

Élelmiszerek konjugáltlinolsav-tartalma, és annak mennyiségét befolyásoló tényezők

Dr. Csapó János

A kutatásunk célja volt, hogy tökéletesítsük a korábban használt gázkromatográfiás módszert a konjugált linolsav izomerek meghatározására, összehasonlítsuk azt más analitikai módszerekkel és feltérképezzük élelmiszereink, élelmiszeralapanyagaink KLS-tartalmát, valamint az azt befolyásoló tényezőket.

Munkatervtől való eltérések:

Mivel az általunk kidolgozott új gázkromatográfiás módszer a konjugált linolsavak meghatározására jól bevált, ezért nem láttuk értelmét egy HPLC módszer kidolgozásának, ami ráadásul munkaigényesebb és drágább is lett volna.

A fajok és ezen belül a fajták közötti különbségek feltárására a szarvasmarha esetén volt csak lehetőségünk, ahol összehasonlítottuk három fajta teje KLS-tartalmának változását a laktáció során. A juh és a kecske esetén meghatároztuk a tej és a fontosabb húsrészek KLS-tartalmát, azonban a fajták összehasonlítására nem volt lehetőségünk. Ugyancsak nem volt lehetőségünk, hogy elvégezzük különböző konzervek és húskészítmények KLS analízisét.

A vállalt és elmaradt vizsgálatok ellentételezésére viszont vizsgáltuk a KLS antioxidáns hatását a ghee kukoricadarához való keverésével, a sertéshús KLS-tartalma növelésének lehetőségét a takarmányhoz kevert magas KLS-tartalmú ghee etetésével, illetve sütési kísérletet végeztünk annak megállapítására, hogy a sütési körülmények (disznózsír, pálmazsír, napraforgóolaj, ghee) hogyan befolyásolja a kontroll csoport és a megnövelt KLS-tartalmú takarmányt fogyasztó csoport húsának KLS-tartalmát.

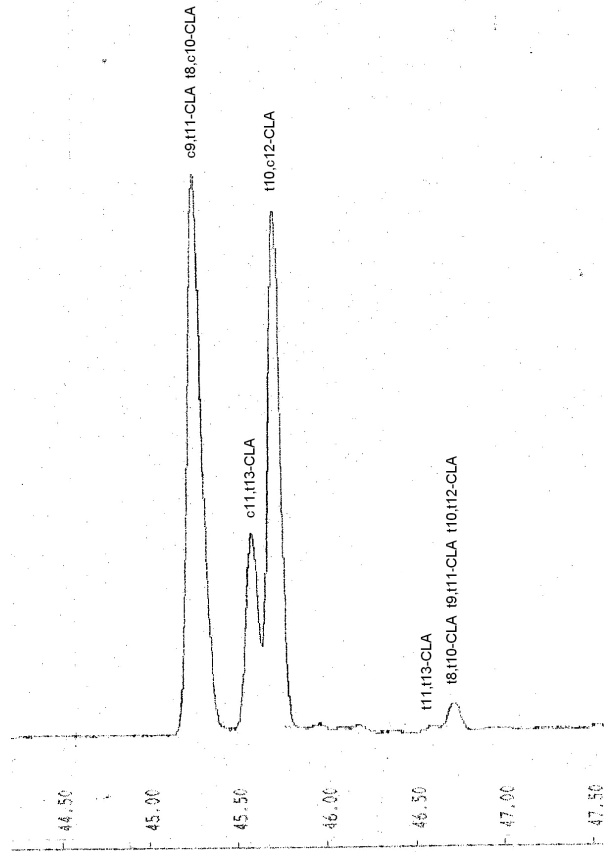
Ezen utóbbi vizsgálatok a gyakorlathoz közelebb álló problémákat próbálták megoldani, és véleményünk szerint arányban állnak a vállalt, de el nem végzett feladatokkal.

A kutatási eredmények az alábbiak:

1. Analitikai módszerfejlesztés

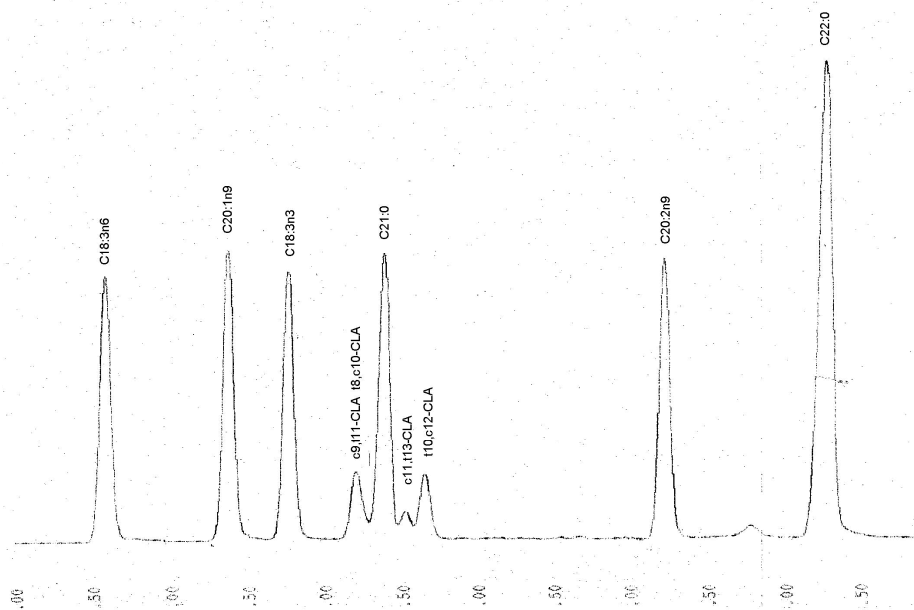
A kutatás első lépésében módszert dolgoztunk ki a KLS-izomerek egymástól és más zsírsavaktól való gázkromatográfiás elválasztására. Ezt azonban csak rendkívül hosszú (6 óra) analízisidő alatt tudtuk megvalósítani. Ezért kidolgoztunk egy rövidebb módszert, melynek a minta-előkészítéssel együtt elvégeztük a validálását is.

Bár a rövid módszert alkalmazva a KLS izomerek egymástól nem választhatók el tökéletesen (1. ábra), és a c9,t11-izomer közös csúcsban jelenik meg a kromatogramon a t8,c10-izomerre, ez a gyakorlatban való alkalmazást nem zavarja. A többi zsírsav ugyanis jól elválasztható a KLS-izomerektől (2, 3. ábra), a t8,c10-izomer pedig a c9,t11-izomerhez képest elhanyagolható mennyiségben van jelen élelmiszereinkben.



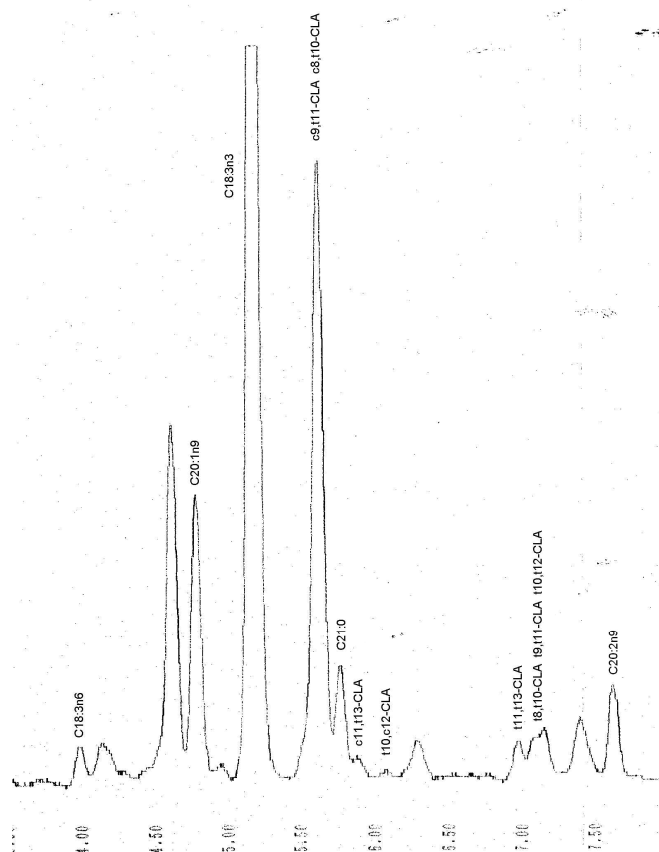
1. ábra

A KLS-izomerek elválasztása standardoldat esetén



2. ábra

A KLS-izomerek elválasztása egyéb zsírsavaktól standard oldatkeverékben



3. ábra

A KLS-izomerek elválasztása egyéb zsírsavaktól marhahús minta esetén

A módszer linearitásának meghatározásához hattagú standard sorozatot használtunk. Az 1. számú standardban azonban olyan kicsi volt a KLS-koncentráció, hogy némely izomer esetén nem érte el a detektálási határt, ezért a regresszióanalízist a 2–6. számú standardokra kapott mérési eredményekkel végeztük el. A mérési eredményeket az 1. táblázat, a linearitásvizsgálat eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A linearitásvizsgálat mérési eredményei

KLS-izomerek	t_R	Koncentráció ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)					
		No.1.	No.2.	No.3.	No.4.	No.5.	No.6.
c9,t11-CLA-ME t8,c10-CLA-ME*	45,26	0,511	2,40	4,78	6,90	9,39	18,85
c11,t13-CLA-ME	45,58	0,104	0,771	1,40	2,09	2,87	5,70
t10,c12-CLA-ME	45,71	0,385	1,83	3,82	6,01	7,74	15,45

2. táblázat

A linearitásvizsgálat regressziós paraméterei

KLS-izomerek	Meredekség	Tengelymetszet	r	LoD ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	LoQ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
c9,t11-CLA-ME t8,c10-CLA-ME*	1,461	1,092	0,9992	0,193	0,643
c11,t13-CLA-ME	1,461	0,333	0,9992	0,193	0,643
t10,c12-CLA-ME	1,458	0,877	0,9991	0,193	0,645

*A c9,t11-KLS és a t9,c10-KLS nem lett elválasztva.

Az elválasztási módszer után az előkészítést vizsgáltuk, hogy mekkora a zsírsavakban beálló veszteség az extrakció és az átészterezés hatására. A kísérlet során mirisztinsav glicerínészterét használtuk önmagában és marhahúshoz adagolva. Mindkét esetben elvégeztük a lipidek extrakcióját hexán / i-propanol eleggyel, valamint az átészterezést nátrium-metilát felhasználásával. A 3. táblázat azon vizsgálat eredményeit tartalmazza, amely során a mirisztinsav-glicerínészter-oldatot csak átésztereztük, az extrakciós lépést kihagytuk. A 4. táblázatban szereplő adatok az extrakció és átészterezés együttes pontosságát jellemzik. Az úgynevezett számított értékeknél 100%-os hatékonyságot feltételeztünk.

3. táblázat

Az átészterezés hatékonyságára jellemző értékek

Az átészterezett mirisztinsav-metilészter mennyisége/mg	Átlag	Szórás
Számított	15,54	-
Mért	14,17	0,85
Visszanyerés	91	5,4

4. áblázat

Az extrakció és az átészterezés együttes hatékonyságára jellemző értékek

Mirisztinsav-metilészter visszanyerés mirisztinsav-glicerínészterből kiindulva		
Mirisztinsav-metilészter/mg	Átlag	Szórás
Számított	4,93	-
Mért	3,53	0,09
Visszanyerés	72	1,9
Mirisztinsav-metilészter visszanyerés marhahús és hozzáadott mirisztinsav-glicerínészter keverékből kiindulva		
Mirisztinsav-metilészter/mg	Átlag	Szórás
Mért összes	7,41	0,95
Mért hozzáadott	4,41	0,86
Számított hozzáadott	4,93	-
Visszanyerés	89	17

2. A KLS antioxidáns hatásának vizsgálata

Kísérleteinkhez a szakirodalom leírása alapján előállított ghee-t használtuk, amit 5% mennyiségben oxidációra rendkívül hajlamos lisztfinomságúra őrlött kukoricadarához kevertünk. Alapos összekeverés, illetve eldörzsölés után a keveréket selyempapírral bélelt alumíniumtálcára öntöttük, kb. 1 cm vastagságú rétegre elterítettük, a felületét naponta folyamatosan átkevertük. A keveréket 40 hétig 20 °C-on tartottuk, melynek során hetente meghatároztuk a savszámot és a peroxidszámot, a zsírsav-összetételt, beleértve a konjugált linolsavat is.

A vaj KLS-tartalma a felfőzés előtt 0,56% volt a zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékában mérve, mely a ghee készítés során 1,68%-ra nőtt. A kukoricadarával összekeverve a kapott zsíros anyag konjugáltlinolsav-tartalmát 0,36%-nak mértük. A savszám és a peroxidszám változását elemezve megállapítottuk, hogy a peroxidszám 20 hét alatt, a kísérlet kezdetén mért 7-ről 50-re, a savszám pedig ugyanezen időszakban 5-ről 10-re nőtt. A tárolás 20. és 40. hete között a peroxidszám 50-ről 229-re, a savszám pedig 10-ről 39-re nőtt.

Vizsgálatainkból levonhatjuk azt a következtetést, hogy 20 héten keresztül sem a peroxidszám, sem a savszám nem haladta meg a szabvány által megengedhető értékeket, tehát a megnövelt KLS-tartalmú vaj 20 héten át meggátolta az avasodásra rendkívül hajlamos kukoricadara romlását. A 20. hetet követően a peroxidszám rohamosan elkezdett növekedni, azonban a savszám még a tárolás 40. hetében is csak 39-es értéket ért el. A tárolás első 20 hetében a konjugáltlinolsav-tartalom 0,30%-ról 0,26%-ra csökkent. Ugyanezen idő alatt a linolsav 28,6%-ról 27,5%-ra csökkent, az olajsav- és a linolénsav-tartalom alig változott, és ugyancsak változatlanok maradtak a rövid, a közepes és a hosszú szénláncú telített zsírsavak is. A tárolás 20. és 40. hete között a KLS-tartalom 0,26%-ról 0,11%-ra, a linolsav-tartalom 27–28%-ról 23–24%-ra, a linolénsav-tartalom pedig 0,89%-ról 0,65 %-ra csökkent, és még ebben az időszakban sem változott lényegesen az olajsav mennyisége, valamint a telített zsírsavak aránya.

Kísérleteinkből tehát levonhatjuk a következtetést, hogy az összes többszörösen telítetlen zsírsav közül a konjugált linolsav a legérzékenyebb az oxidációra, tehát az ő antioxidáns hatása a legnagyobb. Talán a megnövelt KLS-tartalomnak köszönhetően az ember számára esszenciális linolsav és a félig esszenciális linolénsav mennyisége alig változik a tárolás első hetében, és a változás a tárolás 20. hete után is arányaiban elhanyagolható volt a konjugált linolsavhoz viszonyítva. Levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a megnövelt KLS-tartalmú vaj (ghee) jelentős antioxidáns tulajdonságánál fogva megvédi az élelmiszer és a takarmány oxidációra érzékeny komponenseit.

3. Tej és tejtermékek KLS-tartalma, és az azt befolyásoló tényezők

3.1. Kérődzők tejének KLS-tartalma

Ha a KLS antioxidáns hatását, és így egészségvédő tulajdonságát ki akarjuk használni, a táplálékkal kell azt a szervezetbe juttatnunk. A humán táplálkozásban a tejtermékek a legjelentősebb KLS-források. A tejszírből a KLS-zomerek közül a c9,t11-KLS a teljes KLS-tartalom több mint 80%-át teszi ki. Ezért kísérletünk során vizsgáltuk a különböző kérődzők (szarvasmarha, kecske, juh) tejének c9,t11-KLS-tartalmát. Eredményeinket az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

Kérődzők tejének KLS-tartalma

Kérődző típus	c9,t11-KLS-tartalom
	Zsírsav-metilészter %
Szarvasmarha	0,50 ± 0,08
Kecske	0,74 ± 0,19
Juh	1,25 ± 0,23

A szarvasmarha tejminták esetén lehetőségünk nyílt arra, hogy többféle genotípusú állattól is vegyünk mintát. Az eredmények értékelésekor szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk a különböző genotípusok között, ezért a táblázatban az összes eredmény átlagát tüntettük fel, nem bontottuk le azt külön az egyes genotípusokra.

3.2. A tej KLS-tartalmának változása az évszakok függvényében

Meghatároztuk eltérő genotípusú szarvasmarhák tejszíra zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának változását az évszakok függvényében eltérő genotípusú szarvasmarháknál.

Ennek során meghatároztuk a fekete-tarka holstein-fríz, a magyartarka és a vörös-tarka holstein-fríz tejének zsírsav-összetételét, és a zsírsav-összetétel változását márciustól februárig. Megállapítottuk, hogy a telített zsírsavak a nyári hónapokban minimumot, a téli és a kora tavaszi hónapokban pedig maximumot mutatnak. Az olajsav, a linolsav és a linolénsav, valamint a konjugált linolsav (nyáron: 1,45; télen: 0,8%) maximumát a nyári hónapokban, minimumát pedig télen érte el. Ennek oka a takarmányozásbeli különbségekben keresendő. Nagyobb mennyiségű KLS akkor szívódik fel a bélcsatornából, ha a táplálék telítetlen zsírsav-tartalma magas és/vagy ha a biológiai hidrogénezés valamilyen okból nem teljes. A legeltetett állatok többszörösen telítetlen zsírsav (PUFA) bevitelére magasabb, mint az istállóban tartott és részben tartósított tömegtakarmányokkal takarmányozott állatoké. A vizsgált fajták között tejük zsírsav-összetételében és KLS-tartalmában szignifikáns különbséget nem tudtunk kimutatni.

3.3. Színtenyészetek hatása a tej alapanyag KLS-tartalmára

A savanyított tejtermékek előállítását egy tejipari vállalatnál végeztük, a vizsgálatokhoz az oda beszállított tejet használtuk. A tejsavtermelő *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, a *Lactobacillus lactis subsp. cremoris*, a *Lactobacillus diacetylactis* és a *Lactobacillus acidophilus* a fermentációval előállított tejtermékek előállítására, míg a *Lactobacillus lactis subsp. lactis biovar*, a *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* és a *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* a rendkívül közkedvelt joghurt előállítására használtuk. A nyerstej konjugáltlinolsav-tartalmát 0,48%-nak mértük, mely érték sem pasztörözés hatására, sem az általunk használt kultúrák hatására nem változott lényeges mértékben. Vizsgálatainkból azt tudtuk megállapítani, hogy a nyerstej konjugáltlinolsav-tartalma nem vész el kultúrákkal történő beoltást követően, hisz a savanyított termékek szinte ugyanannyi konjugált linolsavat tartalmaztak, mint a kiindulási nyerstej.

A szakirodalom szerint azonban a tejek savanyításakor használt egyes színtenyészetek képesek a savanyítás során a linolsavból KLS-t előállítani. Ilyen baktériumtörzsek a *Lactobacillus acidophilus*, a *Lactobacillus plantarum* és a *Lactobacillus casei*. Ezért vizsgáltuk, hogy miként alakul a savanyított tejtermék KLS-tartalma linolsav-kiegészítés hatására.

A linolsav-kiegészítést olyan napraforgóolaj adagolásával értük el, melynek linolsav-tartalma 62,7 zsírsav-metilészter relatív tömegszázalék volt. A pasztörözött tejhez a kultúrák mellett a napraforgóolajat adagoltunk különböző mennyiségben (50–1500 µl). A mintákat 24 órán keresztül 38 °C-on inkubáltuk, majd meghatároztuk KLS-tartalmát. Megállapítottuk, hogy 100 µl/100 ml nagy linolsav-tartalmú napraforgóolaj adagolás a *Lactobacillus acidophilus*-nál 116-ról 178-ra, a *Lactobacillus plantarum*-nál pedig 187 mg/100 g zsírra, tehát mintegy 40%-kal növelte a savanyított késztermék KLS-tartalmát. 100 µl-nél több napraforgóolaj adagolása csökkentette a KLS-tartalmat. A *Lactobacillus casei* esetében a KLS-tartalom csak mintegy 20%-kal, 143 mg/100 g zsírra nőtt, és úgy tűnik, hogy a 100–1500 µl/100 ml napraforgóolaj adagolás tartományban a linolsav mennyisége nincs hatással a KLS-tartalomra.

3.4. Sajtok KLS-tartalmának alakulása a tárolási idő függvényében

Kísérletünk során meghatároztuk három félkemény- (Dalia, Penteleu Penteleu, Rucăr) és egy feta típusú (Telemea) sajt konjugáltlinolsav-mennyiségének változását a tárolási idő függvényében. A sajtokból 3 hetente vettünk mintát a szavatossági időtől függetlenül (5 hónap a félkemény sajtok, 1 hónap a feta típusú sajt esetén) a tárolás 21. hetéig. A sajtokat a kísérlet ideje alatt 4 °C-on hűtőszekrényben tároltuk.

A mintavételt követően a sajtmintákat –85 °C-os mélyhűtőben tároltuk az analízis megkezdéséig. Az összes minta KLS-tartalmát egyszerre határoztuk meg a tárolási kísérlet befejezését követően. Az eredményeket a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat

A szintenyészetekkel beoltott tej KLS-tartalmának változása az adagolt napraforgóolaj mennyiségének függvényében

Tárolási idő (hét)	KLS-tartalom (g KLS/100 g zsír)			
	Dalia	Penteleu	Rucăr	Telemea
0	0,05	0,03	0,04	0,04
3	0,06	0,03	0,05	0,05
6	0,08	0,04	0,05	0,06
9	0,10	0,07	0,08	0,10
12	0,10	0,08	0,10	0,11
15	0,10	0,09	0,11	0,11
18	0,12	0,07	0,13	0,12
21	0,06	0,07	0,05	0,09

A tárolás során a Dalia sajt konjugáltlinolsav-tartalma 0,05 g KLS/100 g zsír-ról 0,12 g KLS/100 g zsír koncentrációra nőtt a tárolás 18. hetére, majd egy csökkenés következett be a 21. hétre (0,06 g KLS/100 g zsír). A Penteleu sajt esetén a változások nem voltak olyan nagymértékűek, mint a Dalia esetén, de a kísérlet utolsó szakaszában, ebben az esetben is tapasztaltunk visszaesést a KLS-tartalomban. A félkemény sajtok közül a Rucăr esetében tapasztaltuk a legnagyobb változásokat a kísérlet időtartama alatt. A legnagyobb KLS-koncentrációt ebben az esetben is a 18. héten mértük (0,13 g KLS/100 g zsír), majd ismét némi csökkenés következett be.

A feta típusú Telemea sajtnál a KLS-koncentráció, és annak változása közel azonos volt a vegyes alvasztású sajtoknál mért értékkel. A maximális KLS-koncentrációt ebben az esetben is a 18. héten vett mintából mértük.

Az összes sajt esetében megállapítható egy maximális KLS-koncentráció, ami a mi méréseink esetén a 18. hétre tehető. Ennél hosszabb tárolás esetén a KLS-tartalom csökkenése tapasztalható. A folyamat azzal magyarázható, hogy a sajtok tárolásának kezdeti szakaszában a bakteriális tevékenység során KLS-termelődik, mely mellett az oxidatív folyamatok hatása

nem érzékelhető. A tárolás során a baktérium kultúrák elpusztulásával a KLS egyre inkább ki van téve az oxidatív folyamatoknak, és mint antioxidáns igyekszik ezeket a hatásokat csökkenteni bomlása révén.

3.5. Anyatej zsírsav-összetételének és KLS-tartalmának vizsgálata

Kísérletünkhöz a mintákat olyan egészséges 27–29 éves anyáktól gyűjtöttük, akik először, valamint másodszor szültek egészséges, érett újszülöttet. A terhesség és a szülés szövődmenymentes volt, és normál időre, természetes úton történt. A tejmintavétel a szülés utáni 4. napon kezdődött és a laktáció azon pillanatáig tartott, amíg az anyák tejet tudtak adni. A mintavétel minden esetben kézi pumpával, többnyire az esti szoptatás végén történt.

A minták zsírsav-összetételének meghatározása után megállapítottuk, hogy a telített zsírsavak közül jelentős mennyiségben a palmitinsav volt jelen, majd ezt követte a mirisztin-, a laurin- és a sztearinsav. Az egyszerűen telített zsírsavak közül az olajsav volt kimutatható jelentős koncentrációban. Minden mintában kimutathatóak voltak az ω -6 esszenciális zsírsavak: a linol-, az γ -linolén-, valamint az arachidonsav. Az ω -3 zsírsavak közül kisebb mennyiségben megtalálható volt az esszenciálisnak számító α -linolénsav, azonban a dokozaheksaénsav csak nyomnyi mennyiségben volt kimutatható. KLS jelenlétét egyetlen minta esetén sem tudtuk kimutatni.

4. Különböző húsok KLS-tartalmának alakulása

4.1. Kérődzők húsának KLS-tartalma

A tejtermékek mellett KLS-forrást jelenthet még táplálkozásunkban a kérődzők húsa is. 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. Vizsgálataink során szarvasmarha, juh, illetve bárány, valamint szarvas húsának zsírsav-összetételét, KLS-tartalmát határoztuk meg. Néhány esetben lehetőségünk nyílt arra, hogy az állatok különböző testrészeiből származó mintákat is analizáljuk. A mérési eredményeket a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat
Kérődzők húsának KLS-tartalma

Kérődző típus		KLS-tartalom	KLS-tartalom
		Zsírsav-metilészter %	mg/g zsír
Szarvasmarha	Bélszín	0,87 ± 0,10	3,56 ± 0,91
	Hátszín	0,73 ± 0,08	3,28 ± 0,69
	Lapocka	0,74 ± 0,14	2,44 ± 1,15
Juh	Comb	0,65 ± 0,09	-
Bárány	Vesefaggyú	1,19 ± 0,20	-
	Comb	1,14 ± 0,46	-
Szarvas	Comb	0,25 ± 0,11	-

A szarvasmarha minták esetén lehetőségünk nyílt arra, hogy meghatározzuk a KLS abszolút mennyiségét, nemcsak a zsírsavakon belüli részarányát. Megállapítottuk, hogy a különböző

izomcsoportok KLS-tartalmában szignifikáns különbség nincs, a KLS-tartalmat alapvetően az izomcsoport intramusculáris zsírtartalma határozza meg.

Ha összehasonlítjuk a különböző kerődzők húsában a KLS részarányát a szakirodalommal egybevágó eredményeket kapunk. A kérődzők közül legnagyobb mennyiségben a bárány húsából tudtuk kimutatni a KLS-t.

4.2. Sertéshús KLS-tartalmának növelése takarmányozással

A kutatás ezen részében csatlakoztunk egy a Debreceni Egyetemen és a Herceghalmi Állattenyésztési Kutatóintézetben folytatott kísérlethez, melynek lényege, hogy mennyire lehet befolyásolni a sertéshús KLS-tartalmát a takarmány KLS-tartalmának növelésével. Az etetési kísérleteket, és a mintavételt a Debreceni Egyetemen végezték, Kaposváron történt a minták analízise és az eredmények értékelése. A kísérlet során a kontroll csoport egyedei 76 napig kaptak napraforgóolajjal kevert kukoricadarát. A kísérleti csoportoknál a napraforgóolajat magas KLS-tartalmú gheével helyettesítettük. Az etetés a két kísérleti csoport esetén 33 ill. 76 napig tartott. A zsiradék–kukoricadara arány mindhárom csoport esetén 4:100. A kísérlet befejeztével mintát vettünk az állatok has- és hátszalonnájából, a karajból és a combból, és vizsgáltuk ezek zsírsav-összetételét és KLS-tartalmát.

Megállapítottuk, hogy valamennyi minta esetén a takarmány magas KLS-tartalma jelentősen növelte a sertéshúsban KLS részarányát a zsírsavakon belül. Míg a rövidebb időtartalmú (33 nap) kezelés esetén a KLS részarányának növekedése csak kismértékű (pl: karaj, comb: 0,08-ről 0,11%-ra), addig 67 nap után a KLS részaránya mintegy kétszeresére növekedett (karaj, comb 0,18–0,2%), sőt a szalonnák esetén még ezt is meghaladta (0,27–0,3%).

4.3. A sütőközeg hatása a megnövelt KLS-tartalmú sertéshús zsírsav-összetételére és KLS-tartalmára

Vizsgálataink során a fenti kísérletből származó sertéshús mintákat használtunk fel. A cél az volt, hogy ellenőrizzük, milyen mértékben változik meg ezeknek a húsoknak a zsírsav-összetétele zsiradékban való sütés hatására, különös tekintettel a húsba beépült KLS-re. A sütést 4 különböző zsiradékban (sertészsír, napraforgóolaj, pálmaolaj, ghee), 1 ill. 8 percig végeztük. Az eredmények alapján elmondható, hogy a sertéshúsok zsírsav-összetétele a sütés előrehaladtával egyre jobban hasonlít a sütő közeg zsírsav-összetételére. Ennek feltehetően az oka, hogy egyre többet szív magába a zsiradékból a sütés során. Ezért az általunk vizsgált esetekben a különböző sütőközegek zsírsav-összetételének ismeretében megállapítható, hogy az adott mintát melyik közegben sütöttük. A minták KLS-tartalmával kapcsolatban elmondható, hogy a takarmányozás során a húsba beépült KLS feltehetően nem bomlik el a sütés során, csak részaránya csökken, melynek bizonyítása további méréseket igényel. Tervezzük, hogy feltevésünk igazolása céljából a kísérleti mintákból meghatározzuk a KLS abszolút mennyiségét is.

Az új tudományos eredmények:

- Új gázkromatográfiás módszert dolgoztunk ki a c9,t11-KLS izomer gyors meghatározására származékképzést követően.
- Megállapítottuk a KLS antioxidáns hatását kukoricadarával kevert ghee segítségével.
- Megállapítottuk, hogy a szarvasmarha tejének KLS-tartalma a nyári hónapokban szignifikánsan nagyobb, mint télen. (A háttérben feltehetőleg a takarmányozás beli különbségek állnak).
- Színtenyészetekkel végzett kísérleteinkben megállapítottuk, hogy a nyerstej KLS-tartalma nem vész el a kultúrákkal történő beoltást követően. Megállapítottuk azt is, hogy linolsav kiegészítéssel növelni lehet a savanyított tejtermékek KLS-tartalmát, és

azt is, hogy minden szintenyészetnél van egy maximális linolsav mennyiség, melynél nagyobb koncentráció növekedési inhibitoroként hathat.

- Az általunk vizsgált sajtoknál a KLS-tartalom a tárolás 15-18. hetéig nőtt, majd ezt követően csökkent.
- Megállapítottuk, hogy a kérődzők különféle izomcsoportjai KLS-tartalma szignifikánsan nem különbözik egymástól.
- Megállapítottuk, hogy a megnövelt KLS-tartalmú takarmány sertések esetén növeli a hús KLS-tartalmát, a késztermék KLS-tartalmára azonban az elkészítési körülmények, első sorban a sütőzsiradék összetétele, lényegesen nagyobb hatást gyakorol.

Tudományos közlemények:

Az elért eredményekből 13 folyóiratcikkből, 21 konferencia kiadványban, 1 absztraktban számoltunk be.

A kutatási téma további lehetséges irányai:

További szintenyészeteket lehetne tesztelni a KLS termelés szempontjából, valamint a tejiparban használt összes savanyításra használt mikroorganizmus esetében meg lehetne határozni az optimális linolsav bevitelt, mely a maximális KLS termelést eredményezi.

Az elért eredmények hasznosítása:

Ajánljuk az új analitikai módszert élelmiszervizsgáló laboratóriumoknak, a KLS antioxidáns hatásának kihasználását élelmiszer előállító cégeknek, valamint a szintenyészetekkel és hozzáadott linolsavval végzett kísérletünk eredményeit megnövelt KLS-tartalmú probiotikus termékek előállítására, a sajtok tárolása során kapott eredményeinket ugyancsak tejipari cégeknek a sajtok optimális tárolási idejének megállapítására, a sütőközeg hatásának tanulmányozása során kapott eredményeinket pedig étkezési zsiradékokat előállító cégeknek megnövelt KLS-tartalmú termékek előállítására.

A kutatáshoz felhasznált **egyéb támogatások** nem voltak.