

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

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.

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Az utóbbi időben világszerte intenzív kutatómunka indult az ember egészsége szempontjából kiemelkedő jelentőségű probiotikumok és prebiotikumok kutatása területén. Ezek a kutatások ráirányították a figyelmet elsősorban a kérődzők húsában és tejében, valamint a tejből előállított tejtermékekben lévő konjugált linolsavra (rövidítve KLS), amelyek bizonyítottan jelentős egészségvédő hatással rendelkeznek, hisz rendszeres fogyasztásukkal a szervezetben lejátszódó kóros folyamatok megelőzhetők és esetenként vissza is szoríthatók.

Élelmiszereink közül elsősorban a tej és tejtermékek rendelkeznek olyan zsírsav-összetétellel, amelyek közül több komponens rendelkezik egészségvédő hatással. Kiemelkednek ezek közül a rövid szénláncú zsírsavak és különösen a KLS, amelyről sokféle gyógyhatást bizonyítottak a szakemberek. Vizsgálataink során azért a tejure koncentráltunk, mert egyrészt a kérődzők bendőjében lejátszódó mikrobiológiai folyamatok eredményeképpen ennek a KLS-tartalma a legnagyobb, másrészt a még mindig olcsó népelelmezési cikk eljut a fogyasztók legszélesebb köreihez.

Többen tanulmányozták, hogy hogyan lehetne a tej és tejtermékekben a KLS-koncentrációt megnövelni. Kísérleteket végeztek különböző szintenyészet kultúrákkal és ezek kombinációjával, magas linolsav-tartalmú szubsztrát adagolásával, és hőkezeléssel járó technológiai műveletek alkalmazásával. Ezekhez a vizsgálatokhoz kapcsolódva kutatásaink során elemeztük a tej zsírsav-összetételét és KLS-tartalmát, valamint a tejből készült tejtermékek (savanyú tejkészítmények, sajt, vaj) zsírsav-összetételét, mellyel párhuzamosan vizsgáltuk a Székelyföldön fogyasztott vajak és margarinok zsírsav-tartalmát, és kutatásokat végeztünk annak megállapítására, hogy hogyan változik a zsírsav-összetétel különböző sajtokban a tárolás során.

A disszertáció tárgyát képező kísérletek főbb célkitűzései az alábbi módon csoportosíthatóak és fogalmazhatóak meg:

1. *Eltérő genotípusú szarvasmarhák tejsírjének zsírsav-összetétele és KLS-tartalma és ezen komponensek változása a laktáció során.*

2. *Különbéle kultúrák hatása a tejtermékek zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára*
 - 2.1. A szintenyészet keverékek hatása a zsírsav-összetételre és a KLS-tartalomra.

 - 2.2. A hozzáadott napraforgóolaj, mint magas linolsav-tartalmú szubsztrát, hatása a KLS-tartalomra.

3. *A technológia hatása tejtermékek zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára.*
 - 3.1. Különbéle vajak és margarinok zsírsav-összetételének összehasonlítása.

 - 3.2. A hő és mikrohullámú kezelés hatása tejtermékek zsírsav-összetételére.

4. *Sajtok zsírsav-összetételének változása a tárolási idő függvényében.*

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgált szarvasmarhafajták, tejmintavétel, a minták tárolása

Kísérleteink során vizsgáltuk három feketetarka-, három vöröstarka holstein-fríz és három magyartarka szarvasmarha tejének zsírsavösszetételét és KLS-tartalmát, a feketetarka holstein-fríz és a magyartarka esetében 12 hónapon keresztül, a vöröstarka holstein-fríznél kilenc hónapon át. Az állatok május 10 és október 15 között a legelőn tartózkodtak, ahol főként legelőfüvet fogyasztottak, de szükség szerint kaptak abrakot, amely főként tejelő koncentrátumból, kukoricából, búzából és ocsúból állt. A legeltetési időszakon kívül az állatok ad libitum fogyasztottak lucerna- és réti szénát, valamint szükség szerint 3,5 kg tejelőtápot, répaszeletet, kukorica szilázst és ásványi anyag kiegészítőt.

A tejmintavétel sajtáros fejéssel történt, melynek során a mintákat (100 cm³) a teljesen kifejt tőgy elegytejéből vettük, hideg vízben azonnal lehűtöttük, majd -85 ± 1 °C-on tároltuk az analízisre történő előkészítésig.

2.2. A savanyított tejkészítmények előállítása

A savanyított tejkészítmények előállításához a “Lactis” székelyföldi tejipari vállalathoz beszállított elegytejet használtuk, melyet lemezes passztőrön 78 °C-on 50 másodpercig passztöröztek. A passztörözött tejmintákat *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Lactobacillus acidophilus* és *Bifidobacterium lactis* szintenyészetekkel, illetve ezekből a kereskedelmi forgalomban kapható és a tejiparban általánosan alkalmazott kombinációkkal oltottuk be. Az előállítás során a szintenyészeteknek megfelelő hőmérséklet és

idő kombinációkat alkalmaztunk, biztosítva számukra a szaporodáshoz szükséges optimális feltételeket.

Kísérleteink következő szakaszában a *Lactobacillus acidophilus*, a *Lactobacillus casei* és a *Lactobacillus plantarum* színtenyészetek KLS-termelőképességét vizsgáltuk 62,7 relatív tömeg százalék linolsavat tartalmazó napraforgóolaj adagolásával. A pasztörözött tejhez (100 cm³) az előző kultúrák segítségével előállított 1 cm³ anyasavanyítót és 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 1000 és 1500 µl napraforgóolajat adtunk. A mintákat 24 órán át 38 °C-on inkubáltuk, majd meghatároztuk a pH-t, a sejtszámot és a zsírsav-összetételt.

2.3. A vaj és a margarin zsírsav-összetételének meghatározása

A kutatásaink során elemeztük a Székelyföldön kiskereskedelmi forgalomban kapható négyféle vaj és húszféle margarin zsírsav-összetételét. A vajak zsírtartalma 65 és 80% között, a margarinoké pedig 25–67% között változott.

2.4. A mikrohullámú hőkezelés során vizsgált tej és tejtermékek

Kísérleteinkhez egy átlagosan 3,6%-os zsírtartalmú tejet, a kereskedelemben Dalia néven forgalmazott félkemény, vegyes alvasztású és a Telemea néven forgalmazott, *Lactobacillus acidophilus* színtenyészzettel és enzimes oltóval előállított Feta típusú sajtot használtunk. Az általunk kísérletbe vont vaj Alpenbutter néven kapható, 82% zsírtartalmú, melyet a kiskereskedelmi forgalomból szereztünk be. A mikrohullámú kezelésnél az energia és idő kombinációkat valamint a főzőlapos hőkezelésnél az időtartamokat a mindennapos gyakorlatban alkalmazott konyhatechnikai szokásoknak megfelelően alakítottuk. A hőkezelést laboratóriumi fűtőlapon 2 illetve 8 percig, a mikrohullámú kezelésnél, pedig 1, 2, 4, 8 percig 450 W-os energiával végeztük, majd a

kezelések után a mintákat azonnal lehűtöttük, és -85 ± 1 °C-on tároltuk az analízisre történő előkészítésig.

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

Annak megállapítására, hogy hogyan változik a sajtok zsírsav-összetétele a tárolás során, Dalia, Rucăr, Penteleu és Telemea sajtokat szereztünk be a csíkszeredai Primulact tejüzemből, melynek előállítását a Székelyföldön alkalmazott szokványos standard technológiával végezték. A sajtokból öt hónapon keresztül háromhetente, vettünk mintát. A sajtokat $+4\pm 1$ °C-on hűtőszekrényben, a mintákat -85 ± 1 °C-os mélyhűtőben tároltuk az analízisek megkezdéséig. Az összes mintát egyszerre analizáltuk a tárolási kísérlet befejezését követően.

2.6. A tej és tejtermékek zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának meghatározása

Az előkészítés során 0,5–1 g zsírt tartalmazó mintát sósavval roncsoltuk, majd petroléterrel extraháltuk és a petroléteres extraktumot szárazra pároltuk. A bepárolt mintákat metanolos nátrium-hidroxid-oldattal forraltuk, majd metanolos bór-trifluorid-oldattal átésztereztük. A szárított szerves fázisból injektálunk a gázkromatográfba. A gázkromatográfiás analízis körülményei az alábbiak voltak: kolonna: 100 m x 0,25 mm kvarc kapilláris, *CS-Sil 88 (FAME)* állófázis; detektor: FID 270 °C; injektor: splitter 270 °C; vivógáz: 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-metilészterek azonosítására a következő standardot használtuk: „37 component FAME Mix”, melynek gyártója és forgalmazója a Supelco cég.

A KLS-tartalom meghatározásához kétféle előkészítési módszert alkalmaztunk:

- ◆ *Metilezés nátrium-metilát (NaOCH₃) katalizátorral*
Ennek során a zsírt hexán:*i*-propanol 3:2 arányú elegyével extraháltuk, az extraktumot membránszűrőn szűrtük, a szűrletet víztelenítettük, majd rotációs gyorsbepárlón bepároltuk. A hexános törzsoldat aliquvot részét metanolos nátrium-metilát-oldattal kezeltük, hexánnal és vízzel extraháltuk, majd a hexános fázisból szárítás után végeztük el a KLS-meghatározást.

- ◆ *Metilezés nátrium-metilát és bór-trifluorid (BF₃) katalizátorok kombinációjával*

A mintákat homogéneztük, 100 µl metanolos nátrium-metilát-oldatot adtunk hozzá, jól összeráztuk és vízfürdőn melegítettük. Ezt követően metanolos bór-trifluorid-oldattal kezeltük, majd ismét melegítettük, 500 µl hexánt adtunk hozzá, jól összeráztuk, majd NaCl-oldattal ismét jól összeráztuk, és végül centrifugáltuk. A centrifugálást követően a felső hexános fázisból injektáltunk a gázkromatográfba.

A kromatografálás során a kolonna hőmérséklete 10 percig 140 °C volt, majd 5 °C/perc emeléssel 235 °C-ig fűtöttük. Ezt követően az analízis 30 percig izoterm körülmények között folyt. A standard törzsoldat és a kalibrációs sor készítésére a Sigma cég által forgalmazott konjugált linolsav elegyet használtuk.

2.7. Mikrobiológiai vizsgálatok

A *Lactobacillus acidophilus*, a *Lactobacillus casei* és a *Lactobacillus plantarum* szintenyészetek napraforgóolaj adagolás hatására végzett KLS-termelő képességének vizsgálata során baktérium sejtszámlálást is végeztünk. A baktériumok számának meghatározására a Breed-féle eljárást alkalmaztuk, melynek során a mintából tárgylemezre csepegtettünk, oltótúvel egyenletesen elszélesztettük. A szélesztett mintát levegőn megszáritottuk, majd lángnál rögzítettük. Ezután zsírtalanítás

céljából alkoholos mosást végeztünk, majd metilénkékes festést alkalmaztunk. A megfestett preparátumot immerziós objektívvel vizsgálva megszámláltuk a sejteket.

2.8. 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 többtényezős 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 savanyú tejkészítmények, valamint a különböző tej és tejtermékek, és a margarin hőkezelések által okozott zsírsav-összetételének változását többtényezős variancia-analízissel vizsgáltuk. A vizsgált változók átlagértékeinek összehasonlítására Student–Newmann–Keuls-tesztet alkalmaztunk 5%-os konfidencia szinten. A sajtok tárolása során végbement zsírsavösszetétel-változás statisztikailag igazolható szignifikanciáját egytényezős variancia-analízissel vizsgáltuk. A vizsgált változók átlagértékeinek összehasonlítására a Student–Newmann–Keuls-tesztet alkalmaztunk 5%-os konfidencia szinten.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. 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 a zsírsav-összetételét megállapítottuk, hogy a három fajta teje szignifikánsan nem különbözik egymástól. Az évszak hatását vizsgálva a laurinsav, a mirisztolajsav, a pentadekánsav és a palmitolajsav kivételével, az évszaknak szignifikáns hatása volt a tejsír zsírsav-összetételére. Nagyobb ingadozásokat csak a KLS esetén figyeltünk meg, ami talán az analitikai módszer nehézségeivel, illetve a takarmány összetételének szezonális változásával függhet össze.

Összességében elmondható, hogy a telített zsírsavak többsége a nyári hónapokban minimumot, a téli és kora tavaszi hónapokban pedig maximumot mutatott. A telítetlen zsírsavak koncentrációja, a KLS-at is beleértve, a nyári hónapokban mutat maximális értéket, minimumát pedig minden esetben a téli és a kora tavaszi hónapokban éri el. A nyári és a téli hónapok között – az előbb felsorolt zsírsavak kivételével – a különbség szignifikáns ($P < 0,05$).

A zsírsavak közül a KLS-tartalom maximális értékét augusztusban éri el, ami fajták átlagában 1,29%. Június és szeptember között mindegyik fajta tejsírjának KLS-tartalma meghaladja az 1,2%-ot, ami az őszi hónapokban folyamatosan csökken a téli hónapokban mért 0,78%-ra. Fentiek alapján megállapítható, hogy a nyáron fejt tej – fajtától függetlenül – lényegesen több linolsavat, linolénsavat, olajsavat és KLS-at tartalmaz, mint a téli és kora tavaszi, ezért az egészség megőrzése szempontjából alkalmasabb az emberi fogyasztásra. Levonható az a következtetés is, hogy a nyári tej magasabb KLS-tartalma a takarmány magasabb telítetlenzsírsav-tartalmával, és a legelőn való tartózkodás miatt a napfény ultraibolya sugarainak hatásával magyarázható.

3.2. Savanyított tejtermékek zsírsav-összetétele és KLS-tartalma

3.2.1. A színtenyészet keverékkel előállított tejtermékek

A nyerstej, a pasztörözött tej és a hét színtenyészet-variációval előállított tejminták zsírsav-összetételét összehasonlítva elmondható, hogy a pasztörözött tej és a nyerstej összetétele a mérés hibahatárán belül gyakorlatilag megegyezik. Egytényezős variancia-analízissel elemezve a kultúrákkal előállított savanyú tejkészítmények zsírsav-összetételét a kiindulási alapanyag összetételéhez hasonlítva megállapítható, hogy a mikroorganizmusoknak a legtöbb zsírsav esetében nem volt szignifikáns hatása a zsír zsírsav-összetételére. Pár minor zsírsav kivételével mindegyik minta esetén az adatok gyakorlatilag egybeesnek, és a mért szignifikáns különbségek is oly csekélyek, melyek a savanyú tejkészítmények táplálkozási értékét nem befolyásolják. A kontrolltól a legnagyobb eltérést a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* kultúra keverék esetében kaptunk, mely szerint a kultúrával készült tejtermék szignifikánsan több rövid és közepes szénláncú zsírsavat, illetve linolsavat tartalmazott, mint a nyerstej. Mindegyik kultúra keverék esetében található egy-két minor zsírsav, ami szignifikánsan különbözik a tejalapanyagtól, azonban a bennünket leginkább érdeklő KLS esetében a kontrolltól szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) nem tudtunk kimutatni.

Fentiekből leszűrhető az a következtetés is, hogy a nyerstej KLS-tartalma nem csökken sem a pasztörözés sem a kultúrával történő beoltást követően, hisz a savanyított tejtermékek gyakorlatilag ugyanannyi KLS-at tartalmaztak, mint a kiindulási nyerstej.

3.2.2. A napraforgóolaj-adagolás hatása a szintenyészetekkel előállított tejtermékek KLS-tartalmára

A *Lactobacillus acidophilus*, a *Lactobacillus casei* és a *Lactobacillus plantarum* KLS-termelését vizsgálva különböző koncentrációban adott napraforgóolaj hatására megállapítottuk, hogy egyes szintenyészetnél létezik egy optimális linolsav mennyiség, ami a maximális KLS-tartalmat produkálja. A nyerstej KLS-tartalmát 118 mg/100 g zsírnak mértük, ami csak minimális mértékben változott pasztörözés hatására.

A különböző szintenyészetek másként reagáltak a hozzáadott napraforgóolaj mennyiségére, hisz a *Lactobacillus acidophilus* szintenyészetnél a maximális értéket (178–180 mg/100 g zsír) a 100–150 µl/100 ml napraforgóolaj hozzáadásakor, a *Lactobacillus plantarum* szintenyészetnél pedig a 189 mg/100 g zsír értéket a 100 µl/100 ml napraforgóolaj-adagolásnál kaptuk. Ezt követően mindkét szintenyészetnél a további napraforgóolaj-adagolás a KLS-szintet folyamatosan csökkentette; a *Lactobacillus acidophilus* szintenyészetnél 84–90, a *Lactobacillus plantarum* szintenyészet esetében pedig 115–117 mg/100 g zsír szintre. A *Lactobacillus casei* esetén már 50 µl/100 ml napraforgóolaj-adagolása kialakította a 139–140 mg/100 g zsír KLS-koncentrációt, és ezt követően ennek szintje gyakorlatilag független marad a hozzáadott linolsav koncentrációjától.

Vizsgálataink alapján tehát elmondható, hogy a fermentáció előtti napraforgóolaj-adagolásnál vannak olyan szintenyészetek, amelyek nem reagálnak jelentős mértékben a hozzáadott linolsav mennyiségre (*Lactobacillus casei*), és vannak olyanok is, amelyek maximális mennyiségű KLS-termeléssel reagálnak (*Lactobacillus acidophilus* és *Lactobacillus plantarum*), és lehetnek olyanok is, amelyeknél nagyobb mennyiségű linolsav-adagolás csökkentheti a savanyított késztermék KLS-tartalmát. Kísérleteink alapján úgy tűnik, hogy 100 µl/100 ml napraforgóolaj-adagolás optimális lehet a KLS-termelés szempontjából.

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

Négy különféle technológiával gyártott vaj és 20 margarin zsírsav-összetételét és KLS-tartalmát meghatározva megállapítottuk, hogy a margarinok telítettsírsav-tartalma átlagosan 33,2 a vajaké pedig 64,6 relatív tömegszázalék. A vajak jelentős mennyiségben tartalmaznak rövid szénláncú zsírsavakat, míg ezek a zsírsavak a margarinokban csak nyomokban fordulnak elő. A margarinokban a telítetlen zsírsavak összege 66,5, míg a vajaknál 35,0 volt. A vaj esetében az olajsav átlaga 26,95%, míg a margarinokban 36,19%. A margarinok sokkal több linolsavat tartalmaznak, mint a vajak, az összes többi telítetlen zsírsav esetében viszont nincs különbség a két zsírfajta között.

A vajban a transz konfigurációjú elaidinsav mennyisége 1,81%, míg ez az érték a margarinoknál 0,99%. A margarinok KLS-at gyakorlatilag nem tartalmaznak, a vajak KLS-tartalma viszont közelíti az 1%-ot. Összehasonlítva a két étkezési zsír zsírsav-összetételét megállapítható, hogy a vaj lényegesen több telített zsírsavat tartalmaz mint a margarin, a margarinokban viszont dominál a linolsav és az olajsav. A transz konfigurációjú elaidinsav a vajokban és a margarinokban is csak minimális koncentrációban fordul elő. A margarinok KLS-at egyáltalán nem tartalmaznak, a vajak KLS-tartalma gyakorlatilag a tejszíréval megegyező.

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

A nyerstej, a Dalia és Telemea sajt, a 80%-os zsírtartalmú vaj zsírsav-összetétele a hagyományos, főzőlapon történő hőkezelés és a mikrohullámú hőkezelés hatására, az olajsav és elaidinsav kivételével, oly csekély mértékben változik, ami sem a hőkezelés, sem a mikrohullámú hőkezelés káros hatására nem utal. A mindennapos gyakorlatban alkalmazott konyhatechnikai szokásoknak megfelelően

beállított 2 és 8 perces hőkezelés az alkalmazott energiaszintek mellett nem csökkentette szignifikánsan ($P < 0,05$) az esszenciális zsírsavak mennyiségét, és nem kell félni attól, hogy valamilyen káros műtermék keletkezhet a hőkezelés során. Az olajsav és az elaidinsav esetében megállapítottuk, hogy mint a főzőlapon történő hőkezelésnél, mind a mikrohullámú hőkezelésnél csökkent a cisz konfigurációjú olajsav, és nőtt a transz konfigurációjú elaidinsav mennyisége. Hosszabb hőkezelési idő az elaidinsav mennyiségének növekedésével járhat.

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

Meghatározva három félkemény sajt (Dalia, Rucăr, Penteleu) és a feta típusú Telemea KLS-tartalmát megállapítottuk, hogy az a Dalia esetében 0,047 g KLS/100 g zsírról 0,115 g KLS/100 g zsírra nőtt a 21. tárolási hét végére. A Penteleu sajtnál ezek az értékek 0,034 és 0,089, a Rucăr esetében pedig 0,042 és 0,128 g KLS/100 g zsír között változott. A Telemea esetében a KLS-tartalom 0,038-ról 0,199 g KLS/100 g zsírra nőtt a tárolás során. A Rucăr sajt 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 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.

Mindegyik sajt esetében a KLS-tartalom a tárolás 15–18. hetében elérte a maximális értéket, melyet követően vagy csökkent vagy állandó szinten maradt.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

4.1. 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 a zsírsav-összetételét évszakok szerint, a fajták között szignifikáns különbséget nem tudtunk kimutatni. Megállapítottuk, hogy mind a három fajtánál a zsírsav-összetételre az évszaknak szignifikáns hatása van, azaz a telített zsírsavak többsége a nyári hónapokban minimumot, a téli és kora tavaszi hónapokban maximumot mutat. A telítetlen zsírsavak mennyisége – a KLS-at is beleértve – a nyári hónapokban szignifikánsan magasabb volt, mint télen és kora tavasszal. A KLS maximális értékét augusztusban érte el, amikor mennyisége mintegy 60–70%-kal nagyobb volt a téli minimumhoz hasonlítva. Mind a telítetlen zsírsavakat, mind a KLS-at tekintve a nyári tej értékesebb, mint a télen fejt tej.

4.2. A savanyú tejkészítmények zsírsav-összetételének változása a különböző előállítási műveletek során

Az általunk alkalmazott tejsavbaktérium kultúrákkal és azok különböző kombinációjával előállított savanyú tejkészítmények zsírsav-összetételében lényeges különbséget nem tudtunk kimutatni annak ellenére, hogy néhány minor zsírsavnál a különbségek szignifikánsak voltak. A tej KLS-tartalma lényegesen nem változott sem a pasztörözés, sem a kultúrákkal történő beoltást követően, tehát ezen műveletek semmiféle hatással nem voltak a KLS-tartalomra.

Napraforgóolaj-adagolás hatására az általunk alkalmazott tejsavbaktériumok közül a *Lactobacillus acidophilus* és *Lactobacillus plantarum* 35-40%-kal, a *Lactobacillus casei* viszont csak mintegy 20%-

kal több KLS-at produkált. A *Lactobacillus acidophilus* és *Lactobacillus plantarum* esetében 50–150 µl/100 cm³ napraforgóolaj-adagolás hatására maximális KLS-tartalmat kaptunk, majd a további napraforgóolaj-adagolás csökkentette ennek mennyiségét, a *Lactobacillus casei* pedig a 100 µl/100 cm³ napraforgóolaj-adagolásnál több nem volt hatással a végtermék KLS-tartalmára.

4.3. A tej és tejtermékek valamint a margarin zsírsav-összetételének változása hagyományos és mikrohullámú hőkezelés hatására

Megállapítottuk, hogy a vaj jelentősen több telített zsírsavat és KLS-at tartalmaz mint a margarin, aminek zsírsav-összetételét főbb tömegében a linolsav és az olajsav alkotja. Hőkezelés hatására a vizsgált tejtermékek (tej, sajt, vaj) és a margarin zsírsav-összetétele – az olajsav és az elaidinsav kivételével – lényegesen nem változott. A hosszantartó hőkezelés hatására azonban az olajsav mennyisége csökkent az elaidinsav mennyisége pedig nőtt, azonban ezek a változások nem olyan mértékűek, hogy hatással lehetnének az ember egészségére.

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

A tárolás során a félkemény sajtok közül a Rucăr sajtnál mértük a legnagyobb, a Penteleunál pedig a legkisebb KLS-értéket. 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 sajttípustól. A KLS-tartalom változás a tárolás hatására mind a négy sajtnál azonos tendenciát mutatott; a 18. hétig növekedett, majd csökkenő tendenciát mutatott, szignifikáns különbséget azonban csak a Rucăr sajt esetében tudtunk kimutatni.

5. 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. A fajták 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.

6. 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 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*. 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 konjugáltlinolsav-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.