*, 83. 2422-2425.

10. Bayard, C.C., Wolff, R.L. (1996). Analysis of trans-18:1 isomer content and profile in edible refined beef tallow. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73. 531-533.
11. Benjamin, H., Storkson, J.M., Liu, W., Pariza, M.W. (1992). The effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid (CLA) on mouse forestomach protein kinase C (PKC)-like activity. *FASEB, J.*, 6. A1396.
12. Berdeaux, O., Christie, W.W., Gunstone, F.D., Sebedio, J.L. (1997). Large-scale synthesis of methyl cis-9, trans-11-octadecadienoate from methyl ricinoleate. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74. 1011-1015.
13. Bhaskar, A.R., Rizvi, S.S.H., Bertoli, C., Fay, L.B., Hug, B. (1998). A comparison of physical and chemical properties of milk fat fractions obtained by two processing technologies. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75. 1249-1264.
14. Booth, R.G., Kon, S.K. (1935). A study of seasonal variation in butter fat. *J. Biochem.*, 29. 133-137.
15. Byers, F.M., Schnell, G.T. (1988). Lipids in ruminant nutrition. *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. Ed. Church, D.C., Waveland Press, Inc. Prospect Heights, IL. 300 p.
16. Britton, M., Fong, C., Wickens, D., Yudkin, J. (1992). Diet as a source of phospholipid esterified 9,11-octadecadienoic acid in humans. *Clin. Sci.*, 83. 97-101.
17. Brát, J., Pokorný, J. (2000). Fatty acid composition of margarines and cooking fats available on the Czech market. In: *Journal of Food Composition and Analysis*, 13. 337-343.
18. Brown, D.W., Moore, W.E.C. (1960). Distribution of *Butyrivibrio fibrisolvens* in nature. *J. Dairy Sci.*, 43. 97-101.
19. Cant, J.P., Fredeen, A.H., MacIntyre, T., Gunn, T., Crowe, N. (1997). Effect of fish oil and monoensim on milk fat composition in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 77. 125-131.

20. Carroll, K.K., Khor, H.T. (1971). Effect of level and type of dietary fat on incidence of mammary tumors induced in female Sprague-dawley rats by 7,12-dimethylbenz(a) anthracene. *Lipids*, 6. 415-420.
21. Cawood, P., Wickens, D.G., Iversen, S.A., Braganza, J.M., Dormandy, T.L. (1983). The nature of diene conjugation in human serum, bile and duodendal juice. *FEBS Lett*, 162. 239-243.
22. Chen, Z.Y., Chan, P.T., Zhang, A. (1997). Reassessment of the antioxidant activity of conjugated linoleic acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 6. 749-753.
23. Chin, S.F., Liu, W., Albright, K., Pariza, M.W. (1992a). Tissue levels of cis-9, trans-11 conjugated dienoic isomer of linoleic acid (CLA) in rats fed linoleic acid (LA). *Faseb J.*, 6. A1396.
24. 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.
25. Christie, W.W., Dobson, G., Gunstone, F.D. (1997). Isomers in commercial samples of conjugated linoleic acid. *J. Nutr.*, 124. 694-701.
26. 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.
27. Coakley, M., Ross, R.P., Nordgren, M., Fitzgerald, G., Devery, R., Stanton, C. (2003). Conjugated linoleic acid biosynthesis by human-derived *Bifidobacterium* species. *Journal of Applied Microbiology*, 94. 138-145.
28. Cook, M.E., Miller, C.C., Park, Y., Pariza, M.W. (1993). Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune-induced growth depression. *Poultry Sci.*, 72. 1301-1305.
29. Cope, R.B., Reeve, V.E. (1994). Modification of 7,12-dimethylbenzanthracene (DMBA)/ultraviolet radiation (UVR) co-

carcinogenesis, UVR carcinogenesis and cis urocanic acid by dietary fats. *Photochem. Photobiol.*, 59. 24S.

30. Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002). *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1- 464.
31. Dhiman, T.R., Anand, G.R., Satter, L.D., Pariza, M.W. (1996). Dietary effects on conjugated linoleic acid content of cow's milk. 87th AOCS Annual Meeting and Expo, USA.
32. Dhiman, T.R., Anand, G.R., Satter, L.D., Pariza, M.W. (1999a). Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.*, 82. 2146-2156.
33. Dhiman, T.R., Helmink, E.D., McMahon, D.J., Fife, R.L., Pariza, M.W. (1999b). Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. *J. Dairy Sci.*, 82. 412-419.
34. Dhiman, T.R., Satter, L.D., Pariza, M.W., Galli, M.P., Albright, K., Tolosa, M.X. (2000). Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets in linoleic acid. *J. Dairy Sci.*, 83. 1016-1027.
35. 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.
36. Dormandy, T.L., Wickens, D.G. (1987). The experimental and clinical pathway of diene conjugation. *Chem. Phys. Lipids*, 45. 353-364.
37. Fairbank, J., Hollingworth, A., Griffin, J., Ridgway, E., Wickens, D., Singer, A., Dormandy, T. (1989). Octadeca-9,11-dienoic acid in cervical intraepithelial neoplasia: a colposcopic study. *Clinica Chimica Acta*, 186. 53-58.
38. Field, C.J., Clandinin, M.T. (1984). Modulation of adipose tissue fat composition by diet: A review. *Nutr. Res.*, 4. 743-755.

39. 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.
40. 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.
41. Gallawa, J.C. (2008). The complete microwave oven service handbook-Operation, Maintenance, Troubleshooting and Repair.
42. 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.
43. García-Arias, M.T., Álvarez Pontes, E., García-Linares, M.C., García-Fernández, M.C., Sánchez-Muniz, F.J. (2003). Cooking–freezing–reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. *Food chemistry*, 83. 349-356.
44. 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.
45. Griinari, J., Bauman, T.B. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. *Advances in Conjugated Linoleic acid Research*. Eds. Yuracez, M.W., Mossoba, M.M., Kramer, J.K.G., Pariza, M.W., Nelson, G. AOCS Press, Champaign, IL, 1. 180-198.
46. Griinari, J., Corl, B.A., Lacy, P.Y., Chouinard, K.V., Nurmela, V., Bauman, D.E. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ -desaturase. *J. Nutr.*, 130. 2285-2291.
47. 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.

48. 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.
49. Ha, Y.L., Storkson, 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.
50. Harnack, L., Seungmin, L., Schakel, S.F., Duvall, S., Luepker, R. V., Arnett, D.K. (2003). Trends in the trans-fatty acid composition of the diet in a metropolitan area: the Minnesota Heart Study. *J. Am. Diet. Assoc.*, 103. 1160-1166.
51. Harfoot, C.G., Hazelwood, G.P. (1988). Lipid metabolism in the rumen. *The Rumen Microbiological Ecosystem*. Ed. Hobson, P.N., Elsevier Applied Sci. Publishers, London, 285-322.
52. Holman, R.T., Mahfouz, M.M. (1981). Cis- and trans-octadecenoic acids as precursors of polyunsaturated acids. *Prog. Lipid Res.*, 20. 151-156.
53. Huang, Y.C., Luedecke, L.O., Shultz, T.D. (1994). Effect of cheddar cheese consumption on plasma linoleic acid concentrations in men. *Nutr. Res.*, 14. 373-386.
54. Hunter, E.J. (2006). Dietary trans fatty acids: Review of recent human studies and food industry responses. *Lipids*, 41. 967-992
55. Ip, C., Briggs, S.P., Haegle, A.D., Thompson, H.J., Storkson, J., Scimeca, J.A. (1996). The efficacy of conjugated linoleic acid in mammary cancer prevention is independent of the level or type of fat in the diet. *Carcinogenesis*, 17. 1045-1050.
56. 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.
57. Ip, C., Singh, M., Thompson, H.J., Scimeca, J.A. (1994). Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and

proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54. 1212-1215.

58. Iversen, S.A., Cawood, O.M., Madigan, J., Lawson, A.M., Dormandy, T.L. (1984). Identification of a diene conjugated component of human lipid as octadeca-9,11-dienoic acid. *FEBS Lett.*, 171. 320-324.
59. Iversen, S.A., Cawood, O.M., Dormandy, T.L. (1985). A method for the measurement of linoleic acid, 18:2(9,11) in serum phospholipid, and possible origins. *Ann. Clin. Biochem.*, 22. 137-140.
60. Jahreis, G., Fritsche, J., Steinhart, H. (1997). Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.*, 17. 1479-1484.
61. Jiang, J. (1998). Conjugated Linoleic Acid, Doctoral thesis.
62. Jiang, J., Björck, L., Fondén, R. (1998). Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures, *J. Appl. Microbiol.* 85. 95-102
63. 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.
64. Jiang, J., Kamal-Eldin, A. (1998). Comparing methylene blue-photosensitized oxidation of methyl-conjugated linoleate and methyl linoleate, *J. Agric. Food Chem.* 46. 923-927.
65. Karabulut, I., Turan, S. (2006). Some properties of margarines and shortenings marketed in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19. 55–58.
66. Kayahan, M., Tekin, A. (1994). Conjugated linoleic acid: A potent anticarcinogen found in milk. *Gida*. 19. 147-143.
67. 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.
68. Kelly, M.L., Berry, D.A., Dwyer, J.M., Grinari, 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.
 69. 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.
 70. Kepler, C.R., Tove, S.B. (1967). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. *J. Biol. Chem.*, 241. 1351-1354.
 71. Kepler, C.R., Tucker, W.P., Tove, S.B. (1971). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. *J. Biol. Chem.*, 246. 2765-2771.
 72. Kim, Y., Liu, R.H., Rychlik, J.L., Russel, J.B. (2002). The enrichment of a ruminal bacterium (*Megasphaera elsdenii* YJ-4) that produces the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid. *Journal of Applied Microbiology*, 92. 976-982.
 73. Kishino, S., Ogawa, J., Omura, Y., Matsumura, K., Shimizu, S. (2002). Conjugated linoleic acid production from linoleic acid by lactic acid bacteria. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 79. 159-163.
 74. Klurfeld, D.M., Weber, M.M., Kritchevsky, D. (1983a). Inhibition of chemically induced colon or breast cancer by milk fat and milk solids. *Fed. Proc.*, 42. 802.
 75. Klurfeld, D.M., Weber, M.M., Kritchevsky, D. (1983b). Comparison of semipurified and skim milk protein containing diets on DSMBA-induced breast cancer in rats. *Kiel. Milchwirtschaft*, 35. 421-422.
 76. Koletzko, B. (1991). Zufuhr, Stoffwechsel und biologische Wirkungen trans isomerer Fettsauren bei Sauglingen. *Die Nahrung*, 35. 229-283.

77. Kritchevsky, D. (1997): Trans fatty acids and cardiovascular risk. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 57. 4-5. 399-402.
78. 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.
79. Kushi, L., Giovannucci, E. (2002). Dietary fat and cancer. Am. J. Med., 113. (9B) 63S-70S.
80. 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.
81. Lee, K.N., Kritchevsky, D., Pariza, M.W. (1994). Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis, 108. 19-25.
82. Liew, C., Schut, H.A.J., Pariza, M.W., Dashwood, R.H. (1995). Protection of conjugated linoleic acids against 2-amino-3-methylimidazol(4,5-f) quinoline-induced colon carcinogenesis in the F344 rat: a study of inhibitory mechanisms. Carcinogenesis, 16. 3037-3043.
83. Lin, H., Boylston, T.D., Chang, M.J., Lueddecke, L.O., Schultz, T.D. (1995). Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. J. Dairy Sci., 78. 2358-2365.
84. Lin, T.Y., Lin, C.W., Lee, C.H. (1999). Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid. Food Chemistry, 67. 1-5.
85. Lin, T.Y. (1999). Conjugated linoleic acid production by cells and enzyme extract of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* with additions of different fatty acid. Food Chemistry, 94. 437-441.
86. Lin, T.Y. (2003). Influence of lactic cultures, linoleic acid and fructo-oligosaccharides on conjugated linoleic acid concentration in

- non-fat set yogurt. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58. 11-14 .
87. 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.
 88. Maranesi, M., Bochicchio, D., Montellato, L., Zaghini, A., Pagliuca, G., Badiani, A. (2005): Effect of microwave cooking or broiling on selected nutrient contents, fatty acid patterns and true retention values in separable lean from lamb rib-loins, with emphasis on conjugated linoleic acid. *Food Chemistry*, 90. 207-218.
 89. Miller, C.C., Park, Y., Pariza, M.W., Cook, M.E. (1994). Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 198. 1107-1112.
 90. Ming, D., Shuting, Q. (2006). Conjugated linoleic acid production by fermentation. *International Journal of Food Engineering*, 2. 5. 1-12 .
 91. Moltó-Puigmartí, C., Castellote, A.I., López-Sabater, M.C. (2007). Conjugated linoleic acid determination in human milk by fast-gas chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 602. 122-130.
 92. Mossoba, M.M., McDonald, R.E., Amstrong, D.J., Page, S.W. (1991). *J. Chromatogr., Sci.*, 29. 324-330.
 93. 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.
 94. Padley, F.B., Gunstone, F.D., Harwood, J.L. (1994). Occurrence and characteristic of oils and fats. *The lipid Handbook*. (Eds. Gunston, F.D., Harwood, J.L., Padley, F.B.) Chapman & Hall, London, 51 pp.
 95. Palmquist, D.L., Schanbacher, F.L. (1991). Dietary fat composition influences fatty acid composition of milk fat globule membrane in lactating cows. *Lipids*, 26. 718.

96. 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.
97. Pariza, M.W., Yang, X.Y. (2000). Method of producing conjugated fatty acids. United States Patent, 6060304 1-12.
98. Park, Y., Albright, K.J., Liu, W., Storkson, J.M., Cook, M.E., Pariza, M.W. (1997). Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipid*, 32. 853-858.
99. Parodi, P.W. (1977a). Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 60. 1550-1553.
100. Parodi, P.W. (1997b). Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *Am. Soc. for Nut. Sci.*, 1055-1060.
101. Parodi, P.W. (1994). Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenetic fatty acid present in milk fat. *Journal of Dairy Technology*, 49. 93-97.
102. Pollard, M.R., Gunstone, F.D., James, A.T., Morris, L.J. (1980). Desaturation of positional and geometric isomers of monoenoic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. *Lipids*, 15. 306-314.
103. 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.
104. Reddy, B.S. (1992). Dietary fat and colon cancer: animal model studies. *Lipids*, 27. 807-813.
105. Reeve, V.E., Matheson, M., Greenoak, G.E., Canfield, P.J., Boehm-Wilcox, C., Gallagher, C.H. (1988). Effect of dietary lipid on UV light carcinogenesis in the hairless mouse. *Photochem. Photobiol.*, 48. 689-696.
106. Riel, R.R. (1963). Physico-chemical characteristics of Canadian milk fat. Unsaturated fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 46. 102-106.

107. Rizvi, S.S.H., Bhaskar, A.R. (1995). Supercritical fluid processing of milk fat: fractionation, scale-up, and economics. *Food Technol.*, 49. 90-98.
108. 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.
109. Sachiko, T., Hiromi, Y. (2002). Microwave heating influences on fatty distributions of triacylglycerols and phospholipids in hypocotyls of soybeans. *Food Chemistry*, 66.
110. Salminen, I., Mutanen, M., Jauhiainen, M., Aro, A. (1998). Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. *Nutr. Biochem.*, 9. 93-98.
111. Schingothe, D.J., Casper, D.P. (1991). Total lactation response to added fat during early lactation. *J. Dairy Sci.*, 74. 2617-2622.
112. Schonberg, S., Krokan, H.E. (1995). The inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation. *Anticancer Res.*, 15. 1241-1246.
113. Schultz, T.D., Chew, B.P., Seaman, W.R., Luedecke, L.O. (1992). Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and β -carotene on the in vitro growth of human cancer cells. *Cancer Lett.*, 63. 125-133.
114. Shantha, N.C., Crum, A.D., Decker, E.A. (1994). *J. Agric. Food Chem.*, 42. 1757-1760.
115. Shantha, N.C., Decker, E.A. (1992a). Conjugated linoleic acid concentrations in processed cheese containing hydrogen donors, iron and dairy-based additives. *Food Chem.*, 47. 257-261.
116. Shantha, N.C., Decker, E.A., Ustunol, Z. (1992b). Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69. 425-428.

117. Shantha, N.C., Ram, L.N., O'Leary, J., Hicks, C.L., Decker, E.A. (1995). Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J. Food Sci.*, 60. 695-697.
118. Shorland, F.B., Weenink, R.O., Johns, A.T. (1955). Effect of the rumen on the dietary fat. *Nature*, 175. 1129.
119. 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.
120. Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991a). Identification of conjugated fatty acids in the seed oil of *Acioia edulis* (Prance) and *Couepia edulis* (Chrysobalanaceae). *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68. 183-189.
121. Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991b). Occurrence of conjugated fatty acids in the seed oil of *couepia longipendula* (Chrysobalanaceae). *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68. 440-442.
122. Stanton, C., Lawless, F., Kjellmer, G., Harrington, D., Devery, R., Connolly, J.F., Murphy, J. (1997). Dietary influences on bovine milk cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.*, 62. 1083-1086.
123. Stender, S., Dyerberg, J. (2004). Influence of trans fatty acids on health. *Ann. Nutr. Metab.*, 48. 61-66.
124. Triantafillou, D. (2003). Fatty acid content of margarines in the Greek market (including trans-fatty acids): a contribution to improving consumers' information. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 54. 135-141.
125. Yanagi, S., Yamashita, M., Sakamoto, M., Kumazawa, K., Imai, S. (1989). Comparative effects of butter, margarine, safflower oil and dextrin on mammal tumorigenesis in mice and rats. *The Pharmacological Effects of Lipids. The Role of Lipids in Cancer research*. Ed. Kabara, J.J. Lauricidin Inc., Galena, IL. 159-169.
126. Yanagi, S., Yamashita, M., Tsuyuki, M., Morimoto, J., Haga, S., Imai, S. (1992). Milk crem does not enhance 2,7-

dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumorigenesis. *Cancer Lett.*, 61. 141-145.

127. Van den Berg, J.J.M., Cook, N.E., Tribble, D.L. (1995). Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid. *Lipids*, 30. 599-605.
128. Van Staveren, W.A., Deurenberg, P., Katan, M.B., Burema, J., De Groot L.C.G.M., Hoffmans, M.D.A.F. (1986). Validity of the fatty acid composition of subcutaneous fat tissue microbiopsies as an estimate of long-term average fatty acid composition of the diet of separate individuals. *Am. J. Epidemiol.*, 123. 455-463.
129. Valenzuela, A., Morgado, N. (1999): Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry. *Biol. Res*, 32. 4 .
130. Werner, S.A., Luedecke, L.O., Schultz, T.D. (1992). Determination of conjugated linoleic acid content and isomer distribution in three cheddar-type cheeses: effects of cheese cultures, proceeding and aging. *J. Agric. Food Chem.*, 40. 1817-1821.
131. Welsch, C.W. (1992). Relationship between dietary fat and experimental mammary tumorigenesis a review and critique. *Cancer Res.*, 52. 2040S-2048S.
132. Wolff, R.L., Bayard, C.C., Fabien, R.J. (1995). Evaluation of sequential methods for the determination of butterfat fatty acid composition with emphasis on trans-18:1 acids. Application to the study of seasonal variation in French butters. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 72. 1471-1482.
133. Zu, H.X., Schut, H.A.J. (1992). Inhibition of 2-amino-3-methylimidazo (4,5-quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives linoleic acid. *Food Chem. Toxicol.*, 30. 9-16.

11. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Szakkönyvek, könyvrészek

Csapó J. – Salamon R.V.: Tejipari technológia és minőségellenőrzés. Kolozsvár: Scientia Kiadó, 2006. 1-160. p.

Magyar nyelven megjelent tudományos közlemények

Salamon R.V. – Csapó J. – Vargáné Visi É. – Csapó-Kiss Zs. – Altorjai A. – Győri Z. – Sára P. – Lóki K. – Albert Cs.: A tej zsírsav-összetételének és konjugált linolsav-tartalmának változása az évszakok szerint. *In: Acta Agraria Kaposváriensis*. 2005. 9. 3. 1-15. p.

Salamon R.V. – Szakály S. – Szakály Z. – Csapó J.: Konjugált linolsav (CLA) - tejtermékek - humánegészség. 1. Alapismeretek és CLA a tejben. *In: Tejgazdaság*. 2005. 65. 4-13. p.

Salamon R.V. – Szakály S. – Szakály Z. – Csapó J.: Konjugált linolsav (CLA) - tejtermékek - humánegészség. 2. CLA a tejtermékekben és egyes élelmiszerekben. *In: Tejgazdaság*. 2005. 65. 14-21. p.

Salamon R.V. – Szakály S. – Szakály Z. – Csapó J.: Konjugált linolsav (CLA) - tejtermékek - humánegészség. 3. A CLA és hatásai az emberi szervezetben. *In: Tejgazdaság*. 2005. 65. 22-31. p.

Borosné Győri A. – Salamon R. – Gundel J. – Győri Z. – Salamon Sz. – Csapó J.: A konjugált linolsav antioxidáns hatásának vizsgálata egy modell kísérletben. *In: Agrártudományi Közlemények. Debrecen*, 2007. 26. 15-18. p.

Salamon R.V. – Lóki K. – Salamon Sz. – Albert B. – Sára P. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapóné Kiss Zs. – Csapó J.: Tej és tejtermékek zsírsav-összetételének változása színtenyészetek hatására, valamint a mikrohullámú kezelés során. *In: Acta Agraria Kaposváriensis*. 2007. 11. 3. 23-37.

Salamon R.V. – Győri A. – Győri Z. – Lóki K. – Sára P. – Salamon Sz. – Csapóné Kiss Zs. – Csapó J.: A konjugált linolsav antioxidáns hatásának vizsgálata egy modell kísérletben. *In: Műszaki Szemle*. 2007. 39-40. 52-55. p.

Salamon R.V. – Salamon Sz. – Csapóné Kiss Zs. – Borosné Gy.A. – Győri Z. – Csapó J.: Savanyú tejtermékek zsírsav-összetételének változása mikroorganizmus tenyészetek és napraforgóolaj hozzáadásakor. *In: Tejgazdaság*, 2008. 68. 1-2. 63-70. p.

Salamon R.V. – Salamon Sz. – Tóth L. – Csapó J.: Különböző sajtok konjugáltlinolsav-tartalmának változása a tárolás során. *In: Műszaki Szemle*, 2009. 48. 26-30. p.

Salamon Sz. – Salamon R.V. – Tankó Kencse M. – Csapó J.: A konjugált linolsav-tartalom változása Csíkszeredán és környékén élő anyák tejében. *In: Műszaki Szemle*. 2009. 48. 30-34 p.

Idegen nyelven megjelent tudományos közlemények

Salamon R.V. – Varga-Visi É. – Sára P. – Csapó-Kiss Zs. – Csapó J.: The influence of the season on the fatty acid composition and conjugated linolic acid content of the milk. *In: Krmiva*. 2006. 48. 4. 193-200. p.

Salamon R.V. – Lóki K. – Salamon Sz. – Sára P. – Albert B. – Mándoki Zs. – Csapó-Kiss Zs. – Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Changes in the fatty acid composition of different milk products caused by different technology. *In: Agriculture*. 2007. 13. 1. 189-191. p.

Salamon R.V. – Salamon Sz. – Lóki K. – Albert B. – Csapó Jné. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of sour dairy products caused by pure cultures. *In: Krmiva*. 2007. 49. 1. 23-28. p.

Salamon R.V. – Lóki K. – Csapó-Kiss Zs. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition of milk and dairy products caused by pure cultures as well as increasing of conjugated linoleic acid contents by adding sunflower oil. *In: Krmiva*. 2009. 51. 2. 99-103 p.

Proceedingekben teljes terjedelemben megjelent közlemények

- Salamon R.V. – Csapó J. – Biró M.: Measuring methods of conjugated linoleic acid from milk fat. *In: 10th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2004. nov. 12-14. 294-298. p.
- Salamon R.V. – Gegő I. – Szabó K. – Csapó J.: Fatty acid composition of the cow milk produced in Transylvania. *In: The 14th Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering*. Bucharest, 2005. szept. 22-24. 2. 66-72. p.
- Salamon R.V. – Csapó J. – Varga-Visi É. – Csapó-Kiss Zs. – Altorjai A. – Győri Z. – Boros-Győri A. – Sára P. – Albert Cs.: Changes in fatty acid and conjugated linoleic acid content of milk according to season. *In: 11th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2005. nov. 11-13. 308-311. p.
- Salamon R.V. – Vargáné Visi É. – Csapó J.: A tej konjugáltlinolsav-tartalmának változása az évszak szerint eltérő genotípusú szarvasmarháknál. *In: Műszaki Kémiai Napok '06*. Veszprém, 2006. ápr. 25-27. 91-94. p.
- Salamon R.V. – Lóki K. – Salamon Sz. – Sára P. – Albert B. – Mándoki Zs. – Csapóné Kiss Zs. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Élelmiszerek zsírsav-összetételének változása a hagyományos és a mikrohullámú hőkezelés során. *In: Műszaki Kémiai Napok '07*. Veszprém, 2007. április 25-27. 238-242. p.
- Salamon R.V. – Salamon Sz. – Tamás M. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapóné Kiss Zs. – Csapó J.: Szintenyészet keverékek hatása savanyú tejtermékek zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára. *In: 13th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2007. nov. 8-11. 89-92. p.
- Salamon R.V. – Salamon Sz. – Tamás M. – Csapóné Kiss Zs. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Különböző tejtermékek és a margarin zsírsav-összetételének változása a hagyományos és a mikrohullámú hőkezelés során. *In: 13th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2007. nov. 8-11. 93-96. p.

Salamon R.V. – Mándoki Zs. – Lóki K. – Pohn G. – Csapó J.: Savanyított tejtermékek zsírsav-összetételének változása különböző kultúrák hatására. *In: XXXII. Óvári Tudományos Nap. Mosonmagyaróvár, 2008. október 9.* [CD-kiadvány, 5 oldal]

Salamon R.V. – Lóki K. – Mándoki Zs. – Pohn G. – Csapó J.: Élelmiszerek zsírsav-összetételének alakulása a hagyományos és mikrohullámú kezelés során, különös tekintettel a telítetlen zsírsav izomerekre. *In: XXXII. Óvári Tudományos Nap. Mosonmagyaróvár, 2008. október 9.* [CD-kiadvány, 5 oldal]

Véha A. – Salamon R.V. – Lóki K. – Salamon Sz. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition of different milk products caused by different technology. *In: International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business. ICoSTAF 2008. Szeged, 2008. nov. 5-6.* [CD] 1-5. p.

Salamon R.V. – Csapó J.-né – Borosné Győri A. – Asztalnok T.A – Csapó J.: Savanyú tejtermékek konjugált linolsav-tartalma növelésének lehetőségei napraforgóolaj adagolásával. *In: 14th International Conference of Chemistry. Kolozsvár, 2008. nov. 13-15, 99-103 p.*

Salamon R.V. – Csapó J.-né – Borosné Győri A. – Asztalnok T.A – Csapó J.: Modificarea conținutului de acizi linoleici conjugați al produselor lactate fermentate prin adaos de ulei vegetal (Savanyított tejtermékek konjugáltlinolsav-tartalmának változása napraforgóolaj adagolás hatására). *In: Zilele Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, Ed. a V-a, Iași, 19-21 noiembrie 2008. 326-331. p.*

Proceedingekben megjelent abstractok

Salamon R.V. – Varga-Visi É. – Sára P. – Csapó-Kiss Zs. – Csapó J.: The influence of the season on the fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of the milk. *In: KRMIVA 2006. International Conference. Opatija, 2006. jun. 5-8. 97. p.*

Salamon R.V. – Varga-Visi É. – Sára P. – Csapó-Kiss Zs. – Csapó J.: The influence of the season on the fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of the milk. *In: 57th Annual Meeting*

of the European Association for Animal Production. Antalya, 2006. sept. 17-20. 187. p.

Salamon R.V. – Győri A. – Győri Z. – Lóki K. – Sára P. – Csapó-Kiss Zs. – Csapó J.: A konjugált linolsav antioxidáns hatásának vizsgálata egy modell kísérletben *In: 12th International Conference of Chemistry. Csíkszereda, 2006. okt. 3-8. 104. p.*

Salamon R.V. – Salamon Sz. – Lóki K. – Albert B. – Csapó J.-né – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of sour dairy products caused by pure cultures. *In: KRMIVA 14th International Conference. Opatija, 2007. June. 11-14. 24. p.*

Győri-Boros A. – Salamon R. – Győri Z. – Gundel J. – Salamon Sz. – Csapó J.: The change in the composition of fatty acids in pork as a function of CLA-enriched feed. *In: 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Dublin, Ireland, 2007. Aug. 26-29. 45. p.*

Salamon R.V. – Lóki K. – Salamon Sz. – Albert B. – Csapó-Kiss Zs. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition of different milk products caused by different technology. *In: 15th International Symposium "Animal Science Days". Osijek, 2007. September 19-21. P-7.*

Borosné Győri A. – Salamon R.V. – Győri Z. – Gundel J. – Salamon Sz. – Csapó J.: Analyzing of the conjugated linoleic acid antioxidant effect in a model experiments. *In: 5th Euro Fed Lipid Congress and 24th Symposium of the Nordic Lipidforum. Göteborg, 2007. September 16-19. 202. p.*

Salamon R.V. – Borosné Győri A. – Lóki K. – Csapó J.: Seasonal influences on the fatty acid composition content of raw milk especially on conjugated linoleic acid. *In: 5th Euro Fed Lipid Congress and 24th Symposium of the Nordic Lipidforum. Göteborg, 2007. September 16-19. 209. p.*

Salamon R.V. – Borosné Győri A. – Lóki K. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition of foodstuffs during conventional and microwave heath treatment. *In: 5th Euro Fed Lipid Congress and 24th*

Symposium of the Nordic Lipidforum. Göteborg, 2007. September 16-19. 181. p.

Salamon R.V. – Győri A. – Vargáné Visi É. – Csapóné Kiss Zs. – Győri Z. – Sára P. – Salamon Sz. – Tamás M. – Csapó J.: Changes in fatty acid and conjugated linoleic acid content of milk according to season. *In: The 15th Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering*. Sinaia. 2007. September 20-22. S-3-63. p.

Salamon R.V. – Győri A. – Tamás M. – Salamon Sz. – Albert B. – Vargáné Visi É. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition of foodstuffs during conventional and microwave heat treatment. *In: The 15th Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering*. Sinaia. 2007. September 20-22. S-2-29. p.

Lóki K. – Salamon R.V. – Csapó J.: A transz zsírsavak és a konjugált linolsavak táplálkozási szerepe. Magyar Tudomány Ünnepe 2007. *In: Hitek és tévhitek az élelmiszerfogyasztásban*. Kaposvár, 2007. 11. 9.

Lóki K. – Salamon R.V. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Élelmiszerek zsírsav-összetételének alakulása a hagyományos és a mikrohullámú hőkezelés hatására. *In: 329. Tudományos Kollokvium. Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet*, Budapest, 2007. december. 7. 6.

Salamon R.V. – Lóki K. – Salamon Sz. – Csapó-Kiss Zs. – Csapó J.: Conjugated linoleic acid content of feeding stuffs and foods produced by conventional and microwave heat treatment. *In: KRMIVA 15th International Conference*. Croatia, Opatija, 2008. jun. 2-5. 68. p.

Salamon R.V. – Lóki K. – Csapó-Kiss Zs. – Borosné Győri A. – Győri Z. – Csapó J.: Changes in fatty acid composition of milk and dairy products caused by pure cultures as well as increasing of conjugated linoleic acid contents by adding sunflower oil. *In: KRMIVA 16th International Conference*. Croatia, Opatija, 2009. jun.1-3. 68. p.

Lóki K. – Vargáné Visi É. – Salamon R.V. – Csapó J.: A marhahús konjugáltlinolsav-tartalmának gázkromatográfiás vizsgálata. *In: 15th*

International Conference of Chemistry. Târgu Mureş, 2009. nov. 12-15. 31. p.

Salamon R.V. – Salamon Sz. – Tóth L. – Csapó J.: Különböző sajtók konjugáltlinolsav-tartalmának változása a tárolás során. *In: 15th International Conference of Chemistry*. Târgu Mureş, 2009. nov. 12-15. 111. p.

Salamon Sz. – Tankó M. – Salamon R.V. – Csapó J.: Csíkszereda és környékén élő anyák tejének konjugáltlinolsav-tartalma. *In: 15th International Conference of Chemistry*. Târgu Mureş, 2009. nov. 12-15. 112. p.

12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Szakkönyvek, könyvrészletek

Bíró G. – Salamon R.V.: Élelmiszer-biztonság. Kolozsvár: Scientia Kiadó, 2009. 1-202. p.

Magyar nyelven megjelent tudományos közlemények

Csapó J. – Csapóné Kiss Zs. – Vargáné Visi É. – Albert Cs. – Salamon R.: Különböző technológiával készült sajtok összes szabad és szabad D-aminosav tartalma. *In: Acta Agraria Kaposváriensis*. 2005. 9. 2. 61-71. p.

Albert Cs. – Salamon R. – Csapó J.: Fosszilis anyagok korának meghatározása az aminosavak átalakulása és racemizációja alapján. *In: Csíki Székely Múzeum Periodikája*. 2006. 415-438. p.

Albert Cs. – Salamon Sz. – Darvas L. – Kovács J. – Salamon R. – Albert B. – Csapóné Kiss Zs. – Csapó J.: Egy magyarországi és egy erdélyi gyapjas mamut korának meghatározása az aminosavak racemizációja alapján. *In: Csíki Székely Múzeum Periodikája*. 2007. 259-372. p.

Csapó J. – Albert Cs. – Salamon Sz. – Darvas L. – Kovács J. – Salamon R.V. – Albert B. – Csapó-Kiss Zs.: Az aminosavak racemizációján alapuló korbecslés alkalmazása egy magyarországi és egy erdélyi mamutcsont és -agyar korának meghatározására. *In: Somogyi Múzeumok Közleményei*. 2008. 18. 139-146. p.

András Cs.D. – Kapás Á. – Bartha Z. – Salamon R. – Csajági Cs. – Székely G. – Salamon Sz. – György É.: Édeskömény (*Foeniculum vulgare* Mill.) illóolaj kinyerése mikrohullámú vízgőzdesztillációval és szuperkritikus állapotú széndioxiddal. *In: Olaj szappan kozmetika-különszám*. 2009. 58. 66-72. p.

Márton M.-R. – Tamás M. – Salamon R.V. – Salamon Sz. – András Cs. – Csapó J.: Táplálkozási csírák biológiai értékének vizsgálata. *In: Műszaki Szemle*. 2009. 48. 7-14. p.

Proceedingekben teljes terjedelemben megjelent közlemények

Salamon R.V. – Csapó J.: Complex qualification of food and nutrition proteins. *In: 10th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2004. nov. 12-14. 299-300. p.

Salamon R.V. – Csapó J.: Impairment of food and nutrition proteins and its measuring methods. *In: 10th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2004. nov. 12-14. 301-303. p.

- Sarudi I. – Csapóné Kiss Zs. – Szabó A. – Salamon R.V.: Ivóvizek és ásványvizek fluortartalma Magyarországon. *In: A Kárpát-Medence Ásványvizei Tudományos Konferencia*. Csíkszereda, 2004. júl. 109-115. p.
- András Cs. – Bartha Z. – Kapás Á. – Székely G. – György É. – Salamon Sz. – Salamon R. – Csajági Cs.: Édeskömény illóolaj kinyerése mikrohullámú vízgőzdesztillációval és szuperkritikus állapotú szén-dioxiddal, *In: Szuperkritikus Oldószerek Műveleti és Analitikai Alkalmazásai*, Budapest, 22. mai 2008. ISBN 978-963-420-950-8, 17. p.
- Tamás M. – Mándoki Zs. – Lányi Sz. – Salamon R.V. – Salamon Sz. – András Cs. – Csapó J.: Különböző talajtípusokon termesztett búza (*Triticum aestivum L.*) szeléntartalmának meghatározása *In: XIV. Nemzetközi Vegyészkonferencia*. Kolozsvár, 2008. nov. 13-15. 119-123. p.
- Laslo É. – Salamon R.V. – György É. – Csapó J.: A savanyú káposzta mikrobiológiai minősítése és C-vitamin-tartalmának változása a savanyítás során *In: 14th International Conference of Chemistry*. Kolozsvár, 2008. nov. 13-15. 159-163. p.
- András Cs.D. – Kapás Á. – Salamon R.V. – Salamon Sz. – Bartha Z. – Székely M. – Pál P. – Csajági Cs.: Metode moderne de obținere a substanțelor bioactive din plante. (Modern módszerek a növényekből való bioaktív anyagok kinyerésére) *In: Zilele Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului Ed. a V-a*. Iași, 19-21 noiembrie 2008, 358-363. p.

13. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

1979. június 10-én születtem Csíkszeredában (Románia). Középiskolai tanulmányaimat a csíkszeredai Márton Áron Gimnáziumban végeztem. Az érettségi után 1997-ben a Nagyszebeni Lucian Blaga Egyetem Élelmiszer Minőségbiztosítás és Technológia Mérnöki Karán kezdtem meg tanulmányaimat, ahol 2002-ben okleveles élelmiszermérnöki diplomát szereztem. 2002-ben felvételt nyertem szintén a Nagyszebeni Lucian Blaga Egyetem Élelmiszer Minőségbiztosítás és Technológia Mérnöki Karán mesteri képzésre, az élelmiszer biztonság és minőségbiztosítás szakirányban, ahol 2004-ben mesteri diplomát szereztem.

2002-től a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Műszaki Tudományok Karának Élelmiszer-tudományi Tanszékén dolgozom, kezdetként tudományos munkatársként, 2004-től egyetemi tanársegédként majd 2009 februárjában egyetemi adjunktusi kinevezést kaptam.

2004-ben felvételt nyertem levelező tagozatos hallgatóként a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának PhD képzésére.

Tanszékünkön oktatom az Élelmiszer-biztonság, Erjesztési technológiák, és Élelmiszer ipari technológia terv című tárgyakat, továbbá a hallgatókat készítem fel tanulmányi versenyekre és diplomadolgozatok vezetésében is részt veszek. Az elmúlt években 20 hallgatónál láttam el konzulensi teendőket, közülük két hallgató is díjat nyert az Erdélyi Magyar Diákköri Konferencián, valamint egy hallgató részt vett az OTDK Élelmiszertudományi szekcióján. Analitikai tevékenységem gázkromatográfiás zsírsav-összetétel meghatározásra

terjed ki. Kutatási területemhez a zsírsavak meghatározására alkalmas módszerek kidolgozása és optimalása tartozik.

Tudományos tevékenységem elismeréséül 2006-ban elnyertem az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság Doktorandusz plénumának különdíját. A 2004-2009 közötti időszakban többször nyertem a MTA által biztosított Domus junior ösztöndíjat. 2004-től tagja vagyok az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaságnak.

A román nyelvet folyékonyan beszélem és angol nyelvből "B" típusú alapfokú nyelvvizsgával rendelkezem.

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

SALAMON ROZÁLIA VERONIKA

KAPOSVÁRI EGYETEM ÁLLATTUDOMÁNYI KAR

2010

122