Volume 5 No 4 2001
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Acta Agraria Kaposváriensis

Az Acta Agraria Kaposváriensis évente két alkalommal megjelenő tudományos folyóirat, amely eredeti tudományos közleményeket, kutatási eredményeket, kritikai összefoglalókat, konferenciákról ismertetéseket és szerkesztőhöz küldött leveleket közöl a mezőgazdaság, elsősorban az állattenyésztés és az állati termék előállítás minden területéről.

Acta Agraria Kaposváriensis is a scientific journal published twice a year, containing original scientific reports, research results, critical résumés, conference reviews and letters to the editor related to topics within the field of agricultural science, particularly that of animal breeding science.

Főszerkesztő
Editor in chef

Dr. Csapó János D.Sc......egyetemi tanár

Szerkesztő
Editor

Dr. Kovách Gáborné..... tudományos segédmunkatárs

Szerkesztőbizottság
Editorial board

Dr. Babinszky László Ph.D......egyetemi tanár
Dr. Csató László C.Sc.. .....egyetemi docens
Dr. Kalmár Sándor C.Sc. .....egyetemi docens
Dr. Lengyel Attila C.Sc......egyetemi docens
Dr. Stefler József C.Sc. .....egyetemi tanár
Dr. Sütő Zoltán..... egyetemi adjunktus
Dr. Szendrő Zsolt D.Sc......egyetemi tanár
Dr. Ureczky József ..... egyetemi adjunktus
Vadászné Varnyú Anikó.....könyvtárigazgató
Dr. Zomborszkyné, Dr. Kovács Melinda C.Sc. .....egyetemi tanár

Volume 5 No 4 2001
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Szerkesztőség
Editorial office

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
H-7401 Kaposvár, P.O.Box. 16.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Szerkesztő asszisztens
Editorial assistants
Barna Róbert
Stanics Judit

Kiadja és terjeszti a
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Published and distributed by
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Éves előfizetési díj: 700 Ft +ÁFA *Annual subscription: Ft 700 + VAT*
Előfizethető a kiadónál vagy átutalással
Subscriptions may be made payable to the publishers or via account no.
MNB 10039007-01474572-00000000
Készült Nagy J. nyomdájában 400 pld.-ban
Printed at the Nagy J. press, 400 copies produced

Felelős kiadó
Responsible for publication
Dr. Paál Jenő C.Sc.
egyetemi tanár
university professor
dékán
Dean of Faculty

Kaposvár, 2001

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol 5 No 4, 1-12
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma I. A tej konjugált linolsav-tartalmát befolyásoló tényezők (Irodalmi feldolgozás)

[1]Csapó J., [1]Vargáné Visi É., [2]Csapóné Kiss Zs., [3]Szakály S.
[1]Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai Intézet, Biokémiai és Élelmiszerkémiai Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.
[2]Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai Intézet, Kémia Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.
[3]Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, Pécs, 7623 Tüzér u. 15.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelenlegi ismereteink alapján élelmiszereink közül a kérődző állatok húsa és teje, valamint az ezekből készített termékek tartalmazzák a legtöbb konjugált linolsavat (0,2-2 g KLS/100 g zsír). A monogasztrikus állatok húsában mindössze tizedannyi KLS-t találtak, mint a kérődzőkében, a halak és egyéb tengeri állatok húsának KLS-tartalmát pedig még ennél is kevesebbnek mérték. A kérődző állatok termékeiben található KLS részben a linolsavból jön létre, a biológiai hidrogénezés folyamán baktériumos közreműködéssel, részben a transz-C18:1 zsírsavakból alakul ki a tejmirigyben zajló Δ9-deszaturáz reakcióval. Monogasztrikus állatoknál is a szövetek KLS-szintjének emelkedését tapasztalták a linolsav bevitel növelésének hatására, így nem zárható ki, hogy emésztőrendszerükben - bár kisebb mértékben, mint a kérődzők bendőjében - biológiai hidrogénezés megy végbe. A Δ9-deszaturáz reakció révén is termelődhet KLS a patkányok májában, és az endogén KLS-termelődés mellett az abrakfogyasztó állatok termékeinek KLS-tartalmát jelentősen gyarapíthatja az állati eredetű takarmányokkal bevitt KLS is. Kérődzők esetében a tej KLS-szintje jelentősen növelhető azáltal, ha a takarmányozáson keresztül beavatkozunk a biológiai hidrogénezési folyamatokba. Egyik lehetőség erre olyan takarmányok etetése, amelyek sok, többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaznak. Ha a zsiradék szabad formában van jelen a takarmányban, vagy kötött forma esetében az olajhordozó szerkezete törékeny és/vagy a napi takarmányadagot kevés részletben kapják meg az állatok, akkor nagymennyiségű, a baktériumok számára könnyen elérhető, linolsav jut a bendőbe rövid idő alatt. A magas szubsztrátkoncentráció hatására a biológiai hidrogénezés első két gyors reakciójának termékei, a c9,t11-C18:2 és a t11-C18:1 felhalmozódnak a bendőben, majd a tápcsatornában továbbhaladva felszívódásuk után az állat szervezetében mindenhova eljutnak. A másik lehetőség a magasabb keményítő- és alacsonyabb rosttartalmú takarmány etetése, amely a végső hidrogénezési lépés sebességének lelassulását vonja maga után. Nyilvánvaló azonban, hogy a takarmány zsírtartalmának növelése és rosttartalmának csökkentése csak kismértékű lehet a káros élettani hatások kiküszöbölése miatt. Jelenleg a halolaj KLS-szint növelő hatásának mechanizmusa még nem ismert, és megválaszolatlan az a kérdés is, hogy a tej KLS-szintjét milyen mértékben befolyásolja a biológiai hidrogénezés, és milyen mértékben a Δ9-deszaturáz reakció. Ezen reakció egyik szubsztrátja, a t11-C18:1, azonos a biológiai hidrogénezés egyik köztes termékével, így a Δ9-deszaturáz reakció sebességét elvileg befolyásolhatja a biológiai hidrogénezésből származó és felszívódott t11-C18:1 zsírsavak mennyisége. A tejzsír KLS-tartalmának növelése megfelelő takarmányozással megvalósítható, azonban ez rendszerint együtt jár a

tej összetételének jelentős megváltozásával. A tej zsírtartalma és fehérjetartalma csökkenhet, a zsírsavösszetételen belül a hosszú szénláncú zsírsavak szintje emelkedik, miközben a közepes szénláncú zsírsavak aránya csökken párhuzamosan a transz-zsírsavak mennyiségének növekedésével. A tej KLS-szintjének növekedése azonban csak átmeneti jelenség, a tej KLS-tartalma ugyanis az új takarmány bevezetése után néhány hét múlva csökken.

(Kulcsszavak: linolsav, konjugált linolsav, biológiai hidrogénezés, cisz-zsírsavak, transz-zsírsavak)

ABSTRACT

Conjugated linoleic acid content of milk and milk products I.
Fctors affecting the quantity of conjugated linoleic acid of milk
(A review)

J. [1]Csapó, É. [1]Varga-Visi, Zs. [2]Csapó-Kiss, S. [3]Szakály
[1]University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Department of Biochemistry and Food Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.
[2]University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Department of Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.
[3]Hungarian Dairy Research Institute, Pécs, H-7623 Tüzér u. 15.

According to our present knowledge, among the food-products, the meat and milk, and those products of the ruminants contain the most conjugated linoleic acid (0.2-2 g CLA/100 g fat). Only one tenth of the CLA content of ruminants and those products was found in the meat of monogastric animals, according to fishes and other sea animals this CLA content was even lower. The CLA in ruminants-derived products comes into existence partly from the linoleic acid, and partly from trans-C18:1 fatty acids by the Δ9-desaturase reaction in the mammary gland. The increase of the CLA content of tissues was also experienced in the case of monogastric animals, so it is possible that in their digestive system, though in a smaller extent than in the rumen of ruminants, biological hydrogenation occurs. CLA can also be produced by the means of Δ9-desaturase reaction in the liver of rats, and besides the endogenic CLA production the CLA content of the products of monogastric animals can be substantially improved by taking into animal-origin feedingstuffs with substantial CLA content. In the case of ruminants the CLA content of the milk can be substantially increased by interfering the biological hydrogenation processes through feeds. One opportunity is the to use feeds containing a lot of polyunsaturated fatty acids. When the fat is present at a free form in the feed, or in the case of a stabilised form, the structure of the oil career is fragile and/or the animals receive the daily amount of feed in small portions, than a great amount of linoleic acid arrives at the rumen that is easily reached by bacteria in a short time. Due to the impact of the high substrate concentration, the first two products of the fast reactions of the biological hydrogenation c9,t11-C18:2 and t11-C18:1 accumulate in the rumen then later proceeding on the alimentary after their absorption they spread to all directions in the organism of the animal. The other solution is to use high starch and low fibre content diet which entails the slowing down of the speed of the final hydrogenation step. It is obvious though that the increase of the fat and the decrease of the fibre content of the diet can only be done in a lesser degree owing to eliminate the undesirable physiological effects. For the time being the mechanism of the CLA decreasing effect of fish oil is not known and it is also unanswered to what measure does the biological hydrogenation and the Δ9-desaturase reaction influence the CLA level of the milk. One of the substrate of this reaction, the t11-

C18:1, is the same with one of the interim products of the biological hydrogenation so theoretically the speed of the Δ9-desaturase reaction can be influenced with the amount of the absorbed t11-C18:1 fatty acids deriving from the biological hydrogenation. The increase of the CLA-content of the milk fat can be carried out by appropriate feeding but it usually entails a considerable change in the composition of milk. The fat and protein content of the milk might decrease, within the fatty acid composition the level of long-chain fatty acids increase, while the ratio of the medium-chain fatty acids decrease parallel with the increase of the quantity of trans-fatty acids. The increase of the CLA content of the milk is only a temporary phenomenon since the CLA content of the milk decreases after the introduction of the new feed in some weeks.
(Keywords: linoleic acid, conjugated linoleic acid, biological hydrogenation, cis-fatty acids, tarns-fatty acids)

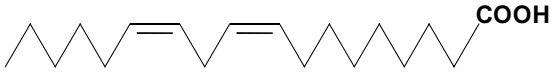
A betegségek gyógyításával kapcsolatos kutatások mellett azok megelőzésével kapcsolatos ismeretek bővítése is fontos. Mind az állampolgárok, mind az állam szempontjából előnyösebb, ha már a betegségek kialakulása megelőzhető, mint ha a már kialakult betegségeket kell gyógyítani. A megelőzés egyik eszköze olyan életmód illetve életvitel kialakítása, amely csökkenti a betegségek kialakulásának kockázatát. Az életmód egyik eleme a táplálkozás. Az ételek, amelyeket fogyasztunk, egyaránt lehetnek pozitív, vagy negatív hatással az egészségünkre. Egyes ételek olyan alkotórészeket tartalmaznak, melyeknek szerepe van különféle betegségek megelőzésében, vagy a már kialakult betegségek gyógyításában. Ezek az ún. gyógyhatású élelmiszerek.

Az emberi táplálkozás zsírforrásai közül a tejzsírt nemrég még egyértelműen egészségre károsnak tartották, mivel az telített zsírsavakban gazdag. A tejzsír a magas telített zsírsavtartalom mellett azonban az újabb vizsgálatok szerint olyan komponenseket is tartalmaz, melyek pozitív egészségi hatást fejthetnek ki: rákellenes 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 tejzsírban található több vegyület előnyös hatására derült fény; az ún. konjugált linolsavakat (rövidítve KLS) is beleértve. Miután kiderült, hogy a KLS jelentős élettani hatással 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 például feltehetően a tehenek bendőjében zajló biokémiai reakciókból származik. Feldolgozott élelmiszereknél, egyes technológiai lépések során is keletkezhetnek konjugált linolsavak. Felmerül annak lehetősége is, hogy ezen folyamatokba úgy avatkozzunk be, hogy a KLS termelődés irányába tolódjanak el, s ezáltal KLS-ben gazdag, kedvező élettani hatású terméket kapjunk. Ennek megvalósítása bonyolult feladat, melynek során arra is vigyázni kell, hogy a KLS-tartalom növekedése ne járjon együtt egyéb, nem kívánatos változásokkal.

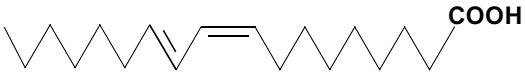
A konjugált linolsav definíciója

A konjugált linolsav megnevezés azon linolsav-izomerek (szerkezeti és geometriai izomerek) gyűjtőneve, melyek a linolsavval szemben nem izolált, hanem konjugált helyzetben tartalmaznak két kettős kötést. A kettős kötések többnyire a 9, 11, vagy a 10, 12 helyzetben találhatók (*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 linolsav és a konjugált linolsav képlete



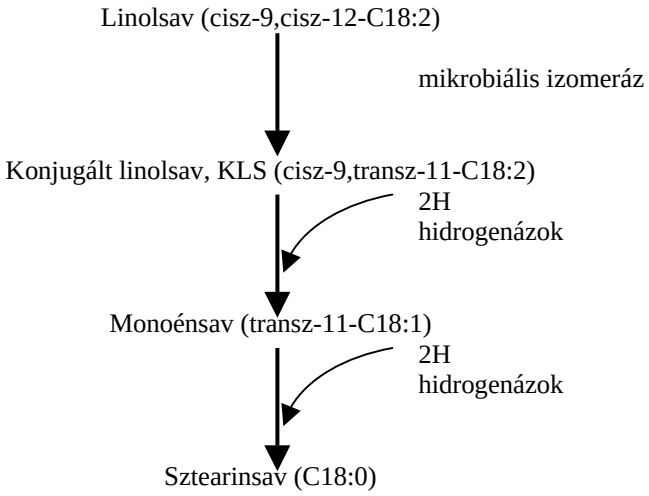
cisz-9,cisz-12-C18:2 (linolsav)



cisz-9,transz-11-C18:2 (konjugált linolsav, KLS)

A konjugált linolsavak kialakulása a természetben és kémiai előállításuk lehetőségei
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.,* 1992*a*) és feltételezik, hogy a patkányok bélcsatornájában található mikrobák is képesek a szabad linolsavat *cisz*-9,*transz*-11 konjugált linolsavvá alakítani. A fenti szerzők ugyanis azt tapasztalták, hogy a patkányok linolsav fogyasztása befolyásolta szöveteik KLS-tartalmát. Magasabb linolsav bevitel esetében a patkány-szövetekből izolált lipidek KLS koncentrációja is jelentősen magasabb volt, mint a kevesebb linolsavat fogyasztó patkányoké.

A linolsav biológiai hidrogéneződése a bendőben



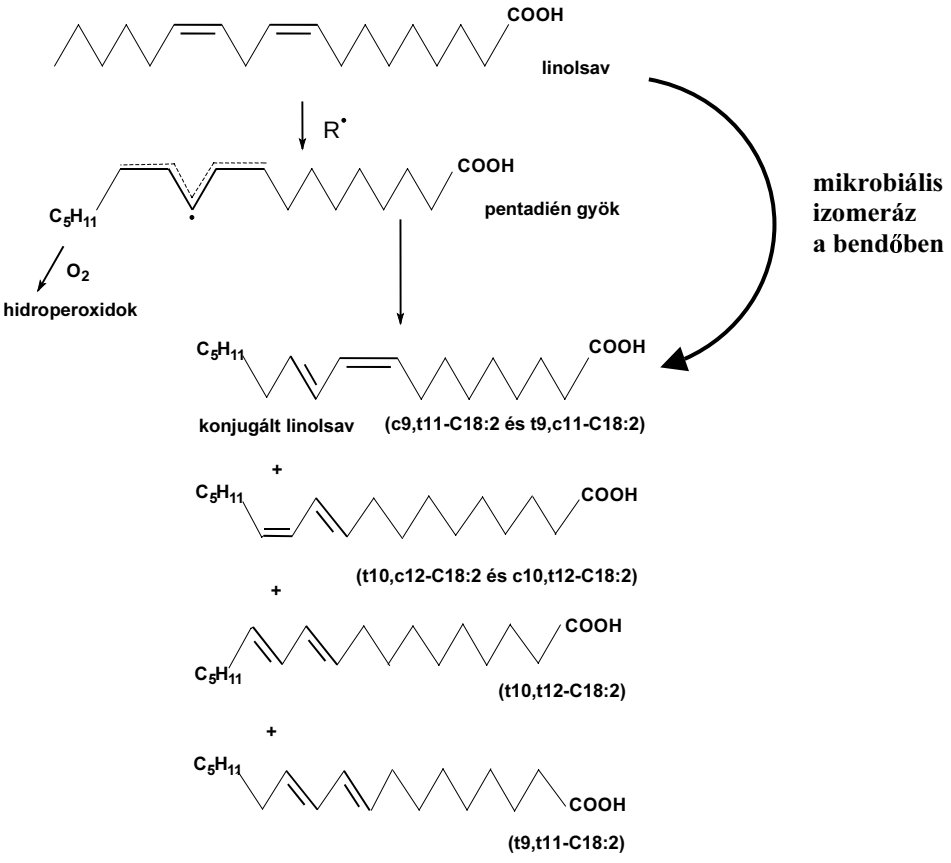
A leggyakrabban előforduló természetes KLS izomer a *cisz*-9,*transz*-11-C18:2 (c9,t11-KLS) (*Kepler és Tove,* 1967a), amely a linolsav (*cisz*-9, *cisz*-12-C18:2) biológiai hidrogénezésének

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 Δ9-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 szintézis-módszert fejlesztettek ki, mellyel metil-c9,t11-KLS-t lehet előállítani ricinusolajból nyert ricinussav-metil észterből.

A konjugált linolsavak kialakulása szabad gyökös reakcióval, ill. biológiai hidrogéneződéssel linolsavból



A konjugált linolsavak előfordulása az élelmiszerekben és a mennyiségüket befolyásoló tényezők

A tejtermékek a legjelentősebb konjugált linolsav források az emberi táplálkozásban, azonban ezek a zsírsavak az állatok húsában, a tojásban, és - kisebb mértékben - a növényi olajokban is megtalálhatók.

Általában a kérődző állatok termékei több KLS-t tartalmaznak, mint a monogasztrikusoké. A bárányhús, 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 takarmány eredetű 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 hús alapú 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-t. 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-t 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; *Shanta 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; *Shanta és mtsai.,* 1994).

A nyerstej konjugált linolsav-tartalma

A tejzsírban a KLS izomerek közül a c9,t11-KLS a teljes KLS-tartalom több mint 80%-át teszi ki (*Chin és mtsai.,* 1992; *Parodi,* 1994; *Fritsche és Steinhart,* 1998). A nyerstej KLS-szintje ugyanakkor nagy szórást mutat. A tejzsír KLS-tartalmát több országban vizsgálták, és az értékek a 0,2-2 g KLS/100 g tejzsír tartományba estek (*Jiang,* 1998). Ezekkel az eredményekkel *Jiang és munkatársainak* (1996) Svédországban végzett mérési eredményei is összhangban vannak (0,25-1,77 g KLS/100 g tejzsír). *Lin és munkatársai* (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 vizsgáltak. A c9,t11-KLS mennyiségének átlaga a tejzsírban 0,76 g/100 g volt, és a mért 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.

A nyerstej konjugált linolsav-tartalmára ható tényezők

A tej 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 olaj-hordozó szerkezete, a takarmányfelvétel ütemezése (a napi etetések száma).

Booth és Kon (1935) azt tapasztalták, hogy mikor tavasszal a teheneket kihajtották a legelőre, a tejükben lévő zsírsavak fényabszorpciója jelentősen megnőtt az ultraviola tartományban (230nm-en). Ezzel a méréssel tulajdonképpen a tej KLS-tartalmát mérték. A tejzsír konjugált dién-sav 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 munkatársai* (1996) úgy találták, hogy a legelőre kihajtott tehenek tejének szignifikánsan magasabb volt a KLS-tartalma, mint a szénával és/vagy szilázzsal takarmányozott teheneké**.** *Wolff és munkatársai* (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.

Precht és Molkentin (2000) 12 EU tagországból származó tejminták c9,t11-KLS, és transz-zsírsav (TZSS) tartalmának gyakorisági eloszlását tanulmányozták. Három eltérő szezonális tartási és takarmányozási módszer KLS és TZSS koncentrációra gyakorolt hatását vizsgálták: legeltetés (nyár), istállózott tartás és etetés (tél), átmeneti időszakok (tavasszal és ősszel). A **német** tejmintákkal végzett felmérésben a c9,t11-C18:2 izomer koncentrációjának eloszlása 0,4 és 1,4 g/100 g zsír értékek körül ért el maximumot, azaz ez a két KLS koncentráció érték volt a leggyakoribb a vizsgált mintákban. Az első maximum a téli, a második a nyári takarmányozás esetében vett tejmintákhoz tartozott. A nyáron és a télen mért KLS koncentrációk átfedése kicsi volt; az átmeneti időszakban mért értékek a télen és a nyáron mért értékek között helyezkedtek el. Hasonló eloszlásokat kaptak a tejminták teljes *transz*-C18:1 és *transz*-C18:2 tartalmára, a t11-C18:1, és a t11,c15-C18:2 zsírsavtartalomra is. A teljes transz zsírsav-tartalom (*transz*-C16:1, *transz*-C18:1, és *transz*-C18:2 összege) eloszlása hasonló volt a KLS-éhez. A **francia** tejminták c9,t11-C18:2 és *transz*-C18:1 zsírsavtartalmának eloszlása is mutatta a téli és a nyári szezonális maximumot. A francia tehenek zsírjának átlagos KLS (0,74%), *transz*-C18:1 (3,58%) és a teljes TZSS tartalma (4,78%) majdnem azonos volt a németországi tejzsírokban kapott értékekkel (0,75; 3,62; és 4,86%). A harmadik mintacsoportba 12 EU országból származó tejzsír minták tartoztak Németország és Franciaország kivételével. Ezeknél a mintáknál, a KLS koncentrációk gyakorisága nem mutatott nyári és a téli maximumot. Ennek oka az, hogy az adott országok éghajlati adottságai, és ezzel összefüggésben a takarmányozási körülmények is eltértek egymástól. Az írországi teheneket például egész évben legeltették, ezért az írországi adatok esetében a legnagyobb gyakorisággal előforduló koncentrációk szinte kivétel nélkül a legmagasabb értékek közül kerültek ki (*Precht és Molkentin,* 2000). A legeltetett állatok többszörösen telítetlen zsírsav (PUFA) bevitele magasabb, mint az istállóban tartott és részben tartósított tömegtakarmányokkal takarmányozott állatoké. 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 tejzsír linolénsav koncentrációjának gyakorisága szintén két értéknél ért el maximumot, azonban a linolsav esetében ez a takarmányozás-függő, tipikus mintázat nem volt felismerhető. A statisztikai vizsgálatok szerint szoros volt az összefüggés a tejzsír 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 Molkentin,* 2000). *Jahreis és munkatársai* (1997) szintén pozitív korrelációt találtak a tej KLS-tartalma és t11-C18:1 zsírsavtartalma 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 prekurzora, másrészt a t11-C18:1 a *transz*-C18:1 zsírsavak fő izomere a tejzsírban és a kérődzők előgyomrában (*Precht és Molkentin* 2000; *Bayard és Wolff,* 1996).

Jiang és munkatársai (1996) is szoros lineáris kapcsolatot fedeztek fel a tejzsír c9,t11-C18:2 KLS és t11-C18:1 tartalma között. Véleményük szerint ebből arra lehet következtetni, hogy a biológiai hidrogénezés reakciójának első két lépése nem sebesség-korlátozott. Miután a *transz*-11 kötés az izomeráz enzim közreműködésével létrejött, a cisz-9 kötés hidrogenéződik, és t11-C18:1 keletkezik (*Kepler és mtsai.,* 1971). Ezt a két reakciót, a szarvasmarha bendőjében is előforduló, *B. fibrisolvens* baktérium enzimjei katalizálják (*Kepler és Tove,* 1967b), de a t11-C18:1→C18:0 második hidrogénezési lépés független ezen baktériumok tevékenységétől, és a teljes biológiai hidrogénezési folyamat (linolsavtól sztearinsavig) reakciósebességét is meghatározza (*Kemp és mtsai.,* 1975; *Polan és mtsai.,* 1964). *Lavillonniére és munkatársai* (1998) szintén szoros összefüggést találtak sajtból származó tejzsír minták c9,t11-C18:2 és t11-C18:1 tartalma között. A linolsav és a c9,t11-C18:2 mennyisége között negatív kapcsolatot, míg a linolénsav és a c9,t11-C18:2 mennyisége között pozitív kapcsolatot véltek felfedezni. A linolénsav és a t11,c15-C18:2 koncentrációjának szoros kapcsolata a linolénsav biológiai hidrogénezésének egy lehetséges metabolikus útvonalára utalhat, amelyet már *Harfoot* (1981) a következők szerint javasolt: c9,c12,c15→ c9,t11,c15 → t11,c15 → t11.

Precht és Molkentin (2000) szerint az általánosan elfogadott takarmányozási körülmények között, a tejzsír KLS-tartalmának növekedése (mely táplálkozástani szempontból kívánatos) 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 telítetlen zsírsavtartalma magas és/vagy ha a biológiai hidrogénezés folyamata valamely okból nem teljes. A zöldtakarmányok zsírja gazdag a linolénsavban; a szójaolaj, a gyapotmagolaj és a napraforgóolaj pedig linolsavban (*Dhiman és mtsai.,* 2000). *Dhiman és munkatársai* (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 szójadarát, teljes zsírtartalmú extrudált gyapotmagot, vagy napraforgó olajat kaptak kiegészítésként, a tej KLS-tartalma nőtt (*Dhiman és mtsai.,* 1999b; *Kelly és mtsai.,* 1998). *Stanton és munkatársai* (1997) teljes zsírtartalmú repcemag etetése esetében szintén magasabb KLS-szintről számoltak be. A kérdés az, hogy a legeltetett tehenek, illetve a telítetlen zsírsavakban gazdag takarmánnyal etetett tehenek esetében a tej KLS-szintjének emelkedése összefüggésbe hozható-e az emelt szintű linolénsav, illetve linolsav bevitellel?

Dhiman és munkatársai (2000) megvizsgálták, hogy hogyan hat a takarmányok eltérő linolsav és linolénsav szintje a tej KLS-tartalmának alakulására. Céljuk az volt, hogy gazdaságosan növeljék a tej KLS-tartalmát a tej egyéb összetevőinek (zsírtartalom, fehérjetartalom, zsírsavösszetétel) jelentős megváltoztatása nélkül. Első kísérletükben tejelő tehenek koncentrált takarmányának egy részét roppantott nyers szójababbal, roppantott és pörkölt szójababbal, szójabab olajjal, vagy lenolajjal helyettesítették. Utóbbi esetben az adag szárazanyag tartalmának 2,2%, illetve 4,4%-a volt lenolaj. Azt tapasztalták, hogy a 3,6% szójaolaj és a 4,4% lenolaj tartalmú táp még nem csökkentette a takarmányfelvételt. Más szerzők viszont (*Mohamed és mtsai.,* 1988) már 4% olajat tartalmazó táp esetében negatív hatásról számoltak be, a szárazanyag emészthetőségének

csökkenése miatt. A szójabab adagolás megnövelte a takarmányok sztearinsav-, linolsav- és linolénsav-tartalmát a kontroll takarmányéhoz képest; a lenmagolaj tartalmú takarmányoknak a linolénsav-tartalma volt magasabb, mint a többi takarmánynak. A szójaolajat és a nagyobb koncentrációban lenolajat fogyasztó tehenek csoportjánál az FCM (FCM=fat corrected milk) tejhozam és a tej zsírtartalma alacsonyabb volt, mint a többi csoport esetében. Ezt a jelenséget – a *tejzsír depressziót* - általában a takarmány magas szabad olajtartalma okozza (*Banks és mtsai.,* 1980).

A megnövekedett linolsav és linolénsav bevitel is okozhat tejzsírtartalom csökkenést. Ezen többszörösen telítetlen zsírsavak nagyobb arányú bevitele megnövelheti a tej C18:1 zsírsav-tartalmát, mivel a bendőben lezajló hidrogénezés során a linolsav és a linolénsav részben C18:1 zsírsavakká alakul át (*Dhiman és mtsai.,* 1995). *Mohamed és munkatársai* (1988) szerint szójaolaj kiegészítést tartalmazó takarmány fogyasztása a bendőfolyadék C18:1 zsírsav mennyiségének növekedését okozta. A *transz*-C18:1 izomer szintjének növekedésével csökken a tej zsírtartalma (*Romo és mtsai.,* 1996), de ezen folyamat pontos mechanizmusa még nem ismert (*Dhiman és mtsai.,* 2000). *Dhiman és munkatársai* (2000) a nyers és a pörkölt szójababot fogyasztó csoportok esetében nem észlelték a tejzsírtartalom csökkenését a kontroll csoporthoz képest, a szójaolajat és az emelt szinten lenolajat fogyasztó csoportok esetében viszont csökkent a tej zsírtartalma. Más szerzők is tapasztalták, hogy a többszörösen telítetlen olajok *szabad formában* történő fogyasztása csökkentette a tej zsírtartalmát (*Jenkins,* 1993), továbbá azt is, hogyha a tehenek olajos *magvakat* fogyasztottak, akkor a tej zsírtartalma nem változott (*DePeters és mtsai.,* 1985; *Mohamed és mtsai.,* 1988). Ezt a tényt *Dhiman és munkatársai* (2000) azzal magyarázták, hogy a bendőbeli lebomlás során a magvakból lassabban szabadult fel az olaj, mintha azt szabad formában adták volna a takarmányhoz. Így a *transz*-C18:1 zsírsavak nem halmozódtak fel olyan mértékben a bendőben, mint a szabad olaj bevitele esetében. Ezáltal a bendőt elhagyó *transz*-C18:1 zsírsavak mennyisége is kevesebb volt, melyek így kevésbé csökkentették a tej zsírtartalmát (*Banks és mtsai.,* 1980; *Grummer,* 1991; *Mohamed és mtsai.,* 1988).

A tehenek zsírfogyasztásának növelése - a tejzsír depresszión kívül - a tej fehérjetartalmának csökkenésével is járhat (*Grummer,* 1988). A zsiradék ugyanis gátolja a bendőbeli mikrobiális fermentációt, ezáltal kevesebb mikroba eredetű fehérje keletkezik, így a bélben zajló emésztéshez rendelkezésre álló fehérjemennyiség is csökken (*Jenkins,* 1993). *Dhiman és munkatársai* (2000) azonban nem tapasztaltak jelentős fehérjetartalom csökkenést egyik kezelés esetében sem. Ennek oka szerintük az volt, hogy a kísérletük során alkalmazott takarmányok a tehenek termelési szintjéhez már önmagukban is elegendő fehérjeellátást biztosítottak.

A takarmány eredetű hosszú szénláncú zsírsavak szintjének emelkedése azzal jár, hogy a tejzsírban fokozottabb mértékben választódnak ki, és egyúttal gátolják a tejmirigyben a közepes lánchosszúságú zsírsavak *de novo* szintézisét is (*Grummer,* 1991). *Dhiman és munkatársai* (2000) is a közepes lánchosszúságú zsírsavak arányának csökkenését tapasztalták a tejzsírban hasonló takarmányozás mellett.

A tej KLS-tartalma a pörkölt szójababot, szójaolajat, a kevesebb, és a több lenolajat fogyasztó csoport esetében is megemelkedett a kontroll csoporthoz képest 97, 438, 305 és 318%-kal (*Dhiman és mtsai.,* 2000). Egyedül a nyers szójabab fogyasztása nem növelte meg a tej KLS-szintjét. Ezt a tényt a szerzők azzal magyarázták, hogy a nyers szójababból lassabban szabadult fel az olaj a bendőben, mint a hőkezelt szójababból, a hőkezelés hatására ugyanis törékenyebbé váltak a babszemek. A 3,6%-os szójababolaj-tartalmú táp nagyobb mértékben növelte a tej KLS-szintjét, mint a 4,4% lenmagolajat tartalmazó táp. A szerzők ebből azt a következtetést vonták le, hogy szójababolaj

etetésével a tej KLS-szintje sokkal hatékonyabban emelhető, mint lenolaj adagolásával. *Kelly és munkatársai* (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 munkatársai* (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 munkatársai (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 kontroll csoporthoz képest; míg a 0,5 és 1,0% szójaolajat és az 1% lenolajat tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportok tejének KLS-tartalma nem különbözött a kontroll csoportétól, azaz nem volt olyan csoport, ahol a KLS-szint növekedése mellett a tejzsír-tartalom változatlan maradt volna. A tej KLS-tartalma nem nőtt lineárisan a takarmány szójaolaj tartalmának növelésével. A tej fehérjetartalma ugyanakkor egyik kezelés esetében sem csökkent jelentősen. A közepes lánchosszúságú zsírsavak arányának csökkenése a zsírsavösszetételen belül arányos volt a takarmányhoz adott zsír mennyiségének növelésével (*Dhiman és mtsai.,* 2000).

Donovan és munkatársai (2000) egy hasonló kísérletben 1, 2, és 3% halolajat adtak a takarmányhoz, hogy annak a tej KLS-szintjére gyakorolt hatását vizsgálják. A kontroll (halolajat nem tartalmazó) takarmányban nem volt kimutatható mennyiségű C20:5 (EPA=eikozapentaénsav) és C22:6 (DHA=dokozahexaénsav) zsírsav, melyek viszont a halolajban jelentős mennyiségben voltak jelen. A szárazanyag felvétel 1% halolaj-tartalom felett már csökkent. A szerzők véleménye szerint ennek két oka lehetett: a takarmány megváltozott íze és a bendőbeli rostbontás csökkenése. A bevitt olajtartalom növelésével a tej zsírtartalma jelentősen ($P<0,01$) csökkent. Mások is megfigyeltek hasonló tejzsír depressziót halolaj etetése esetében (*Cant és mtsai.,* 1997). *Donovan és munkatársai* (2000) nem tapasztalták a tej fehérjetartalmának csökkenését egyik kezelés esetében sem. Magyarázatuk szerint ez a csökkenés az alkalmazott kísérleti szakaszok rövid időtartama miatt nem következett be. *Schingothe és Casper* (1991) több hétig tartó kísérleteik során, az emelt zsírtartalmú takarmány fogyasztása esetében, a tej fehérjetartalmának jelentős csökkenéséről számoltak be. *Donovan és munkatársai* (2000) jelentős tejzsírösszetétel változást tapasztaltak a kezelések hatására. A hosszú láncú zsírsavak aránya nőtt, a rövid láncúak aránya csökkent, és a tejzsír gazdagabb lett telítetlen zsírsavakban.

A tejzsír KLS és transz-C18:1 zsírsavtartalma 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 kontroll csoporthoz képest 370%-kal nőtt annak koncentrációja a tejben. Ez az izomer a teljes KLS-tartalom 84-92%-t tette ki. A t9,t11-C18:2 izomer mennyisége 270%-kal nőtt (*Donovan és mtsai.,* 2000). Az idézett szerzők 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 (*Harfoot és Hazelwood,* 1988). 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. Így a szerzők feltételezik, hogy a

halolaj valamely egyéb alkotója serkenthette a KLS képződését a bendőben. A KLS pedig - elképzelésük szerint - a takarmány más összetevőivel (pl. kukorica szilázs) bevitt linolsavból alakult ki (*Donovan és mtsai.,* 2000).

Bauman és munkatársai (2000) tejelő tehenek takarmányát magas linolsav-tartalmú napraforgóolajjal egészítették ki, hogy növeljék a tej KLS-tartalmát. Egy hetes etetési idő után kiválasztották a legmagasabb KLS-tartalmú tejet termelő teheneket, és azok továbbra is kísérleti takarmányt kaptak. A második hét végén azt tapasztalták, hogy több tehén tejének KLS-szintje jelentősen visszaesett. A tejzsír 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 harmadik hét végén a tejzsír 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.

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 munkatársai* (1985) bárányok bendőtartalmában a táplálék keményítőtartalmának és rosttartalmának a lipolízis és a hidrogénezés sebességére gyakorolt hatását vizsgálták. Úgy találták, hogy a takarmány rosttartalmának csökkentésével, és keményítőtartalmának növelésével a végső hidrogénezési lépés lelassult, és több t11-C18:1 zsírsav keletkezett, amely 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 munkatársai* (1998) három különböző takarmányozási csoportot alakítottak ki: a kontroll csoportban a koncentrált és a terimés takarmány aránya szárazanyagra vonatkoztatva 50:50% volt, a két kísérleti csoportban ez az arány 65:35% volt (több keményítő, alacsonyabb rost és magasabb *cisz*-9-C18:1 zsírsavtartalom). A kontroll csoporttal és a kísérleti csoportokkal etetett kétféle takarmány zsírsavtartalma mindössze a *cisz*-9-C18:1 zsírsav esetében különbözött. A kontroll csoportban, és az egyik kísérleti csoportban az aktuális táplálóanyag szükségleteknek megfelelő adagolt takarmányozás folyt, a második kísérleti csoportban pedig az állatok étvágy szerint fogyaszthatták a takarmányt. A három csoport közül az adagolt takarmányozású kísérleti csoport tejének átlagos c9,t11-KLS-tartalma volt a legmagasabb (1,13 g/100 g zsír), és szignifikánsan különbözött a szintén adagolt takarmányozású kontroll csoportétól (0,55 g/100 g zsír). A két kísérleti csoport esetében az *ad libitum* takarmányozott csoport 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 zsírsavtartalma esetében is.

Banks és munkatársai (1980) az etetési gyakoriság tejzsírtartalomra és zsírsavösszetételre gyakorolt hatását vizsgálták meg. Úgy találták, hogy a tejzsírtartalom magasabb volt, ha az etetések száma is több volt. 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. Azt a következtetést vonták le, hogy a t11-C18:1 zsírsav mennyisége csak kis mértékben függ az etetés gyakoriságától. Ezek az eredmények részben ellentmondanak *Jiang és munkatársai* (1998) tapasztalatainak, akik a tejzsírtartalomban 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 munkatársai (1997) arra a következtetésre jutottak, hogy az állatok tartási módja (hagyományos vagy ökológiai) is befolyásolhatja a tej KLS-tartalmát. Az általuk vizsgált elegytej 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 munkatársai (1998) szerint amennyiben a tehéntej KLS-tartalmának emelése előnyös, ez megvalósítható megfelelő takarmányozási receptúrák összeállításával. A takarmányozáson kívül azonban egyéb tényezők is jelentős szerepet játszhatnak a nyerstej KLS-tartalmának alakításában, mivel a legtöbb tanulmányban nagy egyedek közti eltérést figyeltek meg. Ezen tényezők felderítése még a jövő feladata.

IRODALOM

A vonatkozó irodalom a rewiev cikk harmadik részének végén található.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Csapó János
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.
University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Tel.:36-314-155, Fax:36-82-320-175
e-mail:csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol 5 No 4, 13-21
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma II. A sajt, a vaj, egyéb tejtermékek és más élelmiszerek konjugált linolsav-tartalma (Irodalmi feldolgozás)

[1]Csapó J., [1]Vargáné [1]Visi É., [2]Csapóné Kiss Zs., [3]Szakály S.
[1]Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai Intézet, Biokémiai és Élelmiszerkémiai Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.
[2]Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai Intézet, Kémia Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.
[3]Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, Pécs, 7623 Tüzér u. 15.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ömlesztett sajt vagy az indiai ghee gyártása során alkalmazott hőkezelés, valamint a nyersanyagok élelmiszeripari feldolgozásának egyes lépései megnövelhetik a KLS-szintet. A hőkezelés főleg abban az esetben jár jelentős KLS képződéssel, ha a termék fehérjetartalma magas. Húsok sütése és főzése viszont nem változtatta meg jelentősen a KLS-szintet, és a hús- és zöldségalapú konzervek KLS-tartalma sem módosult jelentősen a gyártás során. Csokoládék, sütemények és kekszek KLS-szintje a termék tejzsírtartalmától függ. Az erjesztéssel készített termékek esetében a termék KLS-tartalma a fermentáció során is változhat, mivel egyes sajtgyártásnál is alkalmazott propionibacterium fajok képesek mikrobiológiai tápközegekben linolsavból KLS-t előállítani. A tényleges sajtgyártás során azonban nem találtak különbséget a propionibacterium fajokat tartalmazó és azokat nem tartalmazó sajtok KLS-tartalma között. Egyesek szerint a sajtok KLS-szintje emelkedhet az érlelés során, mások viszont nem tapasztalták a félkész termék KLS-tartalmának jelentős változását a starter kultúrával való beoltását követően. Legtöbb esetben a sajtok KLS-tartalma nem különbözött jelentősen a sajtkészítéshez felhasznált tej KLS-tartalmától. Ha a vajhoz szintetikus KLS-t adunk, a szabad zsírsavakat enzimes átészterezéssel be lehet juttatni a triacil-glicerol molekulákba, és ezzel a módszerrel a késztermékek KLS-szintjének növelése is megoldható. A vajból szuperkritikus folyadék extrakcióval KLS-ben gazdag frakciót lehet kinyerni. Amennyiben kívánatos, az élelmiszerek KLS-tartalmának növelése is megvalósítható. A legkisebb bizonytalansággal járó eljárásnak az látszik, ha a késztermékekhez szintetikus készítményeket adunk. Manapság azonban a fogyasztók előnyben részesítik a csak természetes komponenseket tartalmazó élelmiszereket. Ha a tejtermékek nyersanyagául szolgáló tej KLS-szintjét takarmányozással megnöveljük, az a tej összetételének megváltozását okozhatja, ugyanis többek között a nemkívánatos transz zsírsavak mennyisége is megnövekedhet a tejben. A sajtok KLS-szintjének növelése KLS-termelő starter kultúrákkal ígéretes lehetőségnek tűnik, de az eddig elvégzett kísérletek még nem jártak eredménnyel. Több szerző nem talált kimutatható mennyiségű KLS-t margarinokban és növényi olajokban, míg mások jelentős mennyiségekről (0,02-2 g/100 g olaj) számoltak be. A különbségek oka feltételezések szerint a növényi olajok előállításánál alkalmazott eltérő feldolgozási módszer, ugyanis a c9,t11-C18:2 KLS képződése az olajok részleges hidrogénezése során is bekövetkezhet.
(Kulcsszavak: konjugált linolsav, sajt, vaj, egyéb élelmiszerek, tejtermékek)

ABSTRACT

Conjugated linoleic acid content of milk and milk products II.
Conjugated linoleic acid content of cheese, butter, other milk products and some other foods
(A review)

J. [1]Csapó, É. [1]Varga-Visi, Zs. [2]Csapó-Kiss, S. [3]Szakály
[1]University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Department of Biochemistry and Food Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.
[2]University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Department of Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.
[3]Hungarian Dairy Research Institute, Pécs, H-7623 Tüzér u. 15.

During the production of the processed cheese or the Indian ghee the applied heat treatment and also certain steps of the processing of the food industry can increase the CLA content. Heat treatment involves significant CLA formation mainly when the protein content of the product is high. On the other hand roasting and cooking of meats does not change significantly the CLA content and the CLA content of meat and vegetable based tinned food did not change significantly during processing. The CLA content of chocolates, cakes and biscuits depend on the milk fat content of the product. In the case of milk products made by fermentation, their CLA content can change during the fermentation, since some Propionibacteria spp. used in certain types of cheese production are able to produce CLA from linoleic acid in microbiological nourishment conditions. During the actual cheese production though no differences were found between the CLA content of cheeses containing Propionibacteria and those, which were not. According to some experts the CLA content of cheeses can increase during ripening, but others have not experienced significant change in the CLA content of semi-processed goods after the implanting of the starter culture. In most cases the CLA content of cheeses had no significant differences from the CLA content of milk as used for cheese production. If synthetic CLA is given to butter, the free fatty acids can be transmitted to triacyl-glycerol molecules by enzymatic esterification, and using that method the increase of CLA content can also be solved. A fraction can be reached from the butter that is rich in CLA using supercritical fluid extraction. If it is desirable the increase of the CLA content of food-products can also be accomplished. The simplest and uncertainty method seems to be giving synthetic products to the end-product. Nowadays though consumers give preference to food-products containing only natural components. If the CLA content of the milk, which is the raw material for milk products, is increased with feeding, that might change the composition of the milk, since the undesirable fatty acid quantity can also be increased. The increase of the CLA content of cheeses with CLA producing starter cultures seems to be a promising possibility, but the completed experiences resulted without success. Several authors could not demonstrate any considerable amount of CLA in margarine and in vegetable oils, while others covered significant (0.02-2 g/100 g oil) amounts. The reason for the differences according to the assumptions is possibly due to the different processing methods, since the formation of c9,t11-C18:2 CLA can happen during the partial hydrogenation of oils.
(Keywords: conjugated linoleic acid, cheese, butter, other foods, milk products)

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 is (0,36-0,70 g KLS/100 g zsír) *Ha és munkatársai,* (1989)*, Chin és munkatársai,* (1992a)*,*

Lin és munkatársai, (1995), valamint *Shanta és munkatársai,* (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 pasztőrözött tej zsírjának KLS-tartalmát 0,98 g/100 g értéknek mérték. Szintén ők a sűrített tej (0,63 g/100 g zsír) KLS-tartalmát hasonlónak találták, mint *Chin és munkatársai* (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 munkatársai* (1992b) 0,48 g/100 g KLS-t mértek joghurtok zsírjában. *Lin és munkatársai* (1995) joghurt esetében 0,38 g KLS/100 g értéket kaptak.

Jiang és munkatársai (1998) a Svédországban kapható tejtermékeket vizsgálva megállapították, hogy a különféle joghurtok, a vaj, a tejszínhab, és a tejföl KLS-tartalma 0,45-0,62 g/100 g zsír értékek között változott. Nem tapasztaltak jelentős eltérést egyik fent említett termék esetében sem. A teljes és a csökkentett zsírtartalmú joghurtok zsírjának KLS-tartalma sem különbözött jelentősen egymástól. 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 ugyanezen szerzők, *Jiang és munkatársai* (1996), a nyerstej esetében mértek.

Fogerty és munkatársai (1988) két ausztrál vaj KLS-tartalmát meghatározva 0,94 illetve 1,19 g KLS/100 g zsír értékeket kaptak. *Chin és munkatársai* (1992b) 14-féle tejtermék vizsgálatát végezték el, melyeknek KLS-tartalma 0,06 g KLS/100 g zsír (nem zsíros fagyasztott 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 zsír-t 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 munkatársai* (1990) ennek az egy KLS izomernek tulajdonítanak kedvező biológiai hatást. Tejtermékekben ugyanerről az izomer arányról számol be *Parodi* (1977) is, míg *Fritsche és Steinhart* (1998) szerint a biológiailag aktívnak vélt c9,t11-KLS izomer aránya 80%. *Werner és munkatársai* (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 munkatársai (1989) nem ömlesztett, és ömlesztett sajtok KLS-tartalmát vizsgálták. Az előbbiek esetében a két szélső érték 0,06 g KLS/100 g zsír (*kék sajt*), és 0,19 g KLS/100 g zsír (*parmezán*) volt. Ezen értékek alacsonyabbak voltak, mint amit *Chin és munkatársai* (1992b), *Jiang és munkatársai* (1998), *Fritsche és Steinhart* (1998) és *Werner és munkatársai* (1992) mértek sajtokban. Az ömlesztett sajtok, melyekhez savófehérje koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, körülbelül négyszer annyi KLS-t tartalmaztak, mint a kezeletlen, 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. A legnagyobb mennyiségben a t9,t11-KLS és a t10,t12-KLS izomer fordult elő az ömlesztett sajtokban. *Shanta és munkatársainak* (1992a) mérései szerint a kereskedelemben kapható ömlesztett sajtok KLS-tartalma 0,32-0,89 g KLS/100 g zsír értékek között volt. A c9,t11-KLS izomer a teljes KLS-tartalom 39,7-67,9%-át tette ki ezekben a sajtokban. A KLS izomerek arányának pontos megállapításához megfelelő laboratóriumi módszerek szükségesek, ugyanis az izomerek aránya a nem megfelelő minta-előkészítés hatására is megváltozhat, mivel az egy vagy

több *cisz* konfigurációjú kettős kötést tartalmazó izomerek sztereomutációval *transz* formájúvá alakulhatnak (*Parodi,* 1994).

A vaj konjugált linolsav szintjének növelése

A tejzsír 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 tejzsírba való beépülés mértékét. A másik megközelítés szerint a késztermék (a vaj) összetételét biológiai vagy fizikai-kémiai eljárásokkal módosítják a KLS-tartalom növelése érdekében.

Bauman és munkatársai (2000) tejelő tehenek napraforgó olajat tartalmazó takarmányával emelték meg a tej KLS-tartalmát, mely aztán a vajgyártás alapanyagául szolgált. Az eljárás célja az volt, hogy természetes módszerekkel olyan KLS-ben gazdag terméket állítsanak elő, mely orvosbiológiai állatkísérletekben védőanyagként alkalmazható a rákkutatásban. Mivel kísérletükben a tej KLS-szintje egy hétig tartó kísérleti táp etetése után volt a legmagasabb, a tejet az első hét végén gyűjtötték be. Az egyedek között is szelektáltak, és a legmagasabb KLS-szintű tej volt a vaj alapanyaga. Míg a napraforgóolajat nem fogyasztó kontroll csoport tejéből készült vaj csupán 0,5 g/100 g zsír KLS-t tartalmazott, a kísérleti csoport tejéből készített vaj 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 kontroll csoportéban (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 kontrollban. Minden transz-C18:1 izomer aránya magasabb volt, mint a kontroll csoport termékében, és ez különösen vonatkozott a t11-C18:1 izomerre. A KLS-ben gazdagított vaj több telítetlen zsírsavat, és kevesebb rövid és közepes lánchosszúságú zsírsavat tartalmazott.

Garcia és munkatársai (2000) a már elkészített vajhoz adtak szintetikus konjugált linolsavat és enzimkészítményt, ilymódon a vaj triacil-glicerolja it enzimes módszerrel részlegesen átésztereztek. A módszerfejlesztés során az volt a cél, hogy a vajhoz adott konjugált linolsavak minél jobban beépüljenek az acil-glicerolokba. Első kísérletükben több enzimkészítmény lipáz aktivitását vizsgálták meg, és úgy találták, hogy a *C. antarctica* lipáz enzime (*Chirazyme L-2*, helyhezkötött (*immobilizált*) forma) viszi be leghatékonyabban a KLS-t az acil-glicerolokba. Megállapították, hogy az enzim hőmérsékleti optimuma 50oC, mivel 60oC-on az átészterezés mértéke a denaturálódás miatt már csökkent. A keletkezett termék mennyiségét az inkubálási idő függvényében ábrázolva megállapítható, hogy a beépült KLS mennyisége az inkubálás kezdetén rohamosan nőtt, majd a görbe ellaposodva egy telítési határhoz tartott minden enzimkoncentráció esetében. Mikor a szerzők adott szubsztrát mennyiséghez képest növelték az enzimmennyiséget, egyre hamarabb érte el a termék mennyisége ezt az egyensúlyi értéket. 50 mg enzim használata esetében (100 mg KLS és 1 g vaj mellett) az egyensúly már húsz óra alatt beállt (kb. 10 g KLS/100 g zsír érték). A szerzők szerint ezzel az immobilizált enzimmel csőreaktorban, folyamatos üzemeléssel elméletileg lehetőség nyílna a konjugált linolsavban dúsított vaj előállítására. Az átészterezés hatékonyságát befolyásolta a vaj víztartalma is, ugyanis 0,15% víztartalom felett a KLS bevitel mértéke csökkent és a nem kívánatos hidrolízistermékek mennyisége is nőtt (szabad zsírsavak, mono- és diacil-glicerolok). A triacil-glicerolok szénatomszám szerinti megoszlása megváltozott az átészterezés hatására, mivel a hosszú szénláncú

zsírsavak (C18) főleg a közepes és rövid szénláncú zsírsavak helyett épültek be az acil-glicerolokba.

Romero és munkatársai (2000) szuperkritikus fluid extrakcióval (SFE) tejzsírból KLS-ben gazdag tejzsír frakciót állítottak elő. Módszerük ötletét az adta, hogy régebbi tapasztalatok szerint (*Bhaskar és mtsai.,* 1998; *Rizvi és Bhaskar,* 1995) a vízmentes tejzsírból szén-dioxidos SFE során olyan frakciót lehet kinyerni, amely gazdagabb a hosszabb szénláncú, és telítetlen zsírsavakat tartalmazó triacil-glicerolokban, mint az eredeti tejzsír. *Romero és munkatársai* (2000) egy folyamatos üzemű, kísérleti SFE berendezést állítottak össze, és szén-dioxidos SFE-val a vízmentes tejzsírt ellenáramú extrakcióval öt frakcióra bontották. Az első frakció KLS-tartalma jelentősen magasabb volt (0,78 g/100 g), mint az eredeti tejzsíré (0,42 g/100 g), vagy a többi frakcióé (0,45; 0,42; 0,28; 0,31 g/100 g). A KLS-tartalmú triacil-glicerolok frakciók közti koncentráció változása követte a többi hosszú láncú, telítetlen zsírsavat tartalmazó triacil-glicerol mennyiségi változását az extrakció során. A szerzők szerint az első frakció összetétele több egyéb komponens mennyisége szempontjából is kedvezően alakult: több telítetlen zsírsavat és β-karotint, de kevesebb koleszterint tartalmazott, mint a többi frakció és az eredeti tejzsír. Az első frakció olvadáspontja a szobahőmérséklet felett volt (30°C). A szerzők úgy vélik, ezt a terméket vagy önállóan, magas táplálkozási értékű vajként; vagy egyéb tejtermékekhez keverve lehetne hasznosítani.

A sajt konjugált linolsav szintjére ható tényezők

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

Ha és munkatársai (1989) természetes és ömlesztett sajtok KLS-tartalmát vizsgálták. Azok az ömlesztett sajtok, melyekhez savófehérje koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, körülbelül négyszer annyi KLS-t tartalmaztak, mint azok a sajtok, melyek esetében nem történt fehérje-kiegészítés. Az idézett szerzők szerint a KLS-termelődés több okból is bekövetkezhetett: létrejöhetett KLS a feldolgozás során a hőkezelés hatására, valamint az érés alatt is a linolsav szabad gyökös oxidációja folytán. A fehérje eltérő minősége is befolyásolhatta a keletkezett KLS mennyiségét az ömlesztett sajtban. *Shanta és munkatársai* (1992b) kísérletükben *cheddar* sajtból ömlesztett sajtot készítettek, két ömlesztési hőfokon. Úgy találták, hogy a 80°C-on és a 90°C-on, atmoszférikus nyomáson ömlesztett *cheddar* sajtok KLS-tartalma kb. 10%-kal magasabb volt, mint a nyersanyag sajté. Ha azonban az ömlesztést nitrogén atmoszférában végezték, nem tapasztaltak emelkedést a KLS-tartalomban. Az ömlesztett sajt savófehérje-koncentrátum tartalmának nulláról 6%-ra történő növelésével a KLS-szint 35%-kal nőtt. A fehérje hozzáadással előmozdított KLS-szint növelés során az ömlesztett *cheddar* sajtban a c9,t11-KLS izomer aránya nem változott jelentősen (45%).

Mivel a KLS-t 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). *Lin és munkatársai* (1995) nem találtak különbséget különböző starterkultúrával készített *cheddar* típusú sajtok KLS-tartalma között. Annak érdekében, hogy a starterkultúrák KLS-szintre gyakorolt hatását kísérleti, ellenőrzött körülmények között is vizsgálni tudják, *Jiang és munkatársai* (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 színtenyészettel készült sajtok KLS-tartalma nem különbözött jelentősen. A bolti *grevé* sajt KLS-tartalmát magasabbnak mérték (0,71 g/100 g zsír), mint a szerzők által készített *grevé* sajtét (0,48 g/100 g). A szerzők szerint a különbséget a bolti sajt sajttejének magasabb KLS-tartalma okozta, a bolti sajt készítését ugyanis nyáron kezdték el. Az élelmiszergyártás során használt starterkultúrák tartalmazhatnak olyan mikroorganizmusokat, melyek *in vitro* KLS-t állítanak elő. *Jiang és munkatársai* (1998) ezért megvizsgálták több olyan baktérium KLS-termelő képességét, melyek előfordulnak a színtenyészetekben. Hét *Lactobacillus*, négy *Lactococcus*, két *Streptococcus* és hat *Propionibacterium* faj, illetve alfaj közül mindössze három *Propionibacterium freudenreichii* törzs termelt KLS-t. Ezeknek a baktériumoknak fontos szerepe van az ún. svéd típusú sajtok jellegzetes aromájának és lyukazottságának kialakításában.

A baktérium sejtek és a tápközegek analízise azt mutatta, hogy a KLS inkább a sejteken kívül fordult elő, mint a sejtekben. Az összes KLS-tartalom 70-90%-át a c9,t11-C18:2 és a t9,c11-C18:2 izomer tette ki, a c9,t11-C18:2 izomer KLS-en belüli aránya a hasonló volt ahhoz, amit a tejtermékekben általában mértek. E két izomeren kívül még a t10,c12-C18:2; a t9,t11-C18:2; és a t10,t12-C18:2 konjugált linolsavak voltak jelen kisebb mennyiségben. A KLS-termelő három *Propionibacterium freudenreichii* törzsre a szabad linolsav antibakteriális, növekedést gátló hatást gyakorolt. A KLS-t nem termelő törzsek esetében ellenben nem volt ilyen hatás. A KLS-termelő fajok és törzsek linolsav-tűrése, és az általuk termelt KLS mennyisége egyenesen arányos volt egymással. Így, a szerzők szerint, a szabad linolsav KLS-sé alakítása ezen *Propionibacterium freudenreichii* törzsek esetében egy méregtelenítési folyamatnak fogható fel. Ezek a baktériumok a számukra káros szabad linolsavat úgy próbálják hatástalanítani, hogy KLS-sé alakítják. A *transz* konfigurációjú kettős kötéseket is tartalmazó zsírsavak antimikróbás hatása ugyanis kisebb, mint a *cisz* konfigurációjú kettős kötéseket tartalmazóké (*Kabara,* 1983). Az extracelluláris tér analízise azt mutatta, hogy a c9,t11-C18:2 és a t9,c11-C18:2 izomerek egy része tovább hidrogéneződött c9-C18:1 zsírsavvá. Ez a biológiai hidrogénezési folyamat eltér a *B. fibrisolvens* által a bendőben végzett linolsav hidrogénezéstől, mert ott a c9,t11-C18:2 KLS izomer az első lépésben t11-C18:1 zsírsavvá alakul. Azokban a tápközegekben, melyek felületaktív anyagokat (*Tween 80*, fehérjék) tartalmaztak, a szabad linolsav növekedést gátló hatása kisebb mértékű volt. Így elképzelhető, hogy ezekkel az anyagokkal csökkenteni lehet a linolsav baktérium növekedést gátló hatását, és ezáltal több KLS is termelődik. A szerzők lehetségesnek tartják a jövőben KLS-ben gazdag sajtok előállítását ezekkel a KLS termelő *Propionibacterium* törzsekkel, KLS termelési mechanizmusuk jobb megismerése után. Ugyanezek a szerzők egy előző kísérletükben nem találtak különbséget a *Propionibacterium* fajokat tartalmazó *grevé* és azokat nem tartalmazó *herrgårdost* sajtok KLS-tartalma között (*Jiang és mtsai.,* 1998).

Az érlelési idő hatásával kapcsolatban ellentmondásosak a tapasztalatok. *Ha és munkatársai* (1989) szerint a *parmezán* sajt magasabb KLS-szintje összefüggheet a hosszú érlelési idővel, ellenben *Lin és munkatársai* (1995) nem találtak különbséget a fiatal és az idős *cougar* sajtok KLS-tartalma között. *Jiang és munkatársai* (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 vész el a táplálékból a feldolgozás során (*Jiang és mtsai,* 1998).

Werner és munkatársai (1992) az eltérő starterkultúrák, feldolgozási módok és érlelési időtartamoknak a KLS-tartalomra és az izomer-eloszlásra gyakorolt hatását vizsgálták, három, nem ömlesztett *cheddar*-típusú sajt esetében. Eredményeik azt tükrözték, hogy a különböző starterkultúrák, a gyártási folyamatok és az érlelési időtartamok sem gyakoroltak jelentős hatást a teljes KLS-tartalomra, azonban – bár kis mértékben – befolyásolták a KLS izomerek megoszlását a sajtokban.

Aneja és Murthi (1991) kísérletekkel igazolták, hogy az indiai *ghee* KLS-szintjét nagyban befolyásolja annak előállítási módja. A KLS mennyisége akár ötszörösére is növelhető az előállítás során. 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 az alvadékképzés során fellépő mikrobiális fermentáció tehető felelőssé. A KLS-tartalmat befolyásolta a szűrési hőmérséklet is, ugyanis magasabb hőmérsékleten (110oC) több KLS keletkezett, mint alacsonyabb hőmérsékleten (100oC). A kutatók véleménye szerint 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 munkatársai* (1992) is tapasztaltak, savófehérjével dúsított ömlesztett sajtok esetében.

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; *Shanta és mtsai.,* 1992b; *Werner és mtsai.,* 1992).

Más élelmiszerek konjugált linolsav-tartalma

Fritsche és Steinhart (1998) a kérődzők húsában mintegy tízszer magasabb KLS-tartalmat talált, mint a monogasztrikus állatokéban. A nyershús KLS-tartalma 0,11 g/100 g zsír (nyúlhús) – 1,20 g/100 g zsír (bárányhús) értékek között változott. A húskészítmé-nyeknél ugyanezek az értékek 0,27 g/100 g zsír (főtt sonka) – 0,44 g/100 g zsír (füstölt német kolbász) tartományba estek. A szerzők véleménye szerint a húskészítmények KLS-tartalma hasonló a nyersanyagok KLS-szintjéhez, és nem változtak jelentősen sem a fermentáció, sem az egyéb gyártási folyamatok során. A nyershúsok KLS-tartalma hasonló volt ahhoz, amit *Shantha és munkatársai* (1994) mértek nyers marhahúsban (0,31-0,85 g/100 g zsír közötti értékek). Utóbbi szerzők megvizsgálták, hogy jelent-e változást a darált marhahús KLS-tartalmában a hőkezelés hőmérséklete (belső hőmérséklet: 60oC, illetve 80oC), és az elkészítési módszer (sütés zsírban és zsír nélkül, főzés, mikrohullámú sütés). Úgy találták, hogy sem a konyhatechnikai módszer, sem az alkalmazott hőmérséklet nem befolyásolta jelentősen a darált marhahús KLS-tartalmát.

Egy Új-Zélandon készült vizsgálat szerint legeltetett bárányok szubkután zsírja 0,1-0,7 g/100 g zsír c9,t11-KLS-t tartalmazott (*Hansen és Czochanska,* 1976). A kereskedelmi sertéshús-szelet zsírja kis mértékben tartalmazta ugyanezt az izomert (*Ackman és mtsai.,* 1981). Grillezett darált marhahúsban *Ha és munkatársai* (1987) 0,1 g/100 g-nak mérték a KLS mennyiségét. Ausztráliában *Fogerty és munkatársai*

(1988) különféle gazdasági állatokból több húsmintát vizsgáltak meg. Az átlagos c9,t11-KLS-tartalom g/100 g zsír mértékegységben megadva 1,49 volt a bárány-, 1,30 a marha-, 0,74 a borjú-, 0,14 a sertés-, és 0,18 a csirkehúsban. Három tojásminta 0-0,24 g/100 g zsír mennyiségben tartalmazta ezt az izomert. *Fritsche és Steinhart* (1998) tojássárgája esetében 0,02 g KLS/100 g zsír, *Chin és munkatársai* (1992b) tojás esetében 0,06 KLS/100 g zsír koncentrációt határoztak meg.

Chin és munkatársai (1992b) a fentihez hasonló, de szélesebb körű felmérést végeztek el az Egyesült Államokban. Az átlagos teljes KLS izomer tartalom g/100 g zsírra vonatkoztatva, marhahúsnál 0,37; bárányhúsnál 0,56; borjúhúsnál 0,27; sertéshúsnál 0,06; és csirkehúsnál 0,09 volt. Ezek az értékek, főként a kérődző állatok esetében, lényegesen alacsonyabbak voltak, mint amit az ausztráliai termékeknél mértek. Az eltérések oka valószínűleg a különböző takarmányozási módszerekben keresendő (*Parodi,* 1994). *Chin és munkatársai* (1992b) megvizsgáltak több tengeri eredetű élelmiszert is, melyek KLS-tartalma alacsony volt (kb.0,05 g/100 g zsír). Ezekből az élelmiszerekből a biológiailag aktív c9,t11-KLS izomert nem tudták kimutatni. *Fritsche és Steinhart* (1998) több halfaj KLS-tartalmát vizsgálták meg, és az előző szerzőkhöz hasonlóan jóval kisebb mennyiségű KLS-t találtak bennük, mint a hús-, vagy tejtermékek esetében. A legkisebb érték: 0,01 g KLS/100 g zsír (lándzsás folyami sügér), a legmagasabb pedig 0,09 g KLS/100 g zsír (ponty) volt.

Chin és munkatársai (1992b) feldolgozott húsok és húskészítménykonzervek, zöldségkonzervek, tengeri eredetű élelmiszerkonzervek és csecsemőételek KLS-tartalmát vizsgálva megállapították, hogy a késztermékekben mért KLS-mennyiség általában hasonló volt az alapanyagokban mért értékekhez, tehát a gyártási folyamatok nem változtatták meg jelentősen a KLS-szintet. *Fritsche és Steinhart* (1998) megállapították, hogy a csokoládék, sütemények, kekszek, és egyéb készételek KLS-tartalma főként a tejzsírból származott. Ha a termékben a tejzsír egy részét növényi eredetű olajjal helyettesítették, akkor a termék zsírsavainak kisebb része volt KLS. Azok az élelmiszerek, melyek nagyobb mennyiségben tartalmaztak növényi eredetű hidrogénezett olajat, nem tartalmaztak KLS-t detektálható mennyiségben (KLS koncentráció <0,01 g/100 g zsír).

Fogerty és munkatársai (1988) három margarin mintát megvizsgálva nem találtak bennük kimutatható mennyiségű KLS-t. *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 találta. *Mossoba és munkatársai* (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 munkatársai* (1991a, 1991b) a Brazíliában használt exotikus olajokban szintén találtak konjugált linolsavakat. *Ackmann és munkatársai* (1981) kis mennyiségű c9,t11-KLS izomert tudtak kimutatni a Kanadában kereskedelmi forgalomban kapható kukorica-, földimogyoró-, szójabab- és pálmaolajban. *Chin és munkatársai* (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. Érdekes megjegyezni, hogy mikor a szerzők a laboratóriumukban készített kukoricaolajat vizsgálták, a teljes KLS-tartalom szintén 0,02 g/100 g zsír értéknek adódott, viszont ebben az esetben nem detektálták a c9,t11-KLS izomert. 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).

IRODALOM

A vonatkozó irodalom a rewiev cikk harmadik részének végén található.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Csapó János
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.
University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Tel.:36-314-155, Fax:36-82-320-175
e-mail:csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol 5 No 4, 23-38
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma III. A konjugált linolsavak és a tejzsír biológiai hatása; konjugált linolsavak az emberi szervezetben (Irodalmi feldolgozás)

[1]Csapó J., [1]Vargáné Visi É., [2]Csapóné Kiss Zs., [3]Szakály S.

[1]Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai Intézet, Biokémiai és Élelmiszerkémiai Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.
[2]Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai Intézet, Kémia Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.
[3]Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, Pécs, 7623 Tüzér u. 15.

ÖSSZEFOGLALÁS

Állatkísérletek alapján bizonyítottnak látszik, hogy a takarmányhoz kevert szintetikus KLS gátolja a gyomor és a bőrrák kialakulását egerekben, valamint a bélrák és az emlőrák kifejlődését patkányokban. Bár in vitro kísérletekben a KLS több emberi szövet esetében is jelentősen csökkentette a rákos sejtek proliferációját, nem tudjuk, hogy hatása mennyiben módosul in vivo körülmények között. Az eddigi kutatások alapján megállapítható, hogy a KLS-nek a karcinogenizis folyamatára gyakorolt hatása nagyon összetett és teljességében még nem ismert. Az emberi szervezetben a kedvező élettani hatások kiváltásához szükséges napi KLS-bevitel mennyisége sem ismert, csupán állatkísérleteken alapuló becsült értékeket ismerünk. Az ember KLS fogyasztása és a rosszindulatú daganatos betegségek kialakulása közötti kapcsolat kimutatása nehézségekbe ütközik, mivel a kísérletben résztvevő önkéntesek táplálkozási szokásait akár évtizedeken keresztül rögzíteni kellene, hogy a KLS-bevitel összevethető legyen a betegségek kialakulásának mértékével. A kísérletben résztvevő önkéntesek életmódjában és környezetében nagy eltérések lehetnek szemben az azonos kísérleti körülmények között tartott állatokkal, s így a zavaró faktorok hatását csak nehezen lehetne csökkenteni vagy kiküszöbölni. Mindezen nehézségek ellenére célszerű lenne az állatkísérletek eredményeinek figyelembevételével kísérleteket folytatni a KLS emberre gyakorolt élettani hatásának megismerésére és a rákellenes hatás igazolására, mielőtt az élelmiszerek KLS-tartalmának növelését tűznénk ki célul.
(Kulcsszavak: konjugált linolsav, tejzsír, biológiai hatás, karcinogenezis)

ABSTRACT

Conjugated linoleic acid content of milk and milk products III. Biological effect of conjugated linoleic acid and milkfat; conjugated linoleic acid in the human organism (A review)

J. [1]Csapó, É. [1]Varga-Visi, Zs. [2]Csapó-Kiss, S. [3]Szakály
[1]University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Department of Biochemistry and Food Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.
[2]University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Department of Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.
[3]Hungarian Dairy Research Institute, Pécs, H-7623 Tüzér u. 15.

Based on the results of animal experiments it seems to be proved that the CLA mixed to the feed hinders the formation of gastric- and skin cancer in mice, and also the development of intestine- and breast cancer in rats. Although at in vitro experiments in the case of several human tissues the CLA significantly decreased the proliferation of the cancerous cells, it is not known how its effect is changed at in vivo circumstances. Based on some recent experiments it can be stated that the effect of the CLA on the process of carcinogenesis is very complex and it is not completely known. The required amount of CLA intake for the desirable physiological effects in human organism is not even known, we only able to give estimated values based on animal experiments. Revealing the connection between the CLA consumption and the formation of malignant tumour illnesses in human subjects encounters difficulties, since the feeding habits of volunteers taking part in the experiments should be put on record perhaps even for decades, in order to be able to compare the CLA intake with the degree of the formation of illnesses. There might be great differences in the lifestyle and environment of the volunteers taking part in the experiments opposite to the animals kept in the same experimental circumstances, so the effects of the disturbing factors could only hardly be decreased or eliminated. Despite of these difficulties, taking the results of the animal experiments into consideration, it might be expedient to carry on with the experiments on recognising the physiological effects of the CLA on humans, and for the justification of its anti-cancer effects, before we aim to increase the CLA content of food-products.
(Keywords: conjugated linoleic acid, milkfat, biological effect, carcinogenesis)

A konjugált linolsavak biológiai hatása

A daganatos betegségek kialakulásának több oka lehet, ugyanis mind a genetikai, mind a káros környezeti hatások növelhetik a betegség kialakulásának kockázatát (*Parodi,* 1997b). Egy epidemiológiai tanulmányokról írt összefoglalóban leírták, hogy a rákos halálesetek körülbelül 35%-a táplálkozási okokra vezethető vissza. A különféle rákbetegségek esetében ez az érték 20 és 60% között van (*Doll,* 1992). Az elfogyasztott táplálék tartalmazhat olyan összetevőket, melyek segítenek megelőzni a rákot, és lehetnek benne olyan alkotók is, amelyeknek szerepe lehet a rák kialakulásában (*Ames és mtsai.,* 1995; *Doll,* 1996). Manapság a rák megelőzési stratégia egyik fontos része olyan természetes élelmiszer komponensek felfedezése, melyeknek rákellenes hatásuk van. A legtöbb ilyen vizsgálat a növényi eredetű élelmiszerekre irányul, azonban a kutatások során kiderült, hogy az állati eredetű tejzsír is tartalmaz több olyan komponenst, melyeknek rákellenes hatása van. Ilyenek a konjugált linolsavak, a szfingomielinek, a vajsav, és az éter-lipidek (*Parodi,* 1997b).

A KLS rákellenes hatását először *Pariza és Hargraves* (1985) tapasztalta, akik kezdetben arra kerestek választ, hogy milyen mutagén anyagok keletkeznek a hús konyhatechnikai kezelése során. A mutagén anyagok helyett felfedeztek egy csoport antimutagén hatással rendelkező zsírsavat, melyekről kiderült, hogy konjugált linolsavak. A szerzők ledarált, majd megsütött marhahúsból készítettek tisztítatlan, és részlegesen tisztított kivonatokat. Ezek a kivonatok gátolták a baktériumok mutagenezisét, és a 7,12-dimetilbenz(a)antracénnel (DMBA) kiváltott bőrrák kifejlődését egerekben. Ez a mutagenezist szabályozó anyag szintén jelen volt a nyers darált marhahúsból készült kivonatokban, és nem bomlott le a sütés hatására sem. Ezt a kísérletet *Ha és munkatársai* (1987) folytatták tovább, akik egy alaposan tisztított frakciót különítettek el, amely legnagyobb mennyiségben a következő négy KLS izomert tartalmazta: c9,t11; t9,t11; t10,c12; és t10,t12. Ez a négy izomer adta a teljes KLS-tartalom több mint 90%-át. Ez a frakció a citokróm P-450 enzimcsalád aktivitását *in*

vitro gátolta. Ez az enzimcsalád felelős a rákkeltő IQ (2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*] kinolein, IQ) aktiválásáért a májban. Néhány év múlva kiderült, hogy a KLS a májban, *in vivo* körülmények között is gátolta a citokróm P-450 enzimcsalád működését. Az IQ aktiválását a májon kívül a prostaglandin H-szintetáz végzi, és a KLS ezt az enzimet is gátolta (*Liew és mtsai.,* 1995). *Ha és munkatársai* (1987) a frakció elemzése után szintetikus KLS készítményekkel vizsgálták azok élettani hatását. Egy kétlépcsős kísérlet során arra kerestek választ, hogy gátolja-e a KLS a bőrrák kialakulását egerekben. A KLS-t helyileg alkalmazták, az egerek háti bőrrétegén. A kontroll egereket linolsavval, vagy acetonnal kezelték, majd az egerek DMBA-t és 12-O-tetra-decanoylphorbol-13-acetátot (TPA) kaptak, a tumorképződés kiváltása érdekében. A linolsavval és az acetonnal kezelt egerek esetében nem volt különbség a daganatos esetek számában. Ezzel szemben a KLS-sel kezelt egereken mindössze fele annyi papillóma keletkezett, és a daganatos esetek száma is alacsonyabb volt, mint a kontroll csoportokban. Egy későbbi tanulmányban *Ha és munkatársai* (1990) azt tapasztalták, hogy a szintetikus KLS meggátolta a benz(a)pirén (BP) által indukált kóros szövetképződést az egerek gyomrának elülső részében. Három egymástól független kísérletsorozatot végeztek, melyek során egereknek gyomorszondán keresztül KLS-t, olíva olajat, vagy linolsavat adtak, majd rákkeltő anyaggal (BP) karcinogenezist idéztek elő. Azokban az állatokban, melyeknek KLS-t adtak a BP adagolás előtt, csak fele annyi daganat keletkezett, mint a kontroll csoportokban (olívaolaj, vagy linolsav adagolás). A három kísérletsorozatból két esetben a daganatos egyedek száma szintén kevesebb volt a KLS-sel kezelt csoportban. A KLS intubálása után eltávolították az egerek gyomrát, és biokémiai analízisnek vetették alá. Azt tapasztalták, hogy a KLS beépült a szöveti sejtek membránjának foszfolipid frakciójába, azonban a kilenc izomer közül, amely jelen volt a szintetikus KLS-ben, mindössze egyet, 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 kísérletek során a KLS antioxidáns tulajdonságára is felfigyeltek, és a KLS-t még az α-tokoferolnál is hatékonyabb antioxidánsnak találták. A KLS majdnem annyira hatásosnak bizonyult a lipid peroxidációs folyamatok ellen, mint a butil-hidroxi-toluol (BHT). A szerzők feltételezése szerint a KLS rákellenes hatása azon alapult, hogy a KLS molekula *in situ* védelmet nyújtott a membránt támadó szabad gyökök ellen.

A sejtproliferációs folyamatok beindulását többek között az ornitin dekarboxiláz enzim (ODC) aktivizálódása jelzi. Az ODC szintje magas a gyorsan osztódó szövetekben, például a bélnyálkahártyában, de a magas ODC érték a daganatképződés jele is lehet (*Parodi,* 1994). *Benjamin és munkatársai* (1992) azt tapasztalták, hogy az egerek előgyomrában rákkeltő anyaggal (TPA) kiváltott ODC aktivizálódás a KLS-adagolás hatására mérséklődött. A protein kináz C számos sejtfolyamatban vesz részt, többek között a sejtek közötti kommunikációban, a sejtosztódásban, és a daganatképződés előmozdításában. A daganatkeltő TPA hatékonyan aktiválja a protein kináz C enzimet (*Parodi,* 1994). Ha KLS jut a szervezetbe a rákkeltő TPA beadása előtt, a KLS meggátolja, hogy a TPA a protein kináz C-t aktivizálja, és ez is okozhatja a KLS rákellenes hatását a gyomorban és egyéb szervekben (*Benjamin és mtsai.,* 1992).

A grillezett marhahús olyan heterociklikusos amint tartalmaz (2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*] kinolein, IQ) amely több szervben DNS elváltozásokat okoz. Ezt a folyamatot is gátolták a konjugált linolsavak *Zu és Schut* (1992) egerekkel végzett kísérleteiben. A KLS etetése szintén gátolta az IQ DNS-re gyakorolt negatív hatását patkányok vastagbelében, és a rendellenes bemélyedések számának növekedését is jelentősen korlátozta. A rendellenes crypták mikroszkóppal megfigyelhetők, és

mennyiségük a korai kóros szövetképződést megelőzően jelzi, hogy milyen esély van arra, hogy a vastagbél karcinogenezis rosszindulatúvá fajuljon (*Liew és mtsai.,* 1995). Emlőrák esetében a szintetikus úton előállított KLS jelentős antikarcinogén hatásáról számolt be több szerző, patkányokon végzett kísérletek eredményei alapján. *Ip és munkatársai* (1991) a DMBA beadása előtt két héten át KLS-t etettek a patkányokkal, és folytatták a védőanyag adását egészen a kísérlet végéig. A takarmány 0,5; 1; és 1,5%-át kitevő KLS-bevitel hatására az emlődaganatok száma 32; 56; és 60%-kal csökkent. A daganatos állatok száma, az egyedeken található átlagos daganatszám, és a daganatok tömege hasonló mértékben csökkent a KLS bevitel növelésének hatására. A fibroadenomák száma szintén csökkent a KLS-szintjének növelésével; tehát a KLS mind a jó, mind a rosszindulatú daganatok képződését gátolta. Az emlők rákos sejtjeinek kivonatából és a májból nyert foszfolipid frakciók analízise azt mutatta, hogy csupán a c9,t11-KLS izomer épült be a foszfolipidekbe, mindkét szerv esetében. A KLS összes izomere megtalálható volt a szövetek triacil-glicerol molekuláiban; de csak a *cisz*-9, *transz*-11 izomer épült be a foszfolipid membránokba. Ez az eredmény egybevág *Ha és munkatársai* (1990) kísérleteinek eredményével. A KLS antioxidáns tulajdonságát *Ip és munkatársainak* (1991) kísérlete is igazolta. A KLS-etetés hatására az emlőmirigyekben csökkent a lipid peroxidációs folyamatok intenzitása, azonban hasonló hatást a szerzők nem tapasztaltak a májban. Más szerzők véleménye szerint a KLS-nek nincs antioxidáns hatása, sőt, még elő is segítheti a lipidoxidációt (*van den Berg és mtsai.,* 1995; *Chen és mtsai.,* 1997).

Egy másik kísérletben, alacsonyabb karcinogén dózis alkalmazása esetén úgy találták, hogy még alacsonyabb KLS-szintek (0,1 g KLS/100 g táplálék) hatására is jelentősen csökkent a kialakult emlődaganatok száma. A fenti két kísérlet során (*Ip és mtsai.,* 1991, 1994) kiderült, hogy a KLS hatása arányos volt annak dózisával egy adott szintig (1 g KLS/100 g táplálék), viszont ezen érték fölött már nem volt további javulás. Az elválasztástól (21 napos kor), a rákkeltő anyag beadásáig (50 napos kor) tartó rövid időtartamú KLS-bevitel szintén csökkentette a daganatképződést azokban az esetekben, mikor DMBA-t, vagy metil-nitrozo-ureát használtak karcinogén vegyületként (*Ip és mtsai.,* 1994). A 21. és az 50. életnapok között zajlik a patkányok emlőmirigyeinek érési folyamata. Az 50. napra az emlőmirigyek szerkezete megegyezik a felnőtt állatok emlőmirigyeinek felépítésével (*Parodi,* 1997b). A KLS emlőrák kialakulását gátló hatása nem függött a táplálékkal bevitt zsiradék mennyiségétől, és típusától (*Ip és mtsai.,* 1996). Szintén fontos kitérni arra, hogy a KLS csak akkor jelentett védelmet az emlőtumor képződéssel szemben, ha adagolását már a rákkeltő anyag beadása előtt megkezdték az elválasztás után, vagy a perpubertás időszakában. Mikor olyan patkányoknak adtak be karcinogén anyagot, melyek ezt megelőzően nem kaptak KLS-t, és emlőmirigyeik már kifejlődtek, akkor a védelem érdekében egész életük alatt fogyasztaniuk kellett a KLS-t. Ezek a tapasztalatok közelebb visznek minket ahhoz, hogy megértsük a malignus emlőtumorok kialakulásának folyamatát, és tanulmányozzuk a KLS kölcsönhatását a fejlődő emlőszövetekkel, és a karcinogén anyagokkal (*Parodi,* 1997b).

Sejtkultúrákban a KLS citotoxikus hatást gyakorolt az emberi rákos sejtekre. Ha az inkubálás során a sejttenyészetekhez annyi KLS-t adtak, hogy az a vérben mért fiziológiai koncentrációban legyen jelen, akkor a humán eredetű rosszindulatú melanoma, a colorektális rákos sejtek, és az emlőtumor sejtjeinek proliferációja jelentősen csökkent a kontroll kultúrákhoz képest (*Schultz és mtsai.,* 1992). A KLS gátló hatása nagyobb volt, mint a β-karotiné, amely csak az emlő tumorsejtjeinek proliferációját csökkentette. A KLS-szintén gátolta három tüdő adenocarcinoma

sejtvonal szaporodását, de nem gátolta a glioblastoma sejtvonalak proliferációját (*Schonberg és Krokan,* 1995). Azok a rákos emlősejtek, melyekhez KLS-t adtak, kevesebb leucint, uridint, és timidint, a colorektális és a melanóma sejtek pedig kevesebb leucint építettek be, mint a kontroll kultúrák. *Schultz és munkatársai* (1992) ebből azt a következtetést vonták le, hogy a KLS a fehérje- és a nukleotid bioszintézis gátlásán keresztül gátolja a rákos sejtek növekedését. Ezen kívül elképzelhetőnek tartották, hogy a KLS befolyásolta az eikozanoid lebontást vagy a lipid peroxidációt is.

Jiang és Kamal-Eldin (1998) a KLS antioxidáns tulajdonságait vizsgálták egy *in vitro* modell rendszerben. Linolsav-metilészter (LSM) és konjugált linolsav-metilészter (KLSM) oldatokhoz metilénkéket (MK) adtak, majd megvilágítással fotooxidációt váltottak ki. A KLSM oldatok peroxidszáma lényegesen kisebb volt, mint a LSM oldatoké. A zsírsavészterek mennyisége is kisebb mértékben csökkent a besugárzási idő függvényében, mint a LSM oldatoknál. A zsírsavészterek mennyiségének csökkenésével arányosan nőtt a peroxid-érték mindkét zsírsavészter esetében, de az egyenes meredeksége nem volt azonos; egységnyi zsírsavészter veszteségnél lényegesen kisebb volt a peroxidszám növekedés a KLSM oldatok esetében, mint a LSM oldatokban. A szerzők 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. Ebből az következik, hogy csupán a peroxid-érték mérése nem elégséges a KLSM oxidatív lebomlásának nyomon követésére. A fényérzékeny anyagként használt metilénkék egy idő után elszíntelenedett, mivel hidrogént vett fel a hidroperoxidoktól (*Steward és mtsai.,* 1983; *Tanielian és mtsai.,* 1992). A megvilágítás első két napján a MK színváltozása nagyobb volt a KLSM oldatoknál, mint a LSM oldatoknál, a harmadik naptól viszont fordított helyzet állt elő. Azonos zsírsav-észter veszteségnél viszont a KLSM oldatok sokkal jobban elszíntelenedtek, mint a LSM oldatok. Mivel a KLSM oldatokban kevesebb hidroperoxid keletkezett, mint a LSM oldatokban, a szerzők az indikátor gyors színváltozásának okát valamely más, eddig még nem ismert reakcióban keresték. Az eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy a KLSM és a LSM nem viselkedik azonos módon a MK indikálta fotooxidáció során.

Sokan vizsgálták már, hogy a KLS milyen folyamatokon keresztül befolyásolja a karcinogenezist, de ennek ellenére ezek a folyamatok még nagy részben feltáratlanok. A kölcsönhatás mechanizmusa eltérő lehet különböző típusu tumorok esetében, de az életkor, a karcinogén anyaggal való kapcsolat időtartama, és a karcinogenezis előrehaladottsága is megváltoztathatja a KLS hatásmechanizmusát (*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) gátolja a nukleotid szintézist (*Schultz és mtsai.,* 1992), csökkenti a proliferatív aktivitást (*Ip és mtsai.,* 1994), gátolja a DNS károsodást (*Zu és Schut,* 1992) és gátolja a rákkeltő anyag aktivizálódását (*Liew és mtsai.,* 1995).

A KLS rákellenes hatásán kívül egyéb biológiai hatásairól is beszámol néhány kutató. 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 a KLS-nek (*Lee és mtsai.,* 1994; *Nikolosi és Laitinen,* 1996). Állatkísérletekben, egerek testének zsírtartalma 60%-kal csökkent annak hatására, hogy tápjukba 0,5% KLS-t kevertek (*Park és mtsai.,* 1997). Még nem ismertek azok a folyamatok, melyek ezekért a biológiai hatásokért felelősek.

A tejzsír rákellenes hatása

Számos tanulmány szerint a tejtermékek fogyasztása csökkenheti bizonyos rákbetegségek kialakulásának az esélyét. A tej több komponensének tulajdonítanak antikarcinogén hatást: a tejfehérjéknek (*McIntosh és mtsai.,* 1995), a tejsav baktériumoknak (*Goldin és mtsai.,* 1996), a kalciumnak (*Newmark és Lipkin,* 1992) valamint a tejzsír több alkotóelemének (konjugált linolsavak, szfingomielinek, vajsav, éter-lipidek) (*Parodi,* 1997b).

Néhány kísérletben az állatok takarmányában a tejzsírt vagy a vajat izokalorikusan növényi olajokkal, vagy margarinokkal helyettesítették. *Caroll és Khor* (1971) úgy találták, hogy bármely zsiradék etetése esetében magas volt a daganatos esetek száma (az állatok jelentős %-ában alakult ki daganat), ha a takarmány zsírtartalma 20% volt. A növényi olajban gazdag takarmánnyal ellátott csoport esetében, a DMBA-val kiváltott patkány emlő adenokarcinómás esetek száma magasabb volt, mint a vajat, vagy az egyéb telített zsiradékot fogyasztó csoportok esetében. Egy másik kísérletben nőstény patkányoknak 1,2-dimetilhidrazint (DMH), és DMBA-t adtak be, hogy vastagbél-, és emlődaganatok keletkezését idézzék elő. A patkányok alaptakarmánya 15 g/100 g vajat (B), vagy 15 g/100 g kukoricaolajat (C) tartalmazott, fölözött tejporral (M), vagy kazeinnel és szacharózzal (S) kombinálva. A négy kezelés (MB, MC, SB, SC) esetében a vastagbél daganatos állatok aránya 46, 83, 46, és 78% volt (*Klurfeld és mtsai.,* 1983a). Mikor *Klurfeld és munkatársai* (1983b) a fenti diétákkal az elválasztástól kezdve etették a patkányokat, a DMBA-indukált emlődaganatos esetek aránya 20% volt az MB, 58% az MC, 26% az SB és 56% az SC diéta esetében. Mikor ezeket a takarmányokat csak a rákkeltő anyag beadása után kezdték el adagolni a patkányoknak, a daganatok előfordulási aránya magasabb volt (56; 70; 70; 100%). *Yanagi és munkatársai* (1989) négy különböző táppal etettek nőstény egereket, az elválasztás után. Az alaptápot 20% vajjal, vagy margarinnal (64 g linolsav/100 g zsírsav), vagy pórsáfrány-olajjal gazdagították. 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. Hasonló takarmányokat adtak nőstény patkányoknak, egy héttel a rákkeltő anyag (DMBA) beadása előtt. Az emlőtumor előfordulásának gyakorisága az alaptáp esetében, mely csak 4,9% zsírt tartalmazott, 44%; a vaj hozzáadásnál 36%; a margarin hozzáadásnál 63%, és a pórsáfrány-olaj hozzáadásnál pedig 46% volt. Annak érdekében, hogy eldöntsék, ténylegesen a tejzsír okozta-e a vaj emlőrák kifejlődését gátló hatását, *Yanagi és munkatársai* (1992) az előző kísérletükhöz hasonló körülmények között, patkányokkal a következő tápokat etették: alaptáp (4,6% zsír); alaptáp és teljes tejpor (8,9% zsír) kiegészítés; fölözött tej (3,9% zsír) kiegészítés; tejszín (20,8% zsír) kiegészítés. Ebben az esetben a magas tejzsír tartalmú tejszínes tápot fogyasztó csoportban nem volt nagyobb a rákos esetek száma (42,3%), mint az alaptápot fogyasztó csoportban. A teljes tejport és a fölözött tejet fogyasztó csoportokban magasabb volt a rák előfordulási aránya (60%, illetve 52%), mint az előző csoportokban. *Yanagi és munkatársai* (1994) patkányok alaptápját egy magasabb (20%) és egy alacsonyabb szinten margarinnal egészítették ki. Az emlőrákos esetek aránya a kontroll csoportban 40%, a kevesebb margarint fogyasztó csoportban 70%, a több margarint fogyasztó csoportban pedig 80% volt. Mikor a táphoz 20% margarin mellett 20% vajat is adtak, a rákos esetek aránya 70% körül alakult, azonban 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 (nude) egerek hajlamosabbak voltak az ultraviola (UV) fény, és az UV/DMBA kombinált hatásával kiváltott fotokarcinózisra abban az esetben, ha sokszorosan telítetlen

zsírsavakat tartalmazó margarinokat és napraforgóolajat fogyasztottak, mint ha vajat tartalmazott a tápjuk.

A fenti állatkísérletek - melyekben a magas zsírbevitel miatt magas volt a bélrák kialakulásának kockázata (*Reddy,* 1992) - világosan mutatták, hogy a tejalapú étrend kevesebb daganat kialakulását vonta maga után, mint a sokszorosan telítetlen növényi olajokban gazdag étrend. Azonban a fenti kísérletekből nem derült ki, hogy a daganatos esetek számában mért különbség minek volt tulajdonítható: a tejzsír rákellenes hatásának; vagy a linolsav bélrákot (*Reddy,* 1992), emlőrákot (*Welsch,* 1992), és bőrrákot (*Reeve és mtsai.,* 1988) előmozdító hatásának. Ennek a kérdésnek a megválaszolására olyan kísérleteket kellene elvégezni, melyekben a linolsav bevitel és az energia bevitel is egyensúlyban van. Bár az állatkísérletek nagymértékben elősegítik a karcinogenezis jobb megértését, a kapott adatokat humán (klinikai) esetekre csak nagy óvatossággal és körültekintéssel szabad alkalmazni (*Parodi,* 1997b).

A konjugált linolsavak előfordulása és eredete az emberi szervezetben

A KLS az emberi szervezetben is megtalálható; a vérszérumból, az anyatejből, az epéből, a béltartalomból, és a zsírdepókból is kimutatták ezeket a zsírsavakat (*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 volt a zsírszövetben (*Ackmann és mtsai.,* 1981), a teljes zsírsavtartalom %-ában megadva. A vérszérumban a KLS a koleszterin észterek, a triacil-glicerolok 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 munkatársai* (1988) 18 ausztráliai anyatej minta KLS-tartalmát határozták meg. Az átlagos érték 0,58 g KLS/100 g zsír volt, a szélső értékek 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).

A KLS lipid csoportok közti megoszlására ellentmondó eredményeket kaptak. *Harrison és munkatársai* (1985) szerint a KLS közel azonos mértékben található a foszfolipidekben (36%), a triacil-glicerolokban (36%), és a koleszterin-észterekben (28%). Ezzel szemben *Fogerty és munkatársai* (1988) azt állítják, hogy a szérum KLS inkább a triacil-glicerolokban található (58-78%), mint a foszfolipidekben (16-34%) vagy a koleszterin-észterekben (2-8%).

Kezdetben úgy vélték, hogy a konjugált linolsavak eredete az emberi szérumban a többszörösen telítetlen zsírsavak szabad gyökös reakcióira vezethető vissza (*Dormandy és Wickens,* 1987). Később kiderült, hogy a táplálék KLS-tartalma az a tényező, ami jelentősen befolyásolja a vérszérum és az anyatej c9,t11-KLS-szintjét. Mivel a tejzsír KLS-szintje általában magas, a tejzsír-bevitel mennyisége jelentős hatást gyakorolhat a szérum KLS-szintjére (*Fogerty és mtsai.,* 1988; *Britton és mtsai.,* 1992). *Fogerty és munkatársai* (1988) feltételezték, hogy a *Hare Krisna* vallási szekta tagjainak esetében azért volt magasabb az anyatejek KLS-tartalma (1,18 g/100 g zsír), mint az ausztráliai anyák esetében (0,58 g/100 g zsír), mert előbbiek nagy mennyiségű *ghee*-t, vagy vajat használtak fel ételeik elkészítéséhez. A vaj és a *ghee* a KLS-ben leggazdagabb ételek közé tartoznak (*Parodi,* 1977; *Aneja és Murthi,* 1991). Bár az emberi szövetek KLS-tartalmának nagy része valószínűleg táplálék eredetű, nem zárható ki az endogén szintézis lehetősége sem. Lehetséges, hogy a táplálék eredetű linolsav az emberi bélrendszerben is átalakul KLS-sé biológiai hidrogénezéssel, bár erre a folyamatra még

nincs minden kétséget kizáró 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 munkatársai* (1992a) kísérleteiben a patkány szövetek KLS-szintje megemelkedett a magasabb linolsav-tartalmú diéta fogyasztásának hatására. Ezen felül a patkányok májában a táplálék eredetű transz-11-C18:1 zsírsav is átalakulhat c9,t11-C18:2 zsírsavvá, a Δ9-deszaturáz enzim hatására (*Pollard és mtsai.,* 1980; *Holman és Mahfouz,* 1981). Emberben eddig még csak a méhnyakban találtak bizonyítottan baktérium eredetű KLS-t (*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 táplálék eredetű *transz* zsírsavak egy része konjugált linolsavakká alakul. *Salminen és munkatársai* (1998) kísérleteiben az emberi vérszérum KLS-koncentrációjának emelkedését figyelték meg, ha a táplálékban a *transz* zsírsavak szintje magas volt.

Az emberi szövetek konjugált linolsav szintje és a táplálkozás

A KLS beépülését a szövetekbe patkányokon már tanulmányozták. E vizsgálatok során kiderült, hogy a beépülés mértéke függ a szövetfajtától; a tüdőszövetben a legmagasabb, és az agyszövetben a legalacsonyabb a KLS-szintje (*Sugano és mtsai.,* 1997). Az emberi zsírszövet összetétele függ a táplálkozási szokásoktól, mely nagymértékben; míg a kor, a nem, a mintavétel helye és a genetikai adottságok csak kis mértékben befolyásolják a zsírszövet összetételét (*Field és Clandinin,* 1984; *Van Staveren és mtsai.,* 1986).

Britton és munkatársai (1992) azt vizsgálták, hogy az étrend KLS-tartalma milyen hatással volt a vérszérum foszfolipidjeiben található konjugált linolsavak szintjére. Azt tapasztalták, hogy magas KLS-tartalmú ételek fogyasztása esetében, a kísérletben résztvevők (n=14) szérum-KLS-szintje három hét alatt átlagosan 12,1μmol/dm^3 értékről 18,8μmol/dm^3 értékre nőtt. Ezt követően alacsony KLS-tartalmú ételeket fogyasztottak a résztvevők, és három hét alatt a szérum KLS-szintje 14,3μmol/dm^3 értékről 8,9μmol/dm^3 értékre csökkent. Egy másik kísérletben kilenc lakto-ovovegetáriánus ember a szokásos étrendjén felül, naponta *cheddar* sajtot fogyasztott (112 g sajt/nap; 178,5 mg KLS/nap). Négy hetes kísérleti időszak alatt a foszfolipid észterekben található KLS mennyisége 7,1μmol/dm^3 értékről 9,6μmol/dm^3 szintre nőtt, majd ezt követően, négy hetes kiegészítés nélküli étrend hatására, a szérum KLS-szintje 7,8μmol/dm^3 szintre állt vissza (*Huang és mtsai.,* 1994).

A fenti vizsgálatokkal szemben, ahol a résztvevők száma csupán tizennégy, és kilenc volt, *Jiang* (1998) 123 ember esetében vizsgálta meg az összefüggést a táplálékkal bevitt KLS-mennyiség és a szérumban, valamint a zsírszövetben mért KLS-koncentráció között. Az egy hetes kísérleti időszak alatt a résztvevők feljegyezték, milyen ételből mennyit fogyasztottak, majd vér és szövetmintát vettek tőlük. Ezt az egy hétig tartó kísérletet hat hónapon belül még egyszer megismételték, majd ezt követően 24 órás időszakok fogyasztását jegyezték fel a résztvevők, egy éven belül 14 alkalommal. Az elfogyasztott tejzsír mennyiségét, és a bevitt zsírsavak mennyiségét irodalmi adatok alapján, az ételek tejzsír-tartalmából, és az ételek zsírsav-tartalmából számították ki. A kísérleti időszakok után vér és zsírszövet mintát vettek a résztvevőktől. A zsírszövetek KLS-tartalma és a tejzsír bevitel között jelentős pozitív kapcsolatot találtak, mely azt jelzi, hogy az emberek zsírszövetének KLS-tartalma jelentős mértékben függ az elfogyasztott tejtermékek mennyiségétől. A zsírszövet KLS-szintje szintén pozitív kapcsolatban állt a becsült KLS-bevitellel. Ezzel szemben a zsírszövet KLS-tartalma

fordítottan volt arányos a táplálékkal bevitt linolsav mennyiségével. A vérszérum KLS-szintje átlagosan 0,24 g KLS/100 g zsír volt (0,13-0,52 g/100 g zsír), ami körülbelül fele annyi, mint amennyit a zsírszövetben mértek. A szérum és a zsírszövet KLS-tartalma között pozitív összefüggés állt fenn ugyan, de a korreláció alacsony volt (r=0,38; P<0,05). A szerzők az utóbbi alacsony korreláció, és a zsírszövet szérumhoz viszonyított magas KLS-szintje miatt további vizsgálatok elvégzését javasolták a KLS lehetséges endogén szintézisének és metabolizmusának felderítésére.

A zsírszövetben *Jiang* (1998) nem talált kapcsolatot a KLS és a linolsav mennyisége között, ami egybevág az emberi vérplazma esetében kapott régebbi eredményekkel (*Huang és mtsai.,* 1994). *Jiang és munkatársai* (1996) egy ezt megelőző vizsgálat során pozitív kapcsolatot fedeztek fel a tehéntej c9,t11-KLS és *trans*11-C18:1 zsírsav szintje között. Ebben a tanulmányban csak gyenge korrelációt tapasztaltak az emberi zsírszövetben (r=0,20) e két zsírsav mennyisége között. Ezzel szemben erős kapcsolatot állapítottak meg a c9,t11-KLS, és a C15:0, a C14:1, és a C16:1 zsírsavak koncentrációja között. A szerzők e kapcsolatokra nem találtak magyarázatot. A kapott eredmények viszont összhangban voltak a szerzők egy régebbi megfigyelésével, amely szerint az emberi zsírszövet C15:0 szintjét biológiai markerként lehet használni a bevitt tejzsír mennyiségének becslésére. *Heffernan* (1964) és a szerzők által mért eredmények összevetéséből kiderült, hogy a C14:1, és a C16:1 zsírsavak mennyisége duplája volt a hatvanas években az emberi zsírszövetben, mint a kilencvenes években. Mivel *Jiang és munkatársai* (1998) a zsírszövet C14:1 és C16:1 szintje, valamint a KLS-szintje között szoros pozitív korrelációt találtak, ennek alapján feltételezték, hogy a KLS mennyisége is a felére csökkent az elmúlt évtizedekben az emberi zsírszövetben. A KLS-szint hanyatlását az állati eredetű zsírok fogyasztásának csökkenésével magyarázták.

Még nem ismerjük pontosan, hogy milyen mennyiségű KLS-t kell naponta az embernek elfogyasztania ahhoz, hogy a KLS kedvező élettani hatásai megmutatkozzanak. Az eddig elvégzett vizsgálatok tapasztalatai azt mutatták, hogy a patkányok emlődaganat képződése jelentősen mérséklődött, ha takarmányuk 100 grammja 0,1-1 g KLS-t tartalmazott. Egyes kutatók (*Ip és mtsai.,* 1991) ebből az adatból számolták ki az ember számára szükséges napi KLS-bevitelt (3,5 g KLS/nap), az ember és a patkány testtömeg-aránya alapján. 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 testtömegre vonatkoztatva megegyezik. *Jiang és munkatársai* (1998) úgy vélték, hogy a hatékony mennyiség bevitele nem oldható meg a hagyományos tej alapú élelmiszerek fogyasztásának növelésével, mivel ez 20-30 liter tej (!) fogyasztásával járna naponta. A szerzők véleménye szerint a KLS-bevitel jelentős növelése csak a KLS-ben gazdagított tejtermékek fogyasztásával lehetséges. A tejalapanyag 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 ezeknél a módszereknél problémát jelenthet a tej összetételének jelentős megváltozása (tejzsír- és fehérjetartalom, zsírsavösszetétel változás). Ezek a folyamatok nem minden esetben kedvezőtlenek, azaz élettani szempontból nem mindig járnak kedvezőtlen hatással, azonban ki kell emelni, hogy a tejzsír KLS-tartalmának növekedése, ezekben a takarmányozási kísérletekben 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 tej alapú élelmiszerek

KLS-szint emelését a *transz* zsírsavak szintjének emelkedése nélkül akarjuk megvalósítani, akkor szintetikus KLS-t kell az élelmiszerhez adni (*Fritsche és Steinhart,* 1998), és azt enzimes úton kell a tejzsír triacil-gliceroljaiba bejuttatni (*Garcia és mtsai.,* 2000). Megoldást jelenthet az is, ha KLS-ben gazdag tejzsír frakciót állítunk elő extrakcióval, de ebben az esetben felmerül a kérdés, hogy a visszamaradt KLS-ben szegény, értékcsökkent frakciók hogyan hasznosíthatók (*Romero és mtsai.,* 2000).

IRODALOM

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.

Ames, B.N., Gold, L.S., Willett, W.C. (1995). The causes and prevention of cancer. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 92. 5258-5265.

Aneja, R.P., Murthi, T.N. (1991). Beneficial effects of ghee. Nature, 350. 280.

Banks, W., Clapperton, J.L., Kelly, M.E., Wilson, A.G., Crawford, R.J.M. (1980). The yield, fatty acid composition and physial properties of milk fat obtained by feeding soya oil to dairy cows. J. Sci. Food Agric., 31. 368-374.

Bauman, D.E., Barbano, D.M., Dwyer, D.A., Griinari, J.M. (2000). Technical note: production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. J. Dairy Sci., 2000. 83. 2422-2425.

Bayard, C.C., Wolff, R.L. (1996). Analysis of trans-18:1 isomer content and profile in edible refine beef tallow. J. Am. Oil Chem. Soc., 73. 531-533.

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.

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.

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.

Booth, R.G., Kon, S.K. (1935). A study of seasonal variation in butter fat. J. Biochem., 29. 133-137.

Byers, F.M., Schnelling, 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 pp.

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.

Brown, D.W., Moore, W.E.C. (1960). Distribution of Butyrivibrio fibrisolvens in nature. J. Dairy Sci., 43. 97-101.

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.

Caroll, 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.

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.

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.

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.

Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992b). Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. J. Food Comp. Anal., 5. 185-197.

Christie, W.W., Dobson, G., Gunstone, F.D. (1997). Isomers in commercial samples of conjugated linoleic acid. J. Nutr., 124. 694-701.

Christie, W.W. (1979). The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. Prog. Lipis Res., 17. 245-277.

Cook, M.E., Miller, C.C., Park, Y., Pariza, M.W. (1993). Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune-induced growth pepression. Poultry Sci., 72. 1301-1305.

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.

DePeters, E.J., Taylor, S.J., Franke, A.A., Aguirre, A. (1985). Effects of feeding whole cottonseed on composition of milk. J. Dairy Sci., 68. 897-902.

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 Annul Meeting and Expo, USA.

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.

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.

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.

Dhiman, T.R., Zanten, K.V., Satter, L.D. (1995). Effect of dietary fat source on fatty acid composition of cow's milk. J. Sci. Food Agric., 69. 101-107.

Doll, R. (1992). The lessons of life: keynote address to the nutrition and cancer conference. Int. J. Cancer, 52. 2024S-2029S.

Doll, R. (1996). Nature and nurture: possibilities for cancer control. Carcinogenesis, 17. 177-184.

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.

Dormandy, T.L., Wickens, D.G. (1987). The experimental and clinical pathway of diene conjugation. Chem. Phys. Lipids, 45. 353-364.

Fairbank, J., Hollingwort, 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.

Field, C.J., Clandinin, M.T. (1984). Modulation of adipose tissue fat composition by diet: A review. Nutr. Res., 4. 743-755.

Fogerty, A.C., Ford, G.L., Svoronos, D. (1988). Octadeca-9,11-dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breast milk. Nutr. Rep. Intl., 38. 937-944.

Fritsche, J., Steinhart, H. (1998). Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. Z. Lebensm Unters Forsch A, 206. 77-82.

Garcia, H.S., Keough, K.J., Arcos, J.A, Jr. Hill, G.C. (2000). Interesterification (acidolysis) of butterfat with conjugated linoleic acid in batch reactor. J. Dairy Sci., 83. 371-377.

Gerson, T., Jihn, A., King, A.S.D. (1985). The effect of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. J. Agric. Sci., 105. 27.

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.

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 Δ^9-desaturase. J. Nutr., 130. 2285-2291.

Grummer, R.R. (1988). Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. J. Dairy Sci., 71. 117-123.

Grummer, R.R. (1991). Effect of feed on the composition of milk fat. J. Dairy Sci., 74. 3244-3257.

Goldin, B.R., Guatieri, L.J., Moore, R.P. (1996). The effect of Lactobacillus GG on the initiation and promotion of DMH-induced intestinal tumors in the rat. Nutr. Cancer, 25. 197-204.

Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W. (1987). Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8. 1881-1887.

Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W. (1989). Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheeses. J. Agriculture and Food Chemistry, 37. 75-81.

Ha, Y.L., Storrkson, J., Pariza, M.W. (1990). Inhibition of benzo(a)prene-inducted mouse forestomach neoplasis by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. Cancer Res., 50. 1097-1101.

Hansen, R.P., Czochanska, Z. (1976). Fatty acid composition of the subcutaneous and perinephric fats of lambs grazed on pasture in New Zealand. J. Sci., 119. 413-419.

Harrison, K., Cawood, P., Iversen, A., Dormandy, T.L. (1985). Diene conjugation patterns in normal human serum. Life Chem. Rep., 3. 41-44.

Harfoot, C.G. (1981). In lipid metabolism in ruminant animals. Ed. Christie, W.W. Pergamon Press, Oxford, 21-55.

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.

Heffernan, A.G.A. (1964). Fatty acid composition of adipose tissue in normal and abnormal subjects. Am. J. Cli. Nutr., 15. 5-10.

Holman, R.T., Mahfouz, M.M. (1981). Cis- and trans-octadecenoic acids as precursors of polyunsaturated acids. Prog. Lipid Res., 20. 151-156.

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.

Ip, C., Briggs, S.P., Haegele, A.D., Thompson, H.J., Storkson, J., Scimeca, J.A. (1996). The efficaty of conjugated linoleic acid in mammary cancer prevention in independent of the level or type of fat in the diet. Carcinogenesis, 17. 1045-1050.

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.

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.

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.

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.

Jahreis, G., Fritsche, J., Steinhart, H. (1997). Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. Nutr. Res., 17. 1479-1484.

Jenkins, T.C. (1993). Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci., 76. 3851-3863.

Jiang, J. (1998). Conjugated Linoleic Acid. Doctoral thesis.

Jiang, J., Björck, L., Fondén, R. (1998). Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. Doctoral thesis.

Jiang, J., Björck, L., Fondén, R., Emanuelson, M. (1996). Occurrence of conjugated cis-9,trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. J. Dairy Sci., 79. 438-445.

Jiang, J., Kamal-Eldin, A. (1998). Comparing methylene blue-photosensitized oxidation of methyl-conjugated linoleate and methyl linoleate. Doctoral thesis.

Kabara, J.J. (1983). Medium-chain fatty acids and esters. Antimicrobials in Foods. Eds. Branen, A.L., Davidson, P.M. Marcel Dekker, Inc, New York, 109-133.

Kayahan, M., Tekin , A. (1994). Gida, 19. 147-143.

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.

Kelly, M.L., Berry, D.A., Dwyer, J.M., Griinari, J.M., Chouinard, P.Y., Amburgh, M.E.W., Bauman, D.E. (1998). Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. J. Nutr., 128. 881-885.

Kemp, P., White, R.W., Lander, D.J. (1975). The hydrogenation of unsaturated fatty acids by five bacterial isolates from sheep rumen, including a new species. J. Gen. Microbiol., 90. 100.

Kepler, C.R., Hirons, K.P., McNeill, J.J., Tove, S.B. (1966). Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by Butyrivibro fibrisolvens. Journal of Biological Chemistry, 241. 1350-1354.

Kepler, C.R., Tove, S.B. (1967a). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. J. Biol. Chem., 241. 1351-1354.

Kepler, C.R., Tove, S.B. (1967b). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. J. Biol. Chem., 242. 5686.

Kepler, C.R., Tucker, W.P., Tove, S.B. (1971). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. J. Biol. Chem., 246. 2765-2771.

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.

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. Milchwirtshaft, 35. 421-422.

Lavillonniére, F., Martin, J.C., Bougnoux, P., Sébédio, J.L. (1998). Am. Oil Chem. Soc., 75. 343-352.

Lee, K.N., Kritchevsky, D., Pariza, M.W. (1994): Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis, 108. 19-25.

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.

Lin, H., Boylston, T.D., Chang, M.J., Luedecke, L.O., Schultz, T.D. (1995). Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. J. Dairy Sci., 78. 2358-2365.

McIntosh, G.H., Regeter, G.O., Le Leu, R.K., Royle, P.J., Smithers, G.W. (1995). Dairy proteins protect aganist dimethylhydrazine-inducted intestinal cancer in rats. J. Nutr., 125. 809-816.

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. Commún., 198. 1107-1112.

Mohamed, O.E., Satter, L.D., Grummer, R.R., Ehle, F.R. (1988). Influence of dietary cottonseed and soya bean on milk production and composition. J. Dairy Sci., 71. 2677-2688.

Mossoba, M.M., McDonald, R.E., Amstrong, D.J., Page, S.W. (1991). J. Chromatogr., Sci., 29. 324-330.

Newmark, H.L., Lipkin, M., (1992). Calcium, vitamin D, and colon cancer. Cancer Res., 52. 2067S-2070S.

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.

Padley, F.B., Gunstone, F.D., Harwood, J.L. (1994). Occurrence and characteristic of oils and fats. The lipid Handbook. (Eds. Gunston, F.D., Harwodd, J.L., Padley, F.B.) Chapman & Hall, London, 51 pp.

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.

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.

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.

Parodi, P.W. (1977). Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. J. Dairy Sci., 60. 1550-1553.

Parodi, P.W. (1994). Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenetic fatty acid present in milk fat. Journal of Dairy Techology, 49. 93-97.

Parodi, P.W. (1997). Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. Am. Soc. for Nut. Sci., 1055-1060.

Polan, C.E., McNeill, J.J., Tove, S.B. (1964). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. J. Bacteriol., 88. 1056.

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.

Precht, D., Molkentin, J. (2000). Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid contents in European bovine milk fats. Milchwissenschaft, 55. 12. 687-691.

Reddy, B.S. (1992). Dietary fat and colon cancer: animal model studies. Lipids, 27. 807-813.

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.

Riel, R.R. (1963). Physico-chemical characteristics of Canadian milk fat. Unsaturated fatty acids. J. Dairy Sci., 46. 102-106.

Rizvi, S.S.H., Bhaskar, A.R. (1995). Supercritical fluid processing of milk fat: fractionation, scale-up, and economics. Food Technol., 49. 90-98.

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.

Romo, G.A., Casper, D.P., Erdman, R.A., Teter, B.B. (1996). Abomasalinfusion of cis or trans fatty acid isomers and energy metabolism of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 79. 1005-1015.

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.

Schingothe, D.J., Casper, D.P. (1991). Total lactation response to added fat during early lactation. J. Dairy Sci., 74. 2617-2622.

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.

Shantha, N.C., Crum, A.D., Decker, E.A. (1994). J. Agric. Food Chem., 42. 1757-1760.

Shantha, N.C., Deckeer, E.A. (1992). Conjugated linoleic acid concentrations in processed cheese containing hydrogen donors, iron and dairy-based additives. Food Chem., 47. 257-261.

Shantha, N.C., Deckeer, E.A., Ustunol, Z. (1992). Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. J. Am. Oil Chem. Soc., 69. 425-428.

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.

Shorland, F.B., Weenink, R.O., Johns, A.T. (1955). Effect of the rumen on the dietary fat. Nature, 175. 1129.

Schultz, T.D., Chew, B.P., Seaman, W.R., Luedecke, L.O. (1992). Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and ß-carotene on the in vitro growth of human cancer cells. Cancer Lett., 63. 125-133.

Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991a). J. Am. Oil Chem. Soc., 68. 183-189.

Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991b). J. Am. Oil Chem. Soc., 68. 440-442.

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.

Steward, L.C., Carlsson, D.J., Wiles, D.M., Scaino, J.C. (1983). Triplet quenching by tert-butyl hydroperoxide. J. Am. Chem. Soc., 105. 3605-3609.

Sugano, M., Tsujita, A., Yamasaki, M., Yamada, K., Ikeda, I., Kritchevsky, D. (1997). Lymphatic recovery, tissue distribution and metabolic effects of conjugated linoleic acid in rats. J. Nutr. Biochem., 8. 38-43.

Tanielian, C., Mechin, R., Shakirullah, M. (1992). Origin of dye bleaching and polymer degradation in the methylene bluesensitized photooxygenation of polybutadiene. J. Photochem. Photobiol. A. Chem., 64. 191-199.

Yanagi, S., Yamashita, M., Sakamoto, M., Kumazawa, K., Imai, S. (1989). Conparative effects of butter, margarine, safflower oil and dextrin on mammal tumorgenesis 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.

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 tumorgenesis. Cancer Lett., 61. 141-145.

Yanagi, S., Yamashita, M., Ogoshi, K., Imai, S. (1994). Comparative effect of milk, yoghurt, butter and margarine on mammary tumorgenesis induced 7,12-dimethylbenz(a) anthracene in rats. Cancer Detect. Prov., 18. 415-423.

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.

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.

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.

Welsch, C.W. (1992). Relationship between dietary fat and experimental mammary tumorgenesis a review: and critique. Cancer Res., 52. 2040S-2048S.

Wolff, R.L., Bayard, C.C., Fabien, R.J. (1995). J. Am. Oil. Chem. Soc., 72. 1471-1482.

Zu, H.X., Schut, H.A.J. (1992). Inhibition of 2-amino-3-metylimidazo-4,5-quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives linoleic acid. Food Chem. Toxicol., 30. 9-16.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Csapó János
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.
University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Tel.:36-314-155, Fax:36-82-320-175
e-mail:csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol 5 No 4, 39-47
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

A francia és az amerikai húsmarha kondícióbírálati rendszer összehasonlítása

[1]Tőzsér J., [2]Domokos Z., [1]Alföldi L.
[1] Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
[2]Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete 3525, Miskolc, Vologda út 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A francia (1-5 pont) és az amerikai (1-9 pont) kondíció bírálati rendszer eredményeit hasonlítottuk össze két charolais tenyészetben (A: fiatal bikák, n=14, átlagélősúly: 522kg; B: tehenek, n=37, átlagélősúly: 644kg) 2000-ben. Az A gazdaságban a következő testméreteket állapítottuk meg: marmagasság (120 cm), övméret (187 cm), ferde törzshosszúság (158 cm), herekörméret (33,7 cm). A francia módszer szerint az átlagértékek az alábbiak: 1,9 pont (bikák), 1,6 pont (tehenek). Az amerikai értékelésben viszont 5,5 pontot (bikák), ill. 3,7 pontot (tehenek) határoztunk meg. Mindkét kondícióbírálati rendszerben - a bikákra vonatkozóan - az összes relációban lényegében azonos tendenciájú korrelációs együtthatókat számítottunk a kondíciópontszám és a testméretek között (pl: francia módszer, kondíciópont-marmagasság: r=0,62, P<0,05; amerikai módszer, kondíciópont-marmagasság: r=0,66, P<0,05). A két pontozási rendszer eredményei között számított korrelációk (bikák, r=0,60, P<0,05; tehenek, r=0,42, P<0,01) arra hívják fel a figyelmet, hogy a két vizsgálati módszer teljesen nem helyettesíthető egymással. Igazolták, hogy a két értékelés eredményeinek átszámítására a regressziós módszer alkalmasabb az aránypár alapján történő számításhoz viszonyítva.
(Kulcsszavak: charolais fiatal bikák és tehenek, kondíció pontszám, francia és amerikai módszer összehasonlítása)

ABSTRACT

A study to compare the French and American methods for appreciate of body condition of beef cattle

J. [1]Tőzsér, Z. [2]Domokos, L. [1]Alföldi
[1] Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
[2]National Association of Hungarian Charolais Cattle Breeders, H-3525, Miskolc, Vologda út 1.

The aime of this study was to compare two methods for appreciate of body condition score (BCS)(method I.: French, from 1 to 5 score; method II.: American, from 1 to 9 score). In 2000, Charolais young bulls and cows were examined in two seedstock herds (young bulls, herd A: n=14; cows, herd B: n=37). The average of body weight (BW) was 522 kg in herd A, and 644 kg in herd B. Body measurements (height at wither, HW: 120 cm; chest girth, CG,: 187 cm; slanting body length, SBL: 158 cm; scrotal circumference, SC: 33.7 cm) of the young bulls were taken in the herd A. We observed similar body condition scores by the method I. in both herds (BCS, bulls: 1.9 score; cows: 1.6 score). The results by the method II. were following: (BCS, bulls: 5.5 score; cows: 3.7 score). Analysing the correlation of

French and American BCS and body measurements we concluded that the correlation coefficients were similar in the group of bulls (method I.: BCS vs. HW: r=0.62 , P<0.05; BCS vs. CG: r=0.65, P<0.05; BCS vs. SC: r=0.42; method II.: BCS vs. HW: r=0.66 , P<0.05; BCS vs. CG: r=0.74, P<0.01; BCS vs. SC: r=0.63, P<0.05). Medium correlation coefficients (bulls: r=0.60, P<0.05; cows: r=0.42, P<0.01) was found between the French BCS and the Amarican BSC. These results suggest that two methodes can not be replaced with each other. Two methods (method of regression and method of rate pair) to transform the French BCS to American BCS. Considering our results it can be suggested the utilisation of the regression equations to this conversion.
(Keywords: Charolais young bulls and cows, body condition score, comparison of French and American method)

BEVEZETÉS

A fejlett állattenyésztéssel rendelkező országokban (Németország, Franciaország, Dánia, Kanada, Belgium stb.) régebben, de napjainkban is gyakorlat a küllemi bírálatokkal párhuzamosan rendszeresen felvenni a tehenek és a bikák fontosabb testméretei. Hazánkban a régebbi forrásmunkákból (*Wellmann,* 1930, 1940; *Bocsor,* 1960) tudhatjuk, hogy korábban nálunk is gyakorlat volt ez a tenyésztők körében. Napjainkban ezt a munkát a gyakorlatban egyrészt az időigényesség, másrészt a balesetveszélyesség miatt elhagyják.

A hazai húsmarha tenyésztésben nem elterjedt gyakorlat a tehenek kondíciójának (erőnléti és tápláltsági állapot) vizsgálata, pedig a küllemi bírálattal egyidőben, lehetőség lenne kizárólag vizuálisan megítélni (skála: a limousin fajtánál 1-3, a magyar tarkánál 1-10 pont) a bírált egyed kondícióját. A charolais fajta esetében nem gyakorlat még a kondíció bírálat elvégzése.

A húsmarhákra jellemzően a tehenek faggyútartalékai (főleg a bőr alatti ún. szubkutális faggyú depó) a téli időszak folyamán mobilizálódnak, s ezek tavasszal, ritkábban ősszel újraépülnek. Az egy éven belül bekövetkező élősúlyváltozás elérheti a tehén átlagos élősúlyának 18%-át. Ez természetesen nem mind a faggyútartalékok változásából ered. A 18%-os élősúlyváltozásban ugyanis az emésztő traktus változása (az élősúlyvesztés 6%-áig), valamint a méh súlyának módosulása (az élősúlyvesztés 10%-áig, a borjú súlyának 1,4-1,7 szerese=58-70kg) is szerepet játszik. Az anyatehén szervezetében először a lipidek mobilizálódnak, majd a fehérjék és legvégül a víz. A lipidekből eredő súlycsökkenés eléri a teljes súlycsökkenés 75%-át. Nagyon sovány teheneknél - ahol a súlycsökkenés meghaladja a 80 kg-ot - ez az arány jelentősen kisebb lehet (*Petit és Agabriel,* 1993).

A témához kapcsolódó irodalmi munkákból a következőket kívánjuk kiemelni:

- A tehenek a tartalékaikat annál gyorsabb ütemben építik fel, minél soványabbak voltak. A tartalékok közül a lipidek kerülnek utoljára raktározásra. Megfigyelések szerint a charolais fajtánál az élősúly „javulás" mértéke a legelőre való kihajtás után az első 3 héten a télvégi kondíció ponttal fordított arányban változott, vagyis 3-as kondíciónál 1 kg/nap-os, 1-esnél pedig 3 kg/nap-os volt a súlygyarapodás (*Garel és mtsai.,* 1988).
- A charolais fajtánál a téli időszakban bekövetkezett 60 kg-os súlycsökkenés nem változtatta meg jelentősen a tehén tejtermelését. Az alacsony takarmányozási színvonal hatása viszont megnyilvánult a 70 napon belül újra ivarzó egyedek arányának csökkené-sében, ami 72%-ról 56%-ra csökkent (*Petit és Agabriel,* 1993).
- Amerikai kutatók 242 előhasi keresztezett (angus x hereford, illetve angus-hereford x szimentáli) anyatehén esetében vizsgálták és igazolták azt, hogy a tehenek elléskori kondíciója, valamint az ellés utáni takarmányozási színvonal befolyásolja a

vérplazma glukóz, inzulin és NEFA koncentrációját, illetve a petefészek aktivitásának kezdetét (*Vizcarra és mtsai.,* 1998).
- A tél elején jó kondícióban (3 pont), illetve gyenge kondícióban (1,5 pont) lévő charolais tehenek tejtermelése lényegesen nem különbözött egymástól (9,5 valamint 9,2 kg/nap). Gyakran tapasztalható azonban az, hogy a legjobb tejtermelésű tehenek kondíciója a választás idejére leromlik, főleg kedvezőtlen nyári, illetve őszi legeltetési viszonyok miatt (*Petit és Agabriel,* 1993).

A szarvasmarhák tápláltsági állapotának (kondíciójának) értékelésére az elmúlt 20 évben számos módszert dolgoztak ki (*Evans*, 1978; *Frood és Croxton*, 1978; *Nicoll,* 1981). Amerikában napjainkban *Richards és mtsai.* (1986) által kidolgozott 1-9 pont között értékelő módszert alkalmazzák általában.

Franciaországban 0-5 pontos skálával dolgozó értékelési módszert használnak (*Agabriel és mtsai.,* 1986). *Alföldi és mtsai.* (1999) vizsgálataik alapján a francia kondícióbírálattal kapcsolatban a következőket hangsúlyozták:

- Ez a kondíció bírálati rendszer könnyen elsajátítható, az élősúlyméréssel egyidőben végezve nem igényel több időt néhány másodpercnél (30-60mp) és ugyanígy külön anyagi ráfordítást sem.
- A kondíció pont és a korrigált súly ismeretében ellenőrizhető az állomány takarmányozási színvonala.
- A nemzetközi ajánlásokkal megegyezően a hazai tenyésztőnek is törekedni kell arra, hogy a minimális 1,5 pontos kondíciót minden egyede elérje.
- Mindezek alapján megállapítható, hogy kifejlett tehenek esetében évente minimum kétszer, de inkább háromszor a kondíció bírálatot indokolt elvégezni.

Vizsgálataink célja a következő kérdések elemzése volt:

- Milyen összefüggések számíthatók a francia és az amerikai kondícióbírálati eredmények között charolais bikák és tehenek esetében?
- Milyen módon érdemes átszámolni az egyik rendszerben kapott eredményeket a másikba?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Méréseinket két charolais törzstenyészetben végeztük tenyészbika-jelöltekkel (A gazdaság, n=14) és tehenekkel (B gazdaság, n=37) 2000 évben. Az A gazdaságban hagyományos eszközökkel (mérőbot, mérőszalag) *Horn,* 1976 javaslata nyomán - az élősúly méréssel egyidőben - a következő testméreteket állapítottuk meg: marmagasság, ferde törzshosszúság, övméret, herekörméret. A bikák és tehenek kondícióját (erőnléti és tápláltsági állapotát) egyrészt a francia, másrészt az amerikai bírálat alapján értékeltük. A Franciaországban *Agabriel és mtsai.* (1986) által kidolgozott kondíció bírálati rendszerről korábban már tájékoztattuk a szakmai közvéleményt (*Tőzsér és mtsai.,* 1995/a). Az értékelés főbb jellemzői a következők:

- Tapintásos módszerrel az ülőgumó környékén (bal kézzel markolva) és a két utolsó borda tájékán (jobb kézzel nyitott tenyérrel) nézzük a bőr rugalmasságát és a bőr alatti faggyúréteg mennyiségét.
- A értékelés skálája 0-5 pont közötti, de 0,5-pont is adható. Ha a jobb és a bal kéz segítségével végrehajtott minősítés pontszáma nem egyezik meg, akkor a két pontszám átlagértékét kell számításba venni.
- Tehenek esetében ebben a rendszerben sovány egyednek számít az 1,5 ponttal, kövérnek pedig a legalább 3,5 ponttal rendelkező állat. A választáskori borjak

értékelésénél - eddigi tapasztalataink alapján - soványnak a 0,5-1,0 ponttal, kövérnek a már 2,5 ponttal értékelhető egyedet tarthatjuk.

Az amerikai 9 pontos rendszert *Richards és mtsai.* (1986), ill. *Bullok* (2000) javaslatai alapján alkalmaztuk amelynek lényege a következő:

- Az értékelés a vizuális és a tapintásos módszer kombinálása a gerinc, a csípő és a bordákra koncentrálva.
- Sovány kondíciónak számít az 1-3 pont, amelyen belül nagyon sovány, gyenge és vékony kategóriákat különít el a gerinc, a farbúb és a bordák élessége alapján.
- Határesetként tartják számon a 4-es pontszámú egyedet, amelynél a bordák már egyesével nem láthatók, ugyanakkor a gerinc még kiálló.
- Optimális kondíciónak a 5-7 pont számít: jó megjelenés, szivacsos tapintású bordák, erős nyomás szükséges a gerinc megérzéséhez. A faggyúlerakódások jól látszódnak.
- A túlkondíció kategóriáinak a 8-9 pontszám felel meg: a gerinc kitapinthatatlan, jelentős faggyúlerakódás található a bordákon és péra körül, a csípőcsontok is teljesen befedettek, az ilyen állat mozgása gyakran akadályoztatott.

A két pontozási rendszer átszámítására egyrészt az aránypár módszerét, másrészt a regressziós eljárást alkalmaztuk. Az adatokat IBM PC-re adaptált STATISTICA 4.5 (1993) programcsomaggal dolgoztuk fel. Az átlagértékek közötti különbségek megállapítására a legkisebb szignifikáns (P<0,05) különbségeket határoztuk meg (LSD-test). Az összefüggések feltárására korreláció-analízist végeztünk.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A vizsgált charolais tenyészbika-jelöltek élősúlyának, életkorának és néhány testméretének átlag és szórás értékeit az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

1. táblázat

Charolais tenyészbika-jelöltek életkor, élősúly, testméret és kondíció adatai az A gazdaságban (n=14)

Jellemzők(1)	Átlag (2)	Minimum (3)	Maximum (4)	Szórás (5)	Átlagérték hibája(6)
Élősúly, kg (7)	522,5	390,0	750,0	135,79	36,29
Életkor, nap (8)	475	382,0	708,0	114,83	30,69
Marmagasság, cm (9)	120,6	110,0	131,0	6,16	1,64
Ferde törzshosszúság, cm (10)	158,6	140,0	175,0	11,98	3,20
Övméret, cm (11)	187,2	166,0	215,0	17,19	4,59
Herekörméret, cm (12)	33,7	29,0	40,0	3,22	0,86
Francai kondíciópontszám (13)	1,9	1,2	3,2	0,64	1,17
Amerikai kondíciópontszám(14)	5,5	5,0	6,0	0,52	0,14

Table 1: Age, bodyweight, body measurement and body condition score of Charolais young bulls in the herd A

Traits(1), Maen(2), Minimum(3), Maximun(4), Standard deviataion(5), Standard error of mean(6), Body weight, kg(7), Age, day(8), Height at withers, cm(9), Slanting body lenght, cm(10), Chest girth, cm(11), Scrotal circumference(12), French body condition score(13), American body condition score(14)

Az *1. táblázat* adataiból látható, hogy a 15,8 hónapos átlagéletkorú és 522 kg-os átlagélősúlyú bikák marmagassága, ferde törzshosszúsága, övmérete és herekörmérete 120,6±6,16 cm; 158,6±17,19 cm; 187,2±17,19 cm; 33,7±3,22 cm volt. A vizsgálat során mért marmagasságot (120,6 cm) hasonlónak találtuk egy másik tenyészetben korábban leírt eredményhez (n=40, 123 cm) *(Tőzsér és mtsai.,* 1995/b).

A 33,7 cm-es átlagos herekörméret megegyezik az előzőekben már idézett munkánk eredményével (n=40; 33,4 cm) *(Tőzsér és mtsai.,* 1995/b). A francia és az amerikai kondíciópontozás eredményei a pontozási skála különbözősége miatt térnek el egymástól (1,9 valamint 5,5 pont). A charolais tenyészbika-jelöltek kondíciójára vonatkozó hazai adatok száma igen kevés (n=24; 1,3±0,19) *(Tőzsér és mtsai.,* 2000). Ami a charolais teheneket illeti, vizsgálatainkat 7,4 éves átlagkorú és 644 kg-os átlagsúlyú egyedeken végeztük (*2. táblázat*).

2. táblázat

Charolais tehenek életkor, élősúly kondíció adatai a B gazdaságban (n=37)

Jellemzők(1)	**Átlag (2)**	**Minimum (3)**	**Maximum (4)**	**Szórás (5)**	**Átlagérték hibája(6)**
Élősúly, kg (7)	644,8	510,0	780,0	73,05	12,01
Életkor, év (8)	7,4	3,6	14,6	3,38	0,55
Francai kondíciópontszám (9)	1,6	0,2	2,7	0,59	0,09
Amerikai kondíciópontszám(10)	3,7	2,0	5,0	0,84	0,14

Table 2: Age, bodyweight and body condition score of Charolais cows in the herd B

Traits(1), Maen(2), Minimum(3), Maximun(4), Standard deviataion(5), Standard error of mean(6), Body weight, kg(7), Age, year(8), French body condition score(9), American body condition score(10)

Az átlagos francia és amerikai kondíciópontszámot 1,6 -nek, ill. 3,7 -nek állapítottuk meg. A charolais tehenek kondíciójára vonatkozóan ugyancsak kevés forrásmunka található a hazai irodalomban. *Alföldi és mtsai.,* (1999) három charolais tenyészetben (A: n=33, 44; B: n=56; C: n=29), különböző évszakokban (ősz, tél, tavasz) 3-5 éves teheneket vizsgáltak. Átlagos élősúlyuk tenyészetenként a következő volt: A: 635 és 551 kg; B: 640 kg; C: 701 kg. A tehenek kondícióját francia módszer szerint értékelték (A: 1,55 és 1,46; B: 1,44; C: 1,56 pont).

A francia és az amerikai pontozás eredményének összefüggését az élősúllyal, az életkorral, valamint a vizsgált testméretekkel a *3. táblázat* mutatja a bikák esetében. Mindkét kondícióbírálati rendszerben az összes relációban lényegében azonos tendenciájú korrelációs együtthatókat számítottunk. A ferde törzshosszúság és az övméret kapcsán meghatározott korrelációs együtthatók (r=0,52-0,69; r=0,65-0,74) arra utalnak, hogy ennél a két testméretnél indokolt lehet a "nyers " méret adatokat egyedenként - a tápláltsági állapot alapján - korrigálni. Korábbi vizsgálatunkban a kondíciópontszám és a testméretek között laza (r=0,21-0,42), a kondíciópontszám és a küllemi bírálati pontszámok viszonylatában ellenben közepes (r=0,45-0,50; P<0,05) szorosságú összefüggéseket állapítottunk meg *(Tőzsér és mtsai.,* 2000). Jelen vizsgálatban a charolais tehenek kondíciópontszám értékei az élősúllyal pozitív (r=0,42-0,43), az életkorral viszont negatív összefüggésben (r=-0,17-0,23) voltak (*4. táblázat*).

3. táblázat

A francia és az amerikai kondíciópontok összefüggése (r) a tenyészbika-jelöltek testméreteivel (n=14)

Tulajdonságok(1)	Francai kondíciópontszám(2)	Amerikai kondíciópontszám(3)
Élősúly, kg (4)	0,64*	0,74**
Életkor, nap (5)	0,42	0,64*
Marmagasság, cm (6)	0,62*	0,66*
Ferde törzshosszúság, cm (7)	0,52	0,69**
Övméret, cm (8)	0,65*	0,74**
Herekörméret, cm (9)	0,42	0,63*

Szignifikancia szint (*Level of significance*): *=P<0,05; **=P<0,01;***=P<0,001

Table 3: Correlation (r) of the French and American body condition scores with conformation traits in young bulls

Traits(1), French body condition score(2), American body condition score(3), Body weight, kg(4), Age, day(5), Height at withers, cm(6), Slanting body lenght, cm(7), Chest girth, cm(8), Scrotal circumference(9)

4. táblázat

A francia és az amerikai kondíciópontok összefüggése (r) a tehenek életkorával és élősúlyával (n=37)

Tulajdonságok (1)	Francai kondíciópontszám (2)	Amerikai kondíciópontszám (3)
Élősúly, kg (4)	0,43**	0,42**
Életkor, nap (5)	-0,17	-0,23

Szignifikancia szint (*Level of significance*): *=P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001

Table 4: Correlation (r) of the French and American body condition scores with age and body weight of cows

Traits(1), French body condition score(2), American body condition score(3), Body weight, kg(4), Age, day(5)

A negatív összefüggést az életkorral azzal lehet magyarázni, hogy a vizsgálatban résztvevő - véletlenszerűen kiválogatott - tehenek életkora széles határértékek között változott (3,6, ill. 14,6 év).

Az *5. táblázat* a regresszió-analízis eredményeit közli. A két pontozási rendszer eredményei között számított korrelációk (bikák, r=0,60, P<0,05; tehenek, r=0,42, P<0,01) arra hívják fel a figyelmet, hogy a két vizsgálati módszer teljesen nem helyettesíthető egymással. Ezért, mindkét értékelési mód alkalmazása indokolt lehet a gyakorlatban. Az amerikai pontozással kapcsolatban hangsúlyozni kívánjuk, hogy ez az eljárás alapvetően a vizuális értékelésre épít, de lehetővé teszi a tapintásos értékítéletet is. A vizsgált állat tapintása ebben a rendszerben - a francia értékeléshez képest - több testtájra irányulhat. A két módszer eredményei közötti eltérés másik okát az amerikai

rendszer nagyobb skálán történő értékelésében látjuk, hiszen szűkebb intervallumban könnyebb megítélni a gyenge, a megfelelő és a túltápláltság eseteit.

5. táblázat

A francia és az amerikai kondícióbírálati pontszámok között számított regresszió-analízis eredményei

Ivar (1)	Tulajdonságpárok (y-x)(2)	Regressziós egyenlet, y=bx +a(3)	Korrelációs együttható (r)(4)
Bikák (5) n=14	Francia kondíciópontszám (y) - amerikai kondíciópontszám (x) (7)	y=-2,179+0,750x	0,60*
	Amerikai kondíciópontszám (y) - francia kondíciópontszám (x) (8)	y=4,553+0,486x	
Tehenek (6) n=37	Francia kondíciópontszám (y) - amerikai kondíciópontszám (x) (7)	y=0,509+0,293x	0,42**
	Amerikai kondíciópontszám (y) - francia kondíciópontszám (x) (8)	y=2,734+0,672x	

Szignifikancia szint (*Level of significance*): *=P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001

Table 5: Results of analysis of regression between body condition scores by French and American appreciates

Sex(1), Pair of trai(2), Regression equatio(3), Correlation coefficient(4), Young bulls(5), cows(6), French body condition score(y) - American body condition score(x)(7), American body condition score(y) - French body condition score(x)(8)

Az *5. táblázatban* olvasható regressziós egyenleteket (bikák: y=4,553+0,486x; tehenek: y=2,734+0,672x) felhasználva átszámítottuk a francia pontozás eredményeit az amerikaira. A bikák esetében az átlagérték 5,49 pont (variancia: 0,009), a teheneknél pedig 3,80 (variancia:0,155) volt. Az aránypárral átszámított francia pontszámok átlagértéke mindkét ivar esetében szignifikánsan (P<0,001) kisebb volt (3,5 valamint 2,8) a regressziós módszer eredményeihez képest. Mindez arra utal, hogy a regressziós átszámítás alkalmasabb a gyakorlati alkalmazásra. A két értékelési rendszer eredményének átszámítása azért merül fel kérdésként a gyakorlatban, mert egyik módszert sem lehet kötelezően előírni a tenyésztők számára. Nyilvánvalóan lesz aki a francia, más pedig az amerikai értékelést használja.

KÖVETKEZTETÉSEK

- A bikák esetében a kondíciópontszám és a ferde törzshosszúság, valamint az övméret között meghatározott korrelációs együtthatók (r=0,52-0,69; r=0,65-0,74) miatt javasolni lehet ennek a két testméretnek a korrigálását a tápláltsági állapot szerint.
- A francia és az amerikai pontozási rendszer eredményei között számított korrelációk (bikák, r=0,60, P<0,05; tehenek, r=0,42, P<0,01) nem teszik lehetővé a két értékelés helyettesíthetőségét. A gyakorlati végrehajtás szempontjából inkább a francia rendszer használatát javasoljuk.
- Igazoltuk, hogy a két értékelés eredményeinek átszámítására a regressziós módszer alkalmasabb az aránypár alapján történőhöz viszonyítva.

- Hangsúlyozni indokolt, hogy a tápláltsági állapot értékelése kiegészítő adatokat nyújt a küllemi bírálati eredményekhez, valamint a célpárosítások végrehajtásához, ezért ennek rendszeres megítélése különösen a tehenek esetében szakmailag mindenképpen javasolható.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatómunkát az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA, T-30751) támogatta.

IRODALOM

Agabriel, J., Giraud, J.M., Petit, M. (1986). Détermination et utilisation de la note d' état d' engraissement en élevage allaitant. Bul. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, 66. 43-50.

Alföldi L., Domokos Z., Tőzsér J. (1999). Adatok charolais tehenek kondíciójának alakulására. A Hús, 2. 110-112.

Bocsor G. (1960). A magyar tarka marha. Akadémiai kiadó, Budapest, 371.

Bullock, D. (2000). Improving herd efficiency. Charolais Journal, October, 70-71.

Evans, D.G. (1978). The interpretation and analysis of subjective body condition score. Anim. Prod., 26. 119-125.

Frood, M.J., Croxton, J. (1978). The use of condition scoring in dairy cows and its relationships with milk yield and live weight. Anim. Prod., 27. 285-291.

Garel, J.P., Petit, M., Agabriel, J. (1988). Alimentation hivernale des vaches allaitantes en zone de montagne. INRA Prod. Anim., 1. 19-23.

Horn A. (ed) (1976). Szarvasmarhatenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 196-199.

Nicoll, G.B. (1981). Sources of variation in the condition scoring of cows. Ir. J. Agric. Res., 20. 27-33.

Petit, M., Agabriel, J. (1993). Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises: signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction. INRA Prod. Anim., 5. 311-318.

Richards, M.W., Spitzer, J.C., Warner, M.B. (1986). Effect of varying level of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. J. Anim. Sci., 62. 300-306.

Statistica for Windows (1993). Release 4.5. StatSoft. Inc., USA

Tőzsér J., Agabriel, J., Domokos Z. (1995/a). Húshasznosítású tehenek kondíciópontozásának módszere Franciaországban. A Hús, 4. 223-225.

Tőzsér J., Nagy A., Gerszi K., Mézes M., Domokos Z., Kertész I., Fekete T. (1995/b). A herekörméret, a mellkasszélesség és mélység, valamint az élősúly fenotípusos összefüggésének változása az életkor függvényében charolais fajtájú tenyészbika-jelölteknél. Állattenyésztés és Takarmányozás, 3. 203-210.

Tőzsér J., Gábor Gy., Domokos Z., Alföldi L., Zándoki R., Sváb L., Kovács T., Miliczki L. (2000). Charolais tenyészbika-jelöltek teljesítményének értékelése. XXVIII: Óvári Tudományos Napok, "Az élelmiszergazdaság fejlesztésének lehetőségei'', Mosonmagyaróvár, október 5-6, I. 291-295.

Wilson, D.E. (1996). Angus mature cows size genetic evaluation. Angus Journal, March, 8.

Vizcarra, J.A., Wettemann, R.P., Spitzer, J.C., Morrison, D.G. (1998). Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentration of glucose, insulin, and non esterified fatty acids in plasma of primipaous beef cows. J. Anim. Sci., 76. 927-936.

Wellmann O. (1930). A szimentáli és magyar pirostarka tenyészmarhák bírálata. Állattenyésztők Lapja, 76.
Wellmann O. (1940). A szarvasmarhák bírálata és törzskönyvezése. Budapest. 245.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Tőzsér János
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
Tel.: 28 - 410-200/1644, Fax: 28 - 410-804
e-mail: tozser@fau.gau.hu

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol 5 No 4, 49-53
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

A takarmányok energiatartalmának hasznosíthatósága a tyúk és a fácán fajban

Szűts G., Dublecz K., Wágner L., Bartos Á., Tóth G.
Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, 8361 Deák F. u. 16.

ÖSSZEFOGLALÁS

Három takarmány (kukorica, extrahált szójadara és fácántáp) látszólagos metabolizálható energia tartalmát vizsgáltuk kifejlett tojóhibrid és fácán kakasokkal. Ezek mellett az EU képlet alapján is kiszámítottuk az AME_n értéket. Az állatokkal AME_n és TME_n értéket mértünk. Az átlagos endogén energia ürítés tyúknál 0,251 kJ/g, fácánnál pedig 0,223 kJ/g szárazanyag volt. A két állatfaj közt a TME_n érték szoros összefüggést mutatott. Ezt a következő képlettel lehetett leírni: y=-0,93+1,09x (r=0,996), ahol y a fácánnal, x pedig a tyúk fajjal kapott TME_n értéket mutatja. Az AME_n értékek a TME_n értékhez hasonlóan alakultak. A kapott egyenlettel a tyúkra vonatkozó ME értékek adaptálhatók a fácánra is.
(Kulcsszavak: tyúk, fácán, takarmányenergia hasznosítás)

ABSTRACT

Energy utilisation of poultry and pheasant

G. Szűts, K. Dublecz, L. Wágner, Á. Bartos, G. Tóth
University of Keszthely, Georgikon Faculty of Agriculture, Keszthely, H-8361 Deák F. u. 16.

The metabolisable energy (AME_n) and (TME_n) values corrected to zero nitrogen balance of three feeds measured with pheasants and poultry cockerels. The EU predicted equation was used also at the ME. Average endogenous energy loss in poultry was 0.251 kJ/g dry matter and 0.223 kJ/g dry matter in pheasant. This can be expressed with the following formula: y=-0.93+1.09x (r=0,996), where y=TME_n measured by pheasants, x=TME_n measured by poultry. The correlation coefficient showed an improvement in goodness of fit in comparisons of AME_n. These equations indicate that data from poultry experiments can be used for improving the accuracy of evaluation of pheasant's feed.
(Keywords: energy utilisation, poultry, pheasant)

BEVEZETÉS

A kutatók közül többen foglalkoztak a különböző háziszárnyasok energia értékesülésével. Köztük a legtöbb kísérletet *Sibbald* (1975) végezte. A hazai kutatók közül *Vincze et al.* (1985, 1986, 1999) vizsgálták több madárfajjal azonos takarmányok látszólagos (AMEn) és igazi (TMEn) metabolizálható energiatartalmát. Közleményeik adatai azt tanúsítják, hogy vannak fajok, amelyek nem mutatnak lényeges eltérést az energiahasznosításban, de vannak, ahol a tyúkkal kapott ME értékekben szignifikáns eltérés tapasztalható. A legnagyobb eltérést a tyúk és fácán fajok közt mérték. A fácán (*Phasianus dochicus dochicus, L.*) hazánkban igen elterjedt vadonélő madárfaj, kedvelt vadászzsákmány.

Napjainkban a vadonélő fácán állományt a jelenleg alkalmazott agrotechnika eléggé megtizedelte. Ezért a fácán gépi keltetése és előnevelése általánosan elterjedt. Részükre a takarmánygyártók fácántápot állítanak elő. Ezek energiatartalmát a tyúk fajra megállapított becslő egyenletekkel számítjuk ki a kémiai analízis adatokból. Ezt nem tekinthetjük reális értéknek, mert az eddigi adatok a két faj közt szignifikáns eltérést mutattak.

Vizsgálatunkban célul tűztük ki, hogy három takarmány, a kukorica, az extrahált szójadara és egy fácántáp AME_n, TME_n értékét mérjük, ill, kémiai analízis adatokból kiszámítsuk ezek ME tartalmát. A vizsgálat lehetővé teszi a két faj közti eltérések tanulmányozását és választ ad az összefüggés számszerűsítésére is.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati célra 15 hétnél idősebb tojóhibrid és fácán kakasokat használtunk. A tojóhibrid kakasok élősúlya 1500-1600 g, a fácánoké 1200-1300 g volt a kísérlet kezdetén. Mindkét kezelésben háromszoros ismétlésben 6-6 madarat helyeztünk el egyedi ketrecekben. Így kezelésenként 18 adat állt rendelkezésünkre.

Az AME_n érték megállapításakor az állatokat, ad libitum etettük. A TME_n mérést *Sibbald* (1975) módszerével végeztük és egyedenként naponta 35 g takarmányt adagoltunk kényszeretetéssel. Az ürüléket 48 óráig gyűjtöttük. Az endogén energia veszteséget pedig N-mentes diéta alkalmazásával kaptuk. Az AME_n érték megállapításánál referenciatápot alkalmaztunk, a kukorica esetében 50%, az extrahált szójánál 70% mértékben.

Mindkét vizsgálatban mértük a N-retenciót és ennek alapján végeztük a N-korrekciót. A módszer részletes ismertetése *Vincze et al.* (1999) szakkönyvében megtalálható. Az AME_n és a TME_n értékek mérésére ugyanazon állatokat alkalmaztuk. Az energiatartalom becslését a kémiai analízis adatokból a számítással az EU-ban alkalmazott képletek alapján végeztük (*Härtel,* 1986; *Vincze et al.,* 1999).

A takarmányok és az ürülék bruttó energia tartalmát adiabatikus bomba kaloriméterrel határoztuk meg. A kémiai analíziseket a hazai szabványok szerint végeztük. Az AME_n és a TME_n adatok szignifikáns eltérését, ill. a korrelációt számítottuk a két faj közt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A három vizsgált takarmány összetételét az *1. táblázat* tartalmazza. Az adatokból megállapítható, hogy a háromféle takarmány, amelyek közül kettő alapanyag, egy pedig tojóták, három eltérő fehérje és energia szintet képvisel.

1. táblázat

A vizsgált takarmányok kémiai összetétele g/kg szárazanyagban

	Nyersfehérje (4)	Ny.zsír (5)	Ny.rost (6)	Nmka (7)	Keményítő (8)	Cukor (9)
Kukorica (1)	105	45	23	780	710	15
Extrahált szója (2)	160	26	85	368	72	10
Fácántáp (3)	145	31	36	630	522	13

Table 1.: The chemical composition in g/kg dry matter

Corn(1), Soybean meal(2), Pheasants feed(3), Crude protein(4), Crude fat(5), Crude fibre(6), Nfe.(7), Starch(8), Sugar(9)

A referencia tápösszetételét és a tyúkokkal mért AME_n tartalmát a *2. táblázat* tartalmazza. A referencia tápot csak tyúk fajjal teszteltük, a fácánnal mért 3 takarmányféleség AME_n tartalmát is a tyúkhoz hasonlítottuk.

2. táblázat

A referenciatáp összetétele

		%
Kukorica	(1)	71,0
Extrahált szója	(2)	25,0
Mész	(3)	0,90
Foszfor	(4)	0,60
Só	(5)	0,30
Premix	(6)	0,50
DL-metionin	(7)	0,20
		100%
AME_n=kJ/g		12,5
Nyersfehérje %	(8)	

Table 2: Reference diet

Corn(1), Soybean meal(2), Calcium(3), Phosphorus(4), Salt (5), Vitamins + minerals(6), DL-methionine(7), Crude protein %(8)

Az állatkísérletek eredményeit, valamint a kémiai analízis adatokból számított ME tartalmat a *3. táblázat*ban közöljük. Az endogén energia mennyiségét is itt tüntettük fel.

3. táblázat

A kísérleti takarmányok ME tartalma tyúk és fácán fajokkal mérve (kJ/g szárazanyagban)

Takarmány (1)	AME_n		TME_n		Számított ME (5)
Kukorica (2)	14,3 ±0,28	15,7* ±0,26	15,7 ±0,26	16,5* ±0,21	15,4
Extrahált szója (3)	12,0 0,36	14,3* ±0,28	13,4 ±0,34	15,8* ±0,29	13,2
Fácántáp (4)	12,9 ±0,28	14,7* ±0,28	14,3 ±0,26	15,7* ±0,24	12,2
Endogén energia-veszteség (EEL)			0,251	0,223*	

* P=5%-on szignifikáns eltérés. (*P=5% significant deviation.*)

Table 3 : The ME contents of experimental diets, measured with poultry and pheasant cockerels (kJ/g dry matter)

Feeds(1), Corn(2), Soybean meal(3), Pheasants feed(4), Calculated ME(5)

A táblázat adataiból megállapítható, hogy az eltérés valamennyi összehasonlításban szignifikáns volt. Az ME értékeket kJ/g szárazanyagra vonatkoztatva azt találtuk, hogy az AME_n kukoricában 1,4 kJ/g, extrahált szójadarában 2,3 kJ/g, fácántápban 1,8 kJ/g-al volt nagyobb fácánnal mérve, mint a tyúkkal.

A TME_n értékek hasonló eredményt adtak. A kukoricában 0,8 kJ/g, az extrahált szójában 2,4 kJ/g, a fácántápban pedig 1,4 kJ/g-al nagyobb értéket mértünk a fácánokkal. Az endogén energiaürítés takarmány szárazanyagra vetítve 0,028 kJ/g-al volt kisebb a fácánokkal mérve. Ez azt látszik igazolni, hogy a fácánnal mért nagyobb ME értékek részben a kisebb endogén energiaürítésre vezethetők vissza.

A számított ME értékek közelebb álltak a tyúkfajhoz, de azzal teljesen nem egyeztek meg. A kukoricánál és a szójánál az állatokkal mért értékekhez viszonyítva nagyobb értéket számítottunk, a fácántápnál viszont kisebb volt a számított érték. A fácánnal mért értékek minden esetben nagyobbak voltak, mint a számított érték. Legnagyobb eltérést a fácántáp esetében tapasztaltunk.

Az endogén veszteséggel korrigált TME_n értékek reálisabban mutatják a két faj közti eltérő energiahasznosítást. Ezért ezekből az adatokból nyert korrelációs összefüggést is pontosabbnak tekinthetjük.

A két faj közti korreláció: $y=-0,93+1,09x$, ahol
y=fácánnal mért TME_n
x=tyúkkal mért TME_n

Az összefüggés szorosságát: $r=0,996$ értékűnek találtuk.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kapott vizsgálati adatok azt tanúsítják, hogy a tyúk és fácán fajok energia hasznosítása közt eltérés található. Ez részben az endogén energiaveszteség különbözőségéből adódik, de azzal teljes mértékben nem magyarázható. Ezt bizonyítja, hogy a TME_n értékek közt is megmaradt a két faj közti eltérés, esetenként mérsékeltebb formában. Valószínű, hogy az eltérés másik tényezője emésztésbeli eltérésekre vezethető vissza.

A kémiai analízis adatokból számított látszólagos metabolizálható energia elmarad a fácánnal mért értéktől. Ezért a tyúkfajra megállapított becslő egyenletek alkalmazása még nagyobb hiba lehetőséget hordoznak, mint a tyúk esetében.

A tyúk és a fácán energia hasznosítása közt szoros korrelációt találtunk. Az összefüggés alapján a tyúk fajjal mért értékek a fácánra is adaptálhatók.

IRODALOM

Härtel, H. (1986). Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds. Br. Poultry Sci., 27. 11-39.

Sibbald, I.R. (1975). The effect of level of feed on metabolizable energy values masured with adult roosters. Poultry Sci., 55. 303-308.

Vincze L. (1985). Baromfitakarmányok energia meghatározására szolgáló gyors biológiai Módszerek. ATE Keszthely kiadványa. 27. 1-18.

Vincze L., Szűts G. (1986). Comparatív test for the AME and TME contents of hungarian poultry feeds. Madrid 4th World Congress of Animal Feeding Proc., 105-106.

Vincze L., Dublecz K., Szűts G., Wágner L. (1999). Abaromfitakarmányok energia és fehérje értékelése. Keszthelyi Akadémia Alapítvány kiadványa.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Szűts Gábor
Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
8360 Keszthely, Deák F. u. 16.
University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.
Tel.: 36-83-312-330
e-mail: szuts-g@georgikon.hu

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol 5 No 4, 55-63
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Adatok a magyarországi ivóvizek és ásványvizek fluortartalmáról

Sarudi I., Csapó-Kiss Zs., Szabó A.
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémia Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország 17 megyéjében gyűjtött 46 vezetéki- és 10 kútvíz minta, valamint 14-féle palackozott ásványvíz fluortartalmát határoztuk meg direkt potenciometriás úton, ionszelektív elektród alkalmazásával. Egyetlen kútvíz kivételével a megvizsgált ivóvizek fluortartalmát sokkal alacsonyabbnak találtuk az optimálisnak tekintett 1000 µg/l értéknél. Az említett kiugró értéktől (1164 µg/l) eltekintve, az ivóvizek esetében kapott eredmények középértéke és szórása 140±89 µg/l volt. Sokkal nagyobb fluorkoncentrációkat állapítottunk meg egyes ásványvizekben, így ezek számottevően javíthatják a fogyasztók fluorstátusát.
(Kulcsszavak: fluor, ivóvizek, ásványvizek, Magyarország)

ABSTRACT

The data of the fluorine content of drinking waters and mineral waters in Hungary
I. Sarudi, Zs. Csapó-Kiss, A. Szabó
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Department of Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor út 40.

In 46 tap-water samples and 10 spring-water ones collected from 17 counties of Hungary and 14 different bottled mineral waters, fluorine was determined on the direct potentiometric route using an ion-selective electrode. All but an only spring-water, fluorine concentrations of the drinking waters analysed were found to be lower than the value of 1000 µg/l regarded to be the optimum level. Apart from the above-mentined outlying value (1164 µg/l) the mean and the standard deviation of results obtained for the drinking waters were 140 and 89 µg/l, respectively. Much higher fluorine levels were established in certain mineral waters, thus these can significantly improve fluorine status of the consumers.
(Keywords: fluorine, drinking waters, mineral waters, Hungary)

BEVEZETÉS

Fluor a táplálékláncban

A fluor a legkisebb rendszámú halogénelem, természetes nuklidja csupán egy van, nevezetesen a $^{19}_{9}F$. Külső elektronhéjának szerkezete a periódusos rendszer VII.A oszlopába tartozó többi eleméhez hasonlóan s^2p^5. Elektronegativitása és standard elektródpotenciálja kimagaslóan nagy (EN=4,0, ill. E°=2,87 V), oxidációfoka a vegyületeiben mindig -1. Rendkívül nagy reakcióképessége folytán a fluor kizárólag

vegyületek formájában fordul elő a természetben. Részaránya a litoszférában kb. 0,065%-ot tesz ki, s ezzel az elemek között a 13. helyet foglalja el a gyakoriság tekintetében. Legfontosabb ásványa a fluorit (v. folypát, CaF_2), a kriolit (Na_3AlF_6) és a fluorapatit [$Ca_5(PO_4)_3F$].

Bowen (1979, 1982) szerint a tengervíz átlagosan 1,3 mg/l, a felszíni édesvizek pedig 0,1 mg/l fluort tartalmaznak. A forrásvizek és a mélyfúrású kutak vize általában gazdagabb fluorban a folyó- és a tóvizeknél. A talajképző kőzetek közül a vulkanikus eredetűek és a tengeri üledékek tűnnek ki nagyobb fluortartalmukkal (*Takács,* 1992). Eléggé általános érvényű megállapítás az is, hogy a talaj fluortartalma a mélységgel növekszik: pl. az USA-ban a talajok felső 0-8 cm-es rétegében 20-500 mg/kg (átlagosan 190 mg/kg), a 0-30 cm-es rétegében pedig 20-1620 mg/kg (átlagosan 292 mg/kg) fluort határoztak meg (*Robinson és Edgington,* 1946).

Apatitlelőhelyek és fluort kibocsátó ipari létesítmények (pl. foszfátműtrágyákat előállító gyárak és alumíniumkohók) környezetében a felszíni vizek és a talajok fluorszintje jelentősen meghaladhatja a fenti értékeket (*Polomski és mtsai.,* 1982; *Pais,* 1984). *Hell és munkatársai* (1995) egy szlovákiai alumíniumgyár környékén elejtett őzek csont- és fogállományának vizsgálata alapján rámutattak arra, hogy ilyen körülmények között az élő szervezetek fluorkontaminációjára is számítanunk kell. Más források pedig (*NRC,* 1980; *Pais,* 1980; *Szabó és mtsai.,* 1993) arra hívták fel a figyelmet, hogy a szuperfoszfát túlzott mértékű felhasználása is megnövelheti a talaj, majd azon keresztül az élő szervezetek fluorterhelését.

Bár a növények számára a fluor nem esszenciális elem, *Bunce* (1985) szerint igen kis koncentrációban stimulatív hatású pl. a gabona- és a citrusfélékre, a lucernára és a mustárra. Más szerzők viszont a fluor fitotoxikus hatását észlelték (*Balazova és mtsai.,* 1970; *Valach és mtsai.,* 1993), mindenekelőtt a fentiekben már említett ipari létesítmények környezetében. A tea, a kávé és a kamilla kivételével a növények a fluort általában rossz hatásfokkal veszik fel a talajból, az alacsony pH és a mészhiány azonban kedvez a fluorfelszívódásnak (*Duckworth és Duckworth,* 1978; *Pais* 1980). Ilyen esetekben a fluor a levélben felhalmozódik, a levél széle elhal, és az erek mentén klorózis lép fel.

Az állati szervezet emésztőcsövéből történő fluorfelszívódás sebességét és mértékét mindenekelőtt az adott fluorvegyület vízben való oldhatósága szabja meg. A jól oldódó NaF formában levő fluor felszívódása igen gyors és rendszerint már a gyomorban meghaladja a 90%-ot, a rosszul oldódó CaF_2 viszont ehhez képest lassú és csak kismértékű felszívódásra ad lehetőséget (*NRC,* 1980). A kalciumon kívül a magnézium, az alumínium, a klorid és a foszfát, bizonyos mennyiségen túl pedig a zsír is akadályozza a fluor abszorpcióját (*NRC,* 1974; *Szabó és mtsai.,* 1993).

A felnőtt emberi szervezet átlagosan 2,6 g fluort tartalmaz (*Belitz és Grosch,* 1999), s ennek mintegy 95%-a a csontokban és a fogakban található (*Bíró és Lindner,* 1995). A csont sejtközötti állományának fluorkoncentrációja általában 1000 és 4000 mg/kg között van, a fogzománcban pedig 290-2640 mg/kg fluor található; a vese, a máj és a tüdő fluorszintje viszont csupán 0,01-2,30, 0,06-1,9, illetve 0,04-3,5 mg/kg (*Takács,* 1992). *Iyengar és munkatársai* (1978) szerint a vér fluortartalma a 0,02-1,16 mg/l tartományban változik. Ennek mintegy 75%-a a plazmában található, túlnyomórészt ionos állapotban. A plazmában levő fluornak nem egészen 5%-a szerves kötéssel fehérjékhez kapcsolódik.

Annak ellenére, hogy a csont- és a fogállomány magas fluortartalmára már igen korán felfigyeltek, a szóban forgó elem létfontossága tekintetében évtizedek óta megoszlanak a vélemények (*McClendon és Gershon-Cohen,* 1953; *Maurer és Day,* 1957; *Doberanz és mtsai.,* 1963; *Messer és mtsai.,* 1972, 1973; *Schwarz és Milne,* 1972; *Tao és Suttie,* 1976; *Kőrös,* 1980; *Anke és Groppel,* 1989; *Gürtler és mtsai.,* 1995; *Belitz*

és Grosch, 1999). Megkérdőjelezi ugyanis az esszencialitást az a tény, hogy fluorspecifikus biokémiai folyamatot eddig nem fedeztek fel (*Szabó és mtsai.,* 1993), valószínűsíti viszont például az, hogy a fluor megvonásával testtömeg-lemaradást és fertilitási zavarokat lehetett előidézni laboratóriumi állatokban.

Az állati és az emberi szervezet számára megfelelő mennyiségű fluor javítja a csontok mechanikai tulajdonságait, és szerepet játszik a tartós fogzománc kialakulásában; hiánya viszont megnöveli a csontok törékenységét és a fogszuvasodás valószínűségét (*NRC,* 1974; *Takács,* 1992; *Rugg-Gunn,* 1993; *Szabó és mtsai.,* 1993; *Belitz és Grosch,* 1999). Az említett kedvező hatások hátterében mindenekelőtt az áll, hogy a csont és a fogzománc apatitrácsában levő hidroxidionok egy része fluoridra cserélődik, s az így képződött fluorapatit fokozza a mechanikai terhelésekkel, illetve a szájüregben előforduló savakkal szembeni ellenállóképességet. A szájüregben egyébként szerepe van annak is, hogy a fluoridionok enzimbénító hatásuk folytán akadályozzák a fogszuvasodásért felelős streptococcusok szaporodását. *Luomo és munkatársai* (1983) szerint megfelelő fluorellátással az aortameszesedés és a szívinfarktus kockázata is csökkenthető. Figyelemre méltó *Banóczy és munkatársainak* (1990) felvetése is, mely szerint a fluornak szerepe lehet bizonyos rosszindulatú daganatok megelőzésében.

Fentiek ellenére úgy tűnik, hogy a túlzott fluorfogyasztás nagyobb veszéllyel jár, mint a fluorhiány (*Harvey,* 1952; *WHO,* 1984; *Venkateswara és Mahajan,* 1990; *Takács,* 1992; *Szabó és mtsai.,* 1993; *Singh és Svarup,* 1994; *Cao és mtsai.,* 1997; *Kahama és mtsai.,* 1997). A fluorózis enyhe tünetei közé tartozik a fogzománc fényének elvesztése és foltosodása (*Myers,* 1978), kevésbé látványos, viszont súlyosabb megnyilvánulása ennek a csontok és a fogak törékenysége. (Amint már szó volt róla, ugyanez a fluorhiány esetében is bekövetkezhet.) A gazdasági állatok fluorózisa a takarmányfogyasztás és a testtömeg lecsökkenésével, súlyosabb esetekben izomgyengeséggel, bénulással, sőt elhullással is járhat (*NRC,* 1980). Krónikus fluormérgezés esetén az embernél izületi elváltozások és anémia is felléphet (*Takács,* 1992). A takarmányozásban főleg a halliszt és a foszforpótlásra használatos ásványi kiegészítők, pl. a monokalcium-foszfát magas fluortartalma okozhat problémát. A 9003/83. sz. MÉM-EÜM-OVH rendeletben megengedett fluortartalom határértéke az állati eredetű takarmánykomponensekben 500 mg/kg, az ásványi kiegészítőkben pedig 2000 mg/kg.

A felnőtt emberi szervezet napi fluorigénye *Gasztonyi és Lásztity,* (1992) szerint 1,0-1,5 mg, *Bíró és Lindner* (1995) szerint 1,5 mg, az American Institute of Nutrition szerint pedig 1,5-4,0 mg (*Turnlund,* 1994). A szervezetbe jutó fluor nagyobbik hányadát általában az ivóvíz, kisebbik részét az élelmiszerek fedezik (*Lakdawala és Punekar,* 1973; *WHO,* 1984; *Beddows és Wade,* 1982; *Venkateswara és Mahajan,* 1990; *Takács,* 1992; *Vlachou és mtsai.,* 1992; *Gulati és mtsai.,* 1993; *Nishijima és mtsai.,* 1993; *Szabó és mtsai.,* 1993). Az ivóvíz fluortartalmát akkor tartjuk megfelelőnek, ha az a 0,9 és az 1,5 mg/l értékhatárok közé esik (*Takács,* 1992). Az élelmiszerek és az élvezeti szerek közül a tengeri halhús, illetve a már említett tea és a kávé a leggazdagabb fluorban. Kedvező esetben a cereáliák, a tej és a tejtermékek, valamint a marha- és a baromfihús fluortartalma is számottevő lehet.

Már a 19. század második felében felmerült, hogy az étrend fluorral való kiegészítésével csökkenteni lehetne a fogszuvasodás gyakoriságát a fluorhiányos körzetekben. Bár az érintett országok többsége – túlzott óvatosságból, nemtörődömségből vagy hibás anyagi meggondolásból – jelenleg sem él a kollektív fluorszupplementáció lehetőségével, ma már a világon több százmillió ember fogyaszt nátrium-fluoriddal vagy egyéb vízoldható fluorvegyülettel kiegészített ivóvizet, tejet vagy konyhasót (*Davis,* 1975; *Elgersma és Klomp,* 1975; *Schwab és Schwartz,* 1975;

Borrow és Davis, 1976; *Tóth,* 1978, 1984; *Kozma,* 1980; *Beddows és Wade,* 1982; *Mühlemann,* 1982; *WHO,* 1984). Fluoridtartalmú étkezési só a közelmúltban egyes magyar üzletekben is megjelent. Fentieken kívül a különböző fluoridtartalmú tabletták vagy cseppek szedése (*Axelsson,* 1993), valamint a fluoridos fogkrémek és szájvizek használata természetesen szintén hozzájárulhat a fogszuvasodás megelőzéséhez.

Előzmények és célkitűzések

Az e dolgozatban bemutatásra kerülő eredmények megszületése előtt is voltak már bizonyítékok arra, hogy Magyarország nagy része nem tartozik a fluorral megfelelően ellátott területek közé. A hajdani KÖJÁL-ok, valamint a Szegedi Orvostudományi Egyetem Fogászati és Szájsebészeti Klinikája által 1979-1980-ban végzett, 19 megye számos helységére kiterjedő vizsgálat alapján *Tóth és Sugár* (1983) arra a következtetésre jutott, hogy az érintett lakosságnak csak igen kis része fogyaszt többé-kevésbé kielégítő fluortartalmú ivóvizet. Nem vitatva ennek a felmérésnek a jelentőségét, megjegyezzük, hogy ez csak a kis és a közepes lélekszámú települések ivóvizére vonatkozott, s így önmagában nem tette lehetővé az ország fluorstátusának megítélését. Jelen dolgozatunkban ez utóbbit igyekszünk elősegíteni oly módon, hogy Budapest és néhány egyéb nagyváros ivóvizének fluortartalmára is szolgáltatunk adatokat. Egyes kistelepülések ivóvizére egyébként ez a vizsgálat is kiterjedt, sőt a teljesebb képalkotás érdekében néhány közismert ásvány- és gyógyvíz általunk meghatározott fluortartalmát is közöljük.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az ország 17 megyéjében, illetve a fővárosban vett, összesen 56 ivóvízmintának mintegy 82%-a vízvezetékekből (tkp. vízművekből), a többi pedig fúrt kutakból származott. Az ezeken kívül megvizsgált 14 palackozott ásvány-, illetve gyógyvizet a kereskedelemből szereztük be.

A fluorid-meghatározás megfelelő ionszelektív elektród alkalmazásával, direkt potenciometriás mérési elven történt (*Ferren és Shane,* 1969; *Hrabéczy-Páll és mtsai.,* 1975, 1977; *Beddows és Kirk,* 1981). A különböző zavaró hatások kiküszöbölése céljából a *Frant és Ross* (1968) által ajánlott TISAB (*Total Ionic Strength Adjustment Buffer*) oldatot használtuk.

Az általunk alkalmazott mérőrendszer a következő elemekből állott: *Radelkis Type OP-F-7112D* fluoridszelektív elektród, *Radelkis Type OP-3202* telített kalomel referencia-elektród, *Radelkis Type OP-205* precíziós pH-mérő és kálium-nitrátos agar-agar sóhíd. A mérőrendszer hitelesítését és a koncentrációmérést a megfelelő magyar szabvány szerint végeztük (*MSZ,* 1987).

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az *1. táblázat*ban bemutatott eredmények szerint a megvizsgált ivóvizek közül mindössze egynek, nevezetesen a véméndi kútvíznek fluortartalma érte el a kielégítőnek tartott 1000 µg/l értéket. A többi ivóvíz fluorszintjét 30 és 612 µg/l közöttinek, tehát igen alacsonynak találtuk; az ezekben meghatározott fluorkoncentrációk átlaga és szórása: $\bar{x}$ =140±89 µg/l (n=55).

A kapott eredmények alapján tehát a széles körű fluor-szupplementáció bevezetése indokoltnak látszik.

1. táblázat

Ivóvizek fluortartalma

Helység (1)	F (µg/l)	Helység (1)	F (µg/l)
Baranya m. (2)		Komárom-Esztergom m. (2)	
Bükkösd	108[f]	Neszmély	282[v]
Pécs	126[v]	Tatabánya	108[v]
Pécsvárad	56[v]	Nógrád m. (2)	
Véménd	1164[f]	Balassagyarmat	144[v]
Bács-Kiskun m. (2)		Pest m. (2) és Budapest	
Baja	107[v]	Budaörs	150[v]
Kecskemét	49[v]	Buda (Bp. III.)	78[v]
Kiskunfélegyháza	108[v]	Ócsa	114[v]
Kunszállás	109[f]	Somogy m. (2)	
Vaskút	180[v]	Balatonfenyves	118[v]
Borsod-Abaúj-Zemplén m. (2)		Fonyód	112[v]
Bogács	103[f]	Hetes	94[f]
Hollóháza	30[v]	Kaposmérő	150[v]
Mezőkövesd	60[v]	Kaposvár	138[v]
Csongrád m. (2)		Mosdós	150[v]
Szeged	83[v]	Nagyatád	204[v]
Fejér m. (2)		Szenna	119[v]
Dunaújváros	150[v]	Tapsony	120[v]
Enying	174[v]	Zimány	123[f]
Igar	612[f]	Tolna m. (2)	
Nagyvenyim	138[f]	Dombóvár	110[v]
Pátka	144[v]	Szekszárd	234[v]
Szabadbattyán	174[v]	Tamási	126[v]
Székesfehérvár	186[v]	Vas m. (2)	
Győr-Moson-Sopron m. (2)		Jánosháza	120[v]
Győr	138[v]	Kőszeg	121[v]
Mosonmagyaróvár	73[v]	Nárai	420[v]
Sopron	198[v]	Szentgotthárd	216[v]
Hajdú-Bihar m. (2)		Veszprém m. (2)	
Debrecen	64[v]	Tapolca	108[v]
Heves m. (2)		Várpalota	91[v]
Eger	114[v]	Veszprém	80[v]
Zagyvaszántó	126[f]	Zala m. (2)	
Jász-Nagykun-Szolnok m. (2)		Iklódbördőce	84[f]
Törökszentmiklós	126[v]	Nagykanizsa	144[v]
		Vonyarcvashegy	85[v]

v: vízvezeték (*water pipes*); f: fúrt kút (*driven well*)

Table 1: Fluorine content in drinking waters

Place(1), County(2)

A megvizsgált vezetékes vizekkel és kútvizekkel ellentétben a *2. táblázat*ban szereplő eredményekből az a következtetés vonható le, hogy a forgalomban levő ásvány- és gyógyvizek némelyike jelentősen hozzájárulhat a lakosság megfelelő fluorellátásához.

2. táblázat

Ásvány- és gyógyvizek fluortartalma

Minta megnevezése (1)	F (µg/l)	
	talált (2)	**deklarált (3)**
Szentkirályi ásványvíz (4)	104	-
„Ferenc József" gyógyvíz (5)	144	-
„Bonaqua" ásványvíz (6)	182	-
Balfi ásványvíz (7)	204	-
„Óbudai Gyémánt" ásványvíz (6)	306	-
„Míra" gyógyvíz (5)	372	-
Parádi gyógyvíz (8)	720	-
„Kékkúti Theodora Quelle" ásványvíz (6)	1020	800
„San Benedetto" ásványvíz (6)	1260	-
Visegrádi ásványvíz (9)	1620	1600
Gellérthegyi kristályvíz (10)	1980	2200
„Bükkszéki Salvus" ásványvíz (6)	2400	3000
„Margitszigeti kristály" ásványvíz (6)	2460	2400
„Apenta" ásványvíz (6)	2820	2200

Table 2: Fluorine content in mineral and medicinal waters

Sample name(1), Found(2), Declared(3), Mineral water of Szentkirály(4), Medicinal water(5), Mineral water(6), Mineral water of Balf(7), Medicinal water of Parád(8), Mineral water of Visegrád(9), Mineral water of Gellért hill(10)

IRODALOM

Anke, M., Groppel, B. (1989). Fluormangelerscheinungen bei der Ziege. Mengen- und Spurenelemente, Arbeitstagung Leipzig, 346-364.

Axelsson, P. (1993). Current role of pharmaceuticals in prevention of caries and periodontal disease. Int. Dent. J., 43. 473-482.

Balazova, C., Rippel, A., Hluchan, E. (1970). The effect of atmospheric fluorine pollution on the living organism. Excerpta Medica International Congress Series, Bratislava, 709-711.

Banóczy, J., Ritlop, B., Solymosi, G., Gombik, A., Adatia, A. (1990). Anticarcinogenic effect of fluoridated milk and water in rats. Acta Physiol. Hung., 76. 341-346.

Beddows, C.G., Kirk, D. (1981). Determination of fluoride in bovine milk using a fluoride ion-selective electrode. Analyst, 106. 1341-1344.

Beddows, C.G., Wade, V.N. (1982). Dried milk powder containing fluoride. J. Food Technology, 17. 579-588.

Belitz, H.D., Grosch, W. (1999). Food Chemistry. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 400.

Bíró Gy., Lindner K. (1995). Tápanyagtáblázat. Műszaki Könyvkiadó RT., Budapest, 52-53.

Borrow, E.W., Davis, J.G. (1976). The fluoridation of milk and its methodology. Food Trade Review, 46. 557-563.

Bowen, H.J.M. (1979). Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London – New York – Toronto. – ref. Szabó és mtsai (1993).

Bowen, H.J.M. (1982). Environmental chemistry. Vol. 2. The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London. – ref. Szabó és mtsai (1993).

Bunce, H.W.F. (1985). Apparent stimulation of tree growth by low ambient levels of fluoride in the atmosphere. J. Air Pollution Cont. Assoc., 35. 46-48.

Cao, J., Zhao, Y., Liu, J. (1997). Brick tea consumption as the cause of dental fluorosis among children from Mongol, Kazak and Yugu populations in China. Food Chem. Toxicol., 8. 827-833.

Davis, J.G. (1975). Fluoridised milk for children. Dairy Industries, 40. 7-10. 48-51.

Doberanz, A.R., Kurnick, A.A., Kurtz, E.B., Kemmerer, A.R., Reid, B.L. (1963). Minimal fluoride diet and effect on rats. Fed. Proc. Proc., 22. 554.

Duckworth, S.C., Duckworth, R. (1978). The ingestion of fluoride in tea. British Dental Journal, 145. 368-370.

Elgersma, R.H.C., Klomp, H. (1975). The effect of fluorinated tape-water, used in the cheesemaking process, on the fluoride content of Goude cheese. Netherlenads Milk and Dairy Journal, 29. 3-15.

Ferren, W.P., Shane, N.A. (1969). Potentiometric determination of fluoride in beverages by means of the ion-selective solid state electrode. J. Food Sci., 34. 317-319.

Frant, M.S., Ross, J.W. (1968). Use of a total ionic strength adjustment buffer for electrode determination of fluoride in water supplies. Anal. Chem., 40. 1169-1170.

Gasztonyi K., Lásztity R. (1992). Élelmiszer-kémia 1. Mezőgazda K., Budapest, 31-32.

Gulati, P., Singh, V., Gupta, M.K., Vaidya, V., Dass, S., Prakash, S. (1993). Studies on leaching of fluoride in tea infusions. Sci. Total Environ., 138. 213-221.

Gürtler, H., Anke, M., Neubert, E., Anke, S., Jaritz, M. (1995). Die Auswirkung einer fluorarmen Ernährung bei der Ziege. Mengen- und Spurenelemente, 15. Arbeitstagung, Jena, 757-764.

Harvey, J.M. (1952). Chronic endemic fluorosis of merino sheep in Queensland. Queensl. J. Agric. Sci., 9. 47-56.

Hell, P., Stanovsky, N.M., Zvolen, M.Z. (1995). Dentalfluorose des Rehwildes in der Region einer slowakischen Aluminiumfabrik. Z. Jagdwiss., 41. 117-125.

Hrabéczyné P.A., Bisztriánszkyné E.E., (1977). Direkt potenciometriás módszer a fluoridtartalmú gyógyszerkészítmények vizsgálatára. Gyógyszerészet, 21. 413-415.

Hrabéczy-Páll A., Tóth K., Pungor E. (1975). Application of fluoride-selective electrode to the monitoring of fluoride in air. Anal. Chim. Acta, 77. 278-282.

Iyengar, G.V., Kollmer, W.E., Bowen, H.J.M. (1978). The elemental composition of human tissues and body fluids. Verlag Chemie, New York, 151.

Kahama, R.W., Kariuki, D.N., Kariuki, H.N., Njenga, L.W. (1997). Fluorosis in children and sources of fluoride around lake Elementaitan region of Kenya. Fluoride, 30. 19-25.

Kozma P. (1980). A fluorozott tejről. Tejipar, 29. 68-70.

Kőrös E. (1980). Bioszervetlen kémia. Gondolat K., Budapest, 81., 85.

Lakdawala, D.R., Punekar, B.D. (1973). Fluoride content of water and commonly consumed foods in Bombay and a study of the dietary fluoride intake. Ind. J. Med. Res., 61. 1679-1687.

Luomo és mtsai (1983). Acta Med. Scand. 213. 1712-176. – ref. Pais (1984)

Maurer, R.L., Day, H.G. (1957). The non-essentiality of fluorine in nutrition. J. Nutr., 62. 561-565.

McClendon, J.F., Gershon-Cohen, J. (1953). Water-culture crops designed to study deficiencies in animals. J. Agric. Food Chem., 1. 464.

Messer, H.H., Armstrong, W.D., Singer, L. (1972). Fertility impairment in mice on a low fluoride intake. Science, 177. 893-897.

Messer, H.H., Armstrong, W.D., Singer, L. (1973). Influence of fluoride intake on reproduction in mice. J. Nutr., 103. 1319.

MSZ (1987). Ivóvízvizsgálat. Fluoridion-tartalom meghatározása. MSZ 448/17-86.

Mühlemann, H.R. (1982). Die Salzfluoridierung – die beste Fluoridierung. Eine Einleitung. Schweiz, Mschr. Zahnheilk., 92. 251.

Myers, H.M. (1978). Fluorides and dental fluorosis. Karger, S., Basel – München – Paris – London – New York – Sidney, 66.

Nishijima, M.T., Koga, H., Maki, Y., Takaesu, Y. (1993). A comparison of daily fluoride intake from food samples in Japan and Brazil. Bull. Tokyo Dent. Coll., 34. 43-50.

NRC [National Research Council] (1974). Effects of fluorides in animals. National Academy Sciences, Washington, D.C., 70.

NRC [National Research Council] (1980). Mineral tolerance of domestic animals. National Academy Sciences, Wahington, D.C., 184-226.

Pais I. (1980). A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági K., Budapest, 80-81.

Pais I. (1984). A mikroelemek jelentősége a mezőgazdasági termelésben, kutatásuk helyzete a világban. Kertészeti Egyetem Kiadványai, Budapest, 83-84.

Polomski, J., Flühler, H., Blaser, Pl. (1982). Accumulation of airborne fluoride in soils. J. Environ. Quality, 11. 457-461.

Robinson, W.O., Edgington, G. (1946). Fluorine in soils. Soil Sci., 61. 341-347.

Rugg-Gunn, A.J. (1993). Nutrition, diet and dental public health. Community Dent. Health, 2. 47-56.

Schwab, J.G., Schwartz, A.D. (1975). Fluorinated water supplies: an inadequate source of fluoride for children. J. Pediatrics, 86. 735-736.

Schwartz, K., Milne, D.B. (1972). Fluorine requirement for growth in the rat. Bioinorg. Chem., 1. 331-334.

Singh, J.L., Svarup, D. (1994). Fluorosis in buffaloes. Veterinary Record, 135. 260-261.

Szabó S.A., Régius-Möcsényi Á., Győri D. (1993). Mikroelemek a mezőgazdaságban II. (Stimulatív hatású mikroelemek). Akadémiai K., Budapest, 106-116.

Takács S. (1992). Környezet, ember, mikroelemek. Triorg Kft., Budapest, 91-94.

Tao, S., Suttie, J.W. (1976). Evidence for a lack of an effect of dietary fluoride level on reproduction in mice. J. Nutr., 106. 1115-1120.

Tóth K. (1978). A fogszuvasodás tömegmegelőzésének gyakorlati megvalósítása fluoriddal dúsított háztartási sóval. Fogorvosi Szemle, 71. 118-126.

Tóth K., Sugár E. (1994). Magyarország ivóvízeinek fluortartalma. Orvosi Hetilap, 124. 3091-3095.

Tóth K. (1984). Caries prevention by domestic salt fluoridation. Akadémia K., Budapest.

Turnlund, J.R. (1994). Future directions for estabilishing mineral/trace element requirements. J. Nutr., 124. 1765-1770.

Valach, E., Sedlacek, F., Hezina, F. (1993). Assessment of the amount of fluoride taken up by red deer affected by industrial fluorosis from soil via plants. Mengen- und Spurenelemente, 13. Arbeitstagung, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 261-265.

Venkateswara, R.K., Mahajan, C.L. (1990). Fluoride content of some common south Indian foods and their contribution to fluorosis. J. Sci. Food Agr., 51. 275-279.

Vlachou, A., Drummond, B.K., Curzon, M.E. (1992). Fluoride concentrations of infant foods and drinks in the united Kingdom. Caries Res., 26. 29-32.

WHO [World Health Organization] (1984). Fluorine and fluorides. Environmental Health Criteria, 36. 1-136.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Sarudi Imre
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-321-749

Acta Agraria Kaposváriensis (2001) Vol Vol 5 No 4, 65-76
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Élelmiszer-gazdasági koordináció és a tranzakciós költségek kapcsolata

[1]Horváth B., [1]Kósa C., [2]Szabó G.G.
[1]Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Ökonómiai és Szervezési Intézet, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
[2]Magyar Tudományos Akadémia, Közgazdaságtudományi Kutatóközpont, 1502 Budapest, Pf. 262.

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány első részében a koordinációs mechanizmusokat elemezzük. Az élelmiszer-gazdaságban alapvetően kétféle koordináció ismert: a piaci és a bürokratikus. Ma egyaránt szükség van mindkettőre, hisz a piac nem mindig tudja ellátni a koordinátor szerepét. Speciális kettős koordináció valósul meg a fejlett piacgazdaságokban sikeres mezőgazdasági szövetkezetek esetében. A tanulmányban az élelmiszer-gazdaságban előforduló koordinációs mechanizmusok ismertetése után a vertikális integráció megvalósulásának okait vizsgáljuk, kiemelve a tranzakció-specifikus beruházások, a bizonytalanság, a gyakoriság és az externáliák jelentőségét. A tranzakciós költségek csökkentésének lehetőségei között azok integrálásán belül elemezzük a szövetkezeteket, jellemzőiket és gazdasági jelentőségüket; kiemelt figyelmet szentelve az úgynevezett előmozdító típusú szövetkezeteknek.
(Kulcsszavak: élelmiszer-gazdaság, koordináció, tranzakciós költségek, szövetkezetek)

ABSTRACT

The relation between the transaction costs and the co-ordination in the agri-food economy
B. [1]Horváth, C. [1]Kósa, G.G. [2]Szabó
[1]University of Kaposvar, Faculty of Animal Science, Institute of Economics and Organisation, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
[2]Institute of Economics, Hungarian Academy of Sciences Budapest H-1502 P.O. Box 262.

In the first part of the paper the basic co-ordination mechanisms are defined. In the agri-food economy system usually two co-ordination forms are well known: market mechanism and bureaucratic co-ordination. The second part of the paper analyses the transaction costs, their characteristics and their role in the agribusiness. Transaction costs are the costs associated with carrying out a transaction on the market. The study presents the main factors for decisions to integrate vertically, the reasons why vertical integration exists and the possibilities to reduce transaction costs. One of the varieties of reducing transaction costs is establishing agricultural co-operative, which is a special kind of transaction and co-ordination form. The study demonstrates the characteristics and the importance of the above mentioned co-operatives in vertical integration.
(Keywords: agri-food economy, co-ordination, transaction costs, co-operatives)

BEVEZETÉS

A társadalom tagjai közötti cserét koordinálni, szabályozni kell. A *piaci koordináció* feltételezi, hogy az emberek közötti csere minél nagyobb hányada piaci ügyletek

(tranzakciók) keretében történjék**.** A piaci ár mellett figyelembe kell venni, hogy a piaci tranzakció lebonyolítása többletköltséget, azaz tranzakciós költséget okoz. Általában a *piac fogalmát* úgy tudjuk definiálni, hogy „…a piac olyan eljárás, amelynek révén a vevők és az eladók kölcsönhatásba lépnek egymással, hogy meghatározzák az illető jószág árát és mennyiségét." (*Samuelson*, 1995) Ezen általános piac-meghatározásnál pontosabb *Ihrig* Károly Agrárgazdaságtan című könyvében található definíció. „93. A kereslet és kínálat találkozási helye, illetve az azok találkozásából eredő vonatkozások alkotják tulajdonképpen a piacot." (*Ihrig*, 1941) Emellett a *piac nemcsak fizikai helyet jelent* „94. A piac közgazdaságilag nem feltételezi okvetlenül a vevő és eladó személyes találkozását, nem fizikai hely, hanem inkább szerkezet, melynek célja az azonos irányú kereslet, illetve kínálat összegyűjtése, egymásra való hatásuk és kiegyenlítődésük lehetővé tétele." (*Ihrig*, 1941: p. 33.)

Az *állam sokféle intézkedéssel gyakorolhat hatást a piacra*, ezek közül azokat, amelyek a piacot, a piaci szereplőket hivatottak befolyásolni piacszabályozási elemeknek nevezzük. *Három fő típusát* különböztetjük meg:

- természetes monopóliumok regulációja,
- verseny- és árszabályozás,
- egyéb piaci elégtelenségek szabályozása.

A *reguláció elsődleges célja* a társadalmi közérdek védelme a piaci visszaélésekkel szemben és a társadalmi jólét maximalizálása. Emellett célja lehet a vevők és az eladók, illetve a versenytársak védelme, valamint a verseny korlátozása. A piacszabályozás kialakítása költségekkel jár, ezért regulációnál figyelembe kell venni, hogy a szabályozás tranzakciós költségeinél nagyobb legyen a jólét növekménye. A *piacszabályozás* legnagyobb mértékben a *versenyszabályozásban jelenik meg*. A versenyszabályozás elsődleges célja a káros piaci magatartások korlátozása, mivel a piaci szereplők viselkedése befolyásolja a piac hatékonyságát. A versenyszabályozásnak *két nagy területe* van: az egyik a piac szerkezetére hat, míg a másik a piaci magatartást befolyásolja.

A tanulmány célja az alapvető koordinációs mechanizmusok bemutatásán túl, a tranzakciós költségek és a vertikális integráció kapcsolata, illetve az említett költségek csökkentésének lehetőségei, valamint a szövetkezetek jelentőségének ismertetése volt. A megíráshoz a témában rendelkezésre álló magyar és angol nyelvű szakirodalom nyújtott segítséget.

ALAPVETŐ KOORDINÁCIÓS MECHANIZMUSOK A GAZDASÁGBAN

A koordinációk vizsgálatához először a fogalmat szükséges rögzíteni. „*Koordináció fogalmán* egy vagy több egyén vagy szervezet egymásra hatásával járó mikrofolyamatok szabályozását értjük." (*Kornai*, 1983) A szokványos értelemben vett gazdasági javak előállításának és forgalmának szabályozásán túl a társadalmi transzformációs és tranzakciós folyamatok is ide sorolhatók. A koordináció magában foglalja a tevékenység ráfordításainak és kibocsátásainak allokációját, ezért gyakran használják szinonimájaként az allokációs mechanizmus kifejezést. A fenti fogalom alapján négy tiszta formát különböztetünk meg.

Bürokratikus koordináció

Az egyének és szervezetek kapcsolatát alá-fölérendeltségi viszony jellemzi. A koordinátor utasításainak betartására jogilag szabályozott módon utasítások késztetik a szereplőket. A kapcsolatok nem feltétlenül monetarizáltak, de ha igen az alárendelt egyén pénzügyileg függ a fölérendeltjétől.

Piaci koordináció
Érvényesülésekor a szereplők jogilag egyenrangúak és köztük általában horizontális kapcsolat van. A résztvevők pénzbeli nyereségszerzés céljából, önként lépnek egymással kapcsolatba. Ennél a koordinációs formánál okvetlenül monetarizáltak a kapcsolatok.

Etikai koordináció
Az egyének és szervezetek között mellérendeltségi viszony áll fenn, amely lehet egyoldalú (jótékonyság) vagy kölcsönös, de alapulhat a viszonosság elvén is. A hosszútávú érvényesüléséhez rögzíteni kell hagyományokat és megszokásokat, s ezek alapjául szolgáló elveket. Ennél a formánál a tranzakciók általában nem monetarizáltak, de előfordulhat pénzbeli adományozás.

Agresszív koordináció
Vertikális kapcsolat van az alá- és fölérendelt szereplők között. Megjelenik az önkényes erőszak, amely kényszer nem intézményesült, tehát jogilag és erkölcsileg nem elismert. A pénz megjelenése nem szükségszerű.

A társadalomban általában a koordinációk keveréke jelenik meg, de az egyik domináns volta érzékelhető. Rendszerint a piaci és/vagy bürokratikus koordináció a meghatározó a modern társadalmakban, míg a másik kettő időlegesen fordul elő.

KOORDINÁCIÓ AZ ÉLELMISZER-GAZDASÁGBAN

A koordinációnak két típusa ismert attól függően, hogy az állam (bürokratikus koordináció) vagy valamilyen magánintézmény (piaci koordináció) végzi a koordinálást. A magyar élelmiszer-gazdaságban fontos szerepet tölt be az állami szabályozás és a piacszabályozás, például a termékpályák koordinálásában.

Piaci koordináció
A *horizontális koordináció* a marketing csatorna azonos szintjén valósul meg. Lényege, hogy a termelés azonos fázisához tartozó termékelőállítók lépnek egymással integrált kapcsolatba. Létrejöhetnek értékesítő szövetkezetek, termelési rendszerek és franchise rendszerek. *A rendszer előnyei*: a termelők egységesen, nagy mennyiséggel lépnek fel a piacon, így lehetővé válik számukra a koncentrált élelmiszeripari feldolgozó vállalatokkal szembeni egységes fellépés.

A piaci intézmények által végrehajtott *vertikális koordináció többféle felfogásban* értelmezhető. A *vertikális koordináció olyan folyamatként fogható fel,* amelynek egyik végén a szabad piaci értékesítés, a másikon pedig a vertikális integráció áll, és a köztük lévő elmozdulás során az élelmiszerlánc egyik domináns szereplője egyre jobban ellenőrzése alá vonja a vertikális láncban alatta, illetve felette álló piaci résztvevőket. E fogalom szerint *két csoportra* oszthatjuk a *vertikális koordináció* mechanizmusait. K*ülső koordináció* esetén a vertikális lánc szereplői megőrzik önállóságukat, és az ár játszik jelentős szerepet az egyes piaci szereplők közötti kapcsolattartásban. *Belső* koordináció során megtörténik a szervezeti összeolvadás, és belső ellenőrzés valósul meg a központosított döntéshozó szervezeten keresztül.

Fertő (1996b), illetve Juhász (1999) szerint a *külső koordinációtól a belsőig haladva* megkülönböztetünk:

- *nyílt piaci koordinációt*, melynél a pillanatnyi piaci árak koordinálják a tranzakciót vevők és eladók között,
- *szerződéses kapcsolatot* (rövid, közép és hosszú távú), ahol a vevő kötelezi magát a termék megvételére és a termelőt az eladásra, előre meghatározott ár alapján,

- *integrációt tulajdoni összefonódással, azaz vertikális integrációt,* ahol az élelmiszerlánc egyik domináns tagja integrálja a vertikális láncban felette, illetve alatta álló szereplőket.

A *nyílt piaci koordináció* esetén a szerződések szerepét az ár és az ehhez kapcsolódó információk veszik át, míg a vertikális integráció létrejöttekor a belső adminisztrációs döntések. A szerződés termelői, kereskedelmi, feldolgozói kapcsolatokban használt eszköz. A szerződésben foglalt feltételek szerint megkülönböztetünk:

- *Szállítási, értékesítési szerződést*
  „Hagyományos szerződés", melyben rögzítik az árat, mennyiséget, minőséget és a szállítás időpontját.
- *Termeltetési szerződést*
  Termelési körülményeket magába foglaló szerződés, melyben előírások találhatók termelési folyamatra.
- *Előfinanszírozási és/vagy inputellátási szerződést*
  Az inputok és az erőforrás biztosításának kikötésével, itt a vásárló saját maga biztosítja például a vetőmagot, műtrágyát stb.
- *Keretszerződést*
  Sok esetben nem tartalmazza az árat, a minőséget és a mennyiségi adatokat. Legtöbbször csak szándéknyilatkozatnak nevezhető.

Vertikális integrációról akkor beszélünk, ha az integráció a különböző egymáshoz kapcsolódó termék előállítási és/vagy értékesítési tevékenységeket megvalósító gazdasági egységek között jön létre. A marketing csatorna különböző szintjei közti integrációt jelenti. A termelői, illetve szövetkezeti *integráció létrehozásának indokai* lehetnek: új piacok szerzése és megtartása hosszú távon, piaci kockázat csökkentése, tranzakciós költségek csökkentése, nagy hozzáadott értékű tevékenység végzése, nagyobb hatás elérése a piacra és az árakra. Elsődleges célja *a technológiai és piaci hatékonyság növelése*, s ennek révén a termelők jövedelmi pozíciójának erősítése, a függetlenség viszonylag nagyfokú megőrzésével együtt. (*Szabó*, 2000a)

Bürokratikus koordináció

A *bürokratikus koordináció* horizontális megközelítésben kiterjedhet a termelők, feldolgozók, kereskedők, illetve a fogyasztók körére. A mezőgazdasági termelést közvetlenül befolyásoló tényezők az ökológiai adottságok, az időjárás, a termelési tényezők mennyisége és minősége. Ezek befolyásolhatók, de szükség van külső, állami beavatkozásra is a mezőgazdasági termékek piacának hatékony működéséhez. Az *állam támogatásokat* nyújthat a mezőgazdasági termelők jövedelmének biztosítása érdekében, ugyanakkor *elvonásokat* is alkalmazhat, mellyel befolyásolható a foglalkoztatás és a felhalmozásra felhasználható jövedelmek alakulása. Ezenkívül jelentős az állam szerepe az *agrárfinanszírozásában* (*Szabó*, 1998)

Vertikális koordináció a *termékpályák különböző szintjei között* valósul meg. Ennek az állam által alkalmazott bürokratikus eszközei az agrárpiaci rendtartás, adók és elvonások, közgazdasági szabályozórendszer, valamint a támogatások. A *vertikális koordináció valamilyen szintű erősödéséhez vezethet*, ha egy ország a szabadpiaci mechanizmusokba beavatkozó intézkedéseket hoz, ilyen *beavatkozás* lehet:

- a külkereskedelem korlátozása, általában import vámok vagy kvóták bevezetésével, melyek az alacsony árú külföldi termékek behozatalát korlátozzák a hazai árak védelmében,
- a piacra vihető mennyiség szabályozása, mely a kínálat csökkenését okozza,

- általában minőségi előírásokhoz kötött termelői minimálárak megadása,
- a belföldi kínálat csökkenését célzó export támogatások biztosítása (*Juhász*, 1999).

Ezekből az intézkedésekből kitűnik, hogy *a vertikális koordináció jelentőségének növekedését* elősegítő okok lehetnek:

- változó fogyasztói igények: egész évben folyamatos ellátás biztosítása,
- koncentrálódó kereslet: keresleti piac kialakulása és a kereskedelmi láncok dominanciája,
- információtechnológiai fejlődés: termékáramlás jobb irányítása, kézbentartása, pl. logisztikai költségek csökkentése,
- piaci szabályozók szerepe: pl. piacra vihető mennyiség szabályozása, termelői minimálárak megadása, melyek legfontosabb célja a termelők piaci pozíciójának védelme és jövedelmük biztosítása (*Juhász*, 1999).

A vertikális koordináció szerepe megnyilvánulhat a tranzakciós költségek csökkentésében is. A tanulmány további részében ezen költségek jelentősége és a vertikális integrációban betöltött szerepe kerül vizsgálatra. A tranzakciós költségek akkor a legnagyobbak, amikor igen nagy számú, egymással ellentétes érdekű gazdasági szereplő vesz részt a cserefolyamatban, és mindegyik a saját hasznát próbálja maximalizálni.

A TRANZAKCIÓS KÖLTSÉGEK FOGALMA ÉS CSOPORTOSÍTÁSA

A *tranzakciós költségek* mindazok, melyek a *piaci cserével, illetve tranzakció kivitelezésével kapcsolatosak.* A tranzakciós költségek a *termelés fizikai folyamatával összefüggő költségektől különböznek*. *Szűkebb értelemben* a piaci tranzakciók végrehajtásához szükséges idő és ”energia” költségét jelentik (*Szakadát*, 1993). *Tágabb* értelemben azonban minden olyan költség tranzakciós költségnek tekinthető, *amely az erőforrások hatékony allokációját (eloszlását) megakadályozza*. Zéró tranzakciós költségek mellett optimális erőforrás-eloszlás valósulna meg.

A tranzakciós költségeket *három fő csoportba* sorolhatjuk (*Szakál*, 1994):

- információgyűjtés- és feldolgozás költségei (több piaci szereplő esetén nagyobb),
- szerződés megkötésével kapcsolatos költségek,
- szerződés betartásával kapcsolatos költségek (ellenőrzési költségek).

Másfajta csoportosítás szerint megkülönböztetünk ex ante és ex post költségeket (*Kieser,* 1995; *Williamson*, 1985), attól függően, hogy a *szerződéskötés előtt vagy után* merülnek-e fel.

Az *ex ante* költségek mindazok az erőfeszítések, melyek szükségesek a szerződés létrejöttéhez. Ide tartozik (*Staatz*, 1988):

- az információszerzés költsége,
- az információ feldolgozásának a költsége,
- a tárgyalások költségei,
- egy-egy döntés meghozatalának a költségei
  - szervezeten belül,
  - tranzakciós partnerek között
- a szerződéskötés költsége.

Az *ex post* költségek a szerződéses megállapodás biztosítása, érvényesítése, esetleges módosítása során keletkeznek. Ide tartoznak (*Kieser*, 1995; *Williamson*, 1985) azok a költségek, amelyek:

- a szerződés teljesítésének ellenőrzésével és

- a felmerülő problémák megoldásának biztosításával kapcsolatosak, illetve
- azon tárgyalások költségei, amelyekre a szerződés nem tervezett módon való teljesítése esetén kerül sor.

A tranzakciós költségek elmélete különösen az ex post költségek jelentőségét emeli ki. *Kieser* (1995), illetve *Williamson* (1985) álláspontja az, hogy a cserekapcsolatokból származó problémákat a felek nem láthatják előre minden esetben, így a szerződéses megállapodások gyakran tökéletlennek bizonyulnak. Az elmélet ezért vizsgálja azokat az intézményi szabályokat, mint például a szerződésben megállapított garanciákat, biztosítékokat, felmondási záradékokat, a konfliktuskezelő mechanizmusokat, a különféle módosítási záradékokat stb., amelyek a tranzakció problémamentes lefolyását szolgálják.

A VERTIKÁLIS INTEGRÁCIÓ LÉTREJÖTTÉNEK TRANZAKCIÓS KÖLTSÉGEKRE VISSZAVEZETHETŐ OKAI

A tranzakció *gyakorisága, bizonytalansági foka* és *specifikussága* határozza meg, hogy a vállalat vezetői a piacra bízzák a tranzakciók lebonyolítását, vagy a szervezeten belül valósítják meg azokat, azaz vertikális integrációt hoznak létre (*Williamson,* 1985). *Ollila-Nilsson* (1995) szerzőpáros kiegészíti ezt az *externáliák* jelentőségével is. *Williamson* (1985) a tranzakciós költségeket nevezi meg, mint fő faktort, amely ”felelős” az integrációról való döntésért. A szervezetek tehát azért léteznek, mert a belső koordinációs költségek alacsonyabbak, mint a piaci csere költségei. Szórványos tranzakció esetén, ha a bizonytalanság kicsi, és nincs szükség különleges erőforrásra, akkor a vállalatnak nem áll érdekében a tranzakciók - és így a költségek – belsővé tétele (integrálása), ügyleteit a szabad piaci mechanizmus szerint is lebonyolíthatja.

A tranzakció-specifikus beruházások

A cserére felkínált javak és szolgáltatások előállításához a szereplők specializált inputtényezőket használhatnak fel. Ha ezek az inputtényezők csak bizonyos szolgáltatások vagy javak előállítására alkalmasak, akkor használatukkal a specializációból származó előnyök miatt *termelési költségeket lehet megtakarítani.*

A beruházás ebben az esetben magas tranzakciós költséggel jár, a partnerek közt függőség jön létre, mert az ilyen befektetés után magasabb költséggel lehet partnert változtatni. Mind az ex ante, mind az ex post költségek emelkednek a *tranzakció-specifikus beruházások* végrehajtása során, hiszen a tranzakciós partnerek egyre többet kockáztatnak. A szerződéses kapcsolat megszűnte után a költségek nőnek, mert a specifikus beruházások másféle felhasználás esetén nagyon kis értékkel bírnak. A tranzakció-specifikus beruházások alkalmazása korlátozott lehet, csak meghatározott körben van rájuk kereslet és kínálat: azaz különleges piacuk van. A mezőgazdasági termékek előállításához és feldolgozásához szükséges szellemi képességek és szakértelem szintén nagyon speciális lehet. Mindezekből következik, hogy a felek közt erős a tartós kapcsolat igénye, amit hosszú távú szerződésekkel érhetnek el. A tranzakció-specifikus beruházás megléte a vertikális integráció létrejöttének egy magyarázó oka lehet. Ha magas a tranzakció-specifikus beruházások száma, akkor a tranzakció kivitelezése inkább a szervezeten belül történik, mint a piacon.

Kieser (1995), illetve *Williamson* (1985) a teljesség igénye nélkül a tranzakció-specifikus beruházások hat formáját különbözteti meg:

- telephely-specifikus beruházások (például alkatrészgyár építése a felhasználás közelében, és így szállítási és rakodási költségek megtakarítása),

- berendezés-specifikus beruházás (például olyan préselőformákat gyártó gépek, amelyek csak specifikus termékek előállításához alkalmasak),
- beruházás speciális emberi tőkébe (például vállalatspecifikus tervezési eljárások elsajátítása),
- vevő-specifikus beruházás (egy vevő igényei miatt bővít),
- jó hírnév építését szolgáló beruházások, mint a márkanévépítés,
- határidő-specifikus beruházások az időben csak korlátozottan értékesíthető vagy hasznot hozó javakba (szezonális áruk).

A *mezőgazdasági termelés* tipikusan tranzakció-specifikus beruházásnak tekinthető. Például fejőberendezés tehenészetben, speciális céllal megművelt földterület stb. Mindezek értéküket vesztenék, ha a körülmények megváltoznának. Ennek megelőzésére jönnek létre speciális megegyezések, ami gyakran vertikális integráció formájában történhet. A specializáció miatt a termelési költség csökkenni fog.

A *feldolgozóipar* szintjén ugyancsak megfigyelhetők ezen beruházások. Példának a kutatást vagy a termékfejlesztést lehet említeni. Ezek értékvesztésének megelőzésére speciális megállapodások történnek a csomagolás, reklámozás területén.

Harmadik fajta specifikus beruházásként a *márkanév kifejlesztése vagy megvásárlása* említendő (*Ollila-Nilsson*, 1995). A *goodwill Douma-Schreuder* (1992) szerint szintén egyfajta tranzakció-specifikus beruházás.

A bizonytalanság és a gyakoriság jellemzői

Williamson (1985) *a bizonytalanság* két fajtáját különíti el: Az egyik a *parametrikus bizonytalanság*, amely a tranzakció szituációs feltételeivel és ezek jövőbeli alakulásával kapcsolatos, a másik a *magatartási bizonytalanság*, amely a felek opportunista viselkedésének lehetőségéből származik. Az *opportunizmus* (vagy *stratégiai viselkedés*) is lényeges magatartási formának számít, amely azt mutatja meg, hogy a tranzakció szereplői saját érdekeik szerint cselekszenek, és ennek érdekében félrevezetéssel, trükkökkel élhetnek. Az utóbbi kategóriába a következő bizonytalansági formák sorolhatók: bizonytalanság arról, hogy vajon képes-e teljesíteni, teljesíti-e, és hogy milyen mértékben teljesítette a szerződésben foglalt kötelezettségeket a tranzakciós partner.

Ollila-Nilsson (1995) szerzőpáros szerint megkülönböztetünk *természetből eredő bizonytalanságot* (mezőgazdasági termékek, időjárási tényezők) és *politikai bizonytalanságot*. A tranzakció-specifikus beruházások, illetve egy-egy márkanév kiépítése hosszú időt vehet igénybe. Ezalatt a környezet változik és erre a változásra az egyik védekezési forma a vertikális integráció kialakítása. A bizonytalanság jellemzői, hogy az ex ante és az ex post költségek emelkednek, míg a termelési költségre nincs igazán jelentős hatással. A nem hosszú távú cserekapcsolatok esetén a bizonytalanság nem okoz különösebb problémákat, mert a felek nem szerezhetnek előnyt a hosszú távú cserekapcsolatból, és a tranzakciót akár nagyobb bevételi veszteség nélkül más partnerrel is lebonyolíthatják.

A mezőgazdasági termékek egyik legjellemzőbb sajátossága a romlandóság, ami szintén hozzájárul a bizonytalanság és a kockázat növekedéséhez. A termékek minőségének megőrzése és ennek költsége az egyik legfontosabb meghatározó tényezője annak, hogy a különböző tranzakciók lebonyolításához a gazdasági szereplők milyen szervezeti formát választanak. Amennyiben a nyersanyag valamilyen speciális előkezelést vagy előkészítést igényel, az jelentősen megnövelheti a szállítási költségeket. A romlandóság tehát újabb költségnövelő tényező lehet.

A tranzakciók növekvő *gyakoriságával* a tranzakciós és termelési költségek csökkeni fognak. A kereslet és kínálat összehangolása igen lényeges feladat, amit

például a nyersanyagtermelésre és a szállításra vonatkozó hosszú távú szerződésekkel lehet megoldani. A tranzakciók magas gyakorisága elősegíti, hogy a vállalaton belüli megfelelő irányítási struktúra kialakításával a tranzakciókat az egyes vállalatok belső koordinációval oldják meg. A tranzakciók növekedésével együtt azok egyre rutinszerűbbé válnak, ezért csökken annak a szükségszerűsége, hogy a vállalatvezetés szigorúan ellenőrizze a folyamatokat. A tranzakciók rutinszerűsége így csökkenti a vállalat adminisztrációs terheit.

A tranzakciók jellemzőinek költségvonzatai

A tranzakciók lebonyolításával és megszervezésével együtt járó költségeket, illetve a termelési költségek nagyságát a tranzakció-specifikus beruházások, a bizonytalanság és a gyakoriság egyaránt befolyásolhatják. A *tranzakció-specifikus beruházások* a specializációs előnyök jóvoltából csökkentik a termelési költségeket, ugyanakkor magasabb tranzakciós költségeket eredményezhetnek. Az ilyen jellegű beruházás esetében a partnerek közt függőség jön létre, mert a beruházás megvalósítása után magasabb költséggel lehet csak partnert változtatni (*Kieser*, 1995). Növekvő *bizonytalanság* esetén az ex ante és ex post költségek emelkedése várható, ugyanis a tranzakciós partnerrel kapcsolatos bizonytalanság miatt a cserekapcsolatból származó extra költségekkel is számolni kell. A termelési költségekre a bizonytalanság növekedése közvetlenül nem feltétlenül hat. A tranzakciók növekvő *gyakoriságával* mind a termelési, mind a tranzakciós költségek csökkenni fognak (*Kieser*, 1995).

Az externáliák jellemzői

Az *externáliák* azok a hatások, melyek akkor keletkeznek, mikor két gazdasági szereplő között ügylet jön létre, és ez egy kívülálló (harmadik félre) is kihat. Az externáliák lehetnek pozitívak vagy negatívak. Negatív externáliára klasszikus példaként a környezetszennyezést lehet említeni. Ilyen esetben kompenzálhatják a harmadik felet az esetleges károkért (az úgynevezett elmaradó haszon megtérítése), így kialakulhat egy olyan optimum, amikor fizikailag ugyan megmarad a szennyezés, de gazdaságilag nincs externális költség, megtörténik tehát az externális költségek internalizálása (*Szakál*, 1994). Az így létrejövő alku igen nagy tranzakciós költséggel jár (partnerek felkutatása, mérés, értékelés, bizonyítás, egyeztetési tárgyalások, szerződéskötés, szerződés betartásának ellenőrzése stb.). Egyes esetekben pedig olyan a szennyezés jellege, hogy nincs is lehetőség alkura, vagyis az externális költségek kiküszöbölése – a tranzakciós költségek megléte miatt – a piacgazdaságokban lehetetlen vagy nem éri meg. A tranzakciós költség nagyobb lenne, mint az alkuból származó előny. A piac csődjének nevezik azt az állapotot, amely az externális költségek meglétére és azok meg nem szüntethetőségére vonatkozik. Az externális költségeket gyakran teszik egyenlővé a tranzakciós költségekkel.

Az externáliákkal kapcsolatos problémák kezelésére öt lehetséges alternatíva jöhet szóba (*Szakadát*, 1993): az externális hatást okozó tevékenység megtiltása, korrektív adók kivetése, a szennyezés mértékének szabályozása, az érintett felek megállapodása, megelőzés valamilyen technológiai megoldás bevezetésével.

A TRANZAKCIÓS KÖLTSÉGEK CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI ÉS A SZÖVETKEZETEK SZEREPE AZ ÉLELMISZER-GAZDASÁGBAN

A tranzakciós költségek csökkentése

A költségcsökkentés lehetőségei között *Szakál* (1994) alapján az alábbi alternatívákat kell megemlíteni:

1. Az *információs rendszerek fejlesztését*, ami feltételezi a gazdaság szereplőinek szerveződését, illetve az egy szereplőre jutó költség csökkentését is. Ide tartozik például az Internet használata és a számítógépes adatfeldolgozás (*Szabó*, 2000a). Az információs technológia fejlődése jelentős mértékben javította a vállalatok belső irányítási rendszerét, csökkentette az adminisztrációs terheket, így ösztönözte a belső koordináció létrejöttét. A fejlődés különösen a pénzügyi szolgáltatások területén volt átfogó, ugyanakkor az információs technológia fejlődése hozzájárult a piaci információs rendszerek tökéletesebb működéséhez.
2. *Piaci intézmények létrehozását*, ahol a piac szerepe az információszerzésben, a kereslet-kínálat találkozásának összehangolásában, az ár kialakításában, és a tényleges ügyletek lebonyolításában van. Sok esetben tehát maga a fizikai vagy a virtuális piac az, amely csökkentheti az egy gazdasági szereplőre, illetve egy tranzakcióra jutó tranzakciós költséget. Egy nagybani piac, tőzsde vagy aukció létrehozása igen nagy kiadásokkal jár együtt, de az egy szereplőre jutó kiadások még így is kisebbek lesznek, mint az említett szervek létrehozása nélkül.
3. *Az ügyletek szereplőinek megszervezését*, az információ-szerzés és terjesztés, az összehangolás, a rutinszerű ügyletkötés érdekében. Az egy főre jutó tranzakciós költségek az említett módszerekkel nagymértékben csökkenthetők.
4. *Tranzakciós költségek belsővé tételét (internalizálását)*, amely az ügyletben résztvevők egy szervezeti egységbe való integrálásával történik. A tranzakciós költségek internalizálása két formában történhet:

Az egyik estben a magántulajdon és a piaci koordináció megmarad, a sok kis gazdasági szereplő oligopol vagy monopol szervezetbe integrálódik. A másik esetben a bürokratikus koordináció létrejötte lesz jellemző, ahol a szereplők önállósága gyengül, vagy teljesen megszűnik, ilyenkor az adminisztratív irányítás kerül előtérbe.

Minél nagyobbak a piaci csere tranzakciós költségei, annál inkább megfontolandó a belső koordináció, illetve integráció kialakítása. A tranzakciós költségek csökkentése az egyik legnagyobb ösztönző lehet a *vertikális koordináció* létrehozásához.

A szövetkezetek szerepe a vertikális integrációban

A *szövetkezetek különleges szerepet töltenek be a vertikális integrációban*. Az egyes termékpályákon eleinte egyfajta piaci ellensúlyozó erőként jöttek létre, úgynevezett előmozdító szövetkezetekként, melynek *definíciója:*

„A szövetkezet egy olyan vállalkozási forma, melynek igénybevevői egyben tulajdonosai is annak és egyben igazgatják is azt, valamint a haszonból az igénybevétel alapján részesednek." (*Szabó*, 1996 – *Barton*, 1989 után)

Ezen szövetkezeteknek nagy szerepe van a vertikális integrációban. Lényegük, hogy általában egyfajta tevékenységet folytatnak, valamint a gazdálkodási folyamatnak egy-egy mozzanatát ragadják ki, mindemellett az egyes tagok üzemeit is kiegészítik. Magyarországon az újonnan alakuló szövetkezetek egy része ilyen típusú, hisz általában egy tevékenységet folytat. A szövetkezetek *eleinte csak piaci ellensúlyozó erőként* jelennek meg a megtermelt nyersanyagok piacra jutásának biztosításával és a piaci részesedés növelésével. *Később*, nyugati példára az értékesített termékek jobb minőségét és hozzáadott értékének növelését tűzi ki célul. Ilyen szövetkezetek *Magyarországon* elsősorban a *tejgyűjtő-, vágóhídi-, pinceszövetkezetek, illetve gépkörök* stb., (*Szabó*, 2000b).

Ezekre a *szövetkezetekre jellemző* a részleges tulajdoni egybefonódás, így különbözik más nem termelői integrációtól. A *modern, újgenerációs szövetkezetek fő vonala* a különböző szerződéseken alapuló tag-szövetkezet viszony, ennél a formánál a

tagok sokszor egymással is versenyeznek. Kiváló minőségű termékeket kell előállítaniuk, hogy talpon tudjanak maradni az egyre erősödő versenyben (*Kiss-Szabó*, 2001).

E *szövetkezeti forma előnyei:*

- bármilyen probléma felmerülésekor együttesen reagálnak,
- kapcsolatban állnak kamarákkal, tanácsadókkal,
- a nyereség az üzleti körön belül marad, amit közvetlen környezetükben költenek el a tagok, így fellendül a gazdaság,
- stabilabbá válik a piac és hatékonyabbá a feldolgozó üzem, mivel nem következik be pillanatnyi érdekek miatti értékesítés,
- az újgenerációs szövetkezetek hozzájárulhatnak a régiófejlesztési törekvésekhez (*Kispál-Vitai*, 1999).

A szövetkezetek igazi jelentősége összességében abban rejlik, hogy vertikális integráció révén növelik a termelők technológiai és piaci hatékonyságát, jövedelmi pozícióját, miközben megőrzik nagyfokú függetlenségüket.

A tanulmány célja az alapvető koordinációs formák bemutatása mellett a vertikális integráció és a tranzakciós költségek kapcsolatának elemzése, e költségek csökkentésének fontossága és a költségcsökkentés lehetőségeinek ismertetése volt. A tranzakciós költségek igen jelentős részét képezhetik a vállalatok kiadásának, így a cél e költségek minél nagyobb mértékű csökkentése. A vertikális integráció szempontjából a szövetkezetek olyan struktúrát jelentenek, amelyek biztosítják a termelők számára ezen költségek csökkentését, és ezáltal kedvezőbb piaci pozíció elérésének lehetőségét.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, az F025983 és F030270 sz. OTKA kutatási témák, valamint az FKFP 0505/2000 sz. pályázat keretében és támogatásával készült.

IRODALOM

Barton, D.G. (1989). What is a Cooperative? In: Cobia, D.W. (ed.). Cooperatives in Agriculture. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, Chapter 1. 1-20.

Coase, R. (1937). The Nature of the Firm. Economica, 4. 386-405.

Douma, S., Schreuder, H. (1992). Economic Approaches to Organizations. Prentice Hall International (UK) Ltd, (First published 1991), 48-59. 102-119.

Fertő I. (1996a). Mezőgazdaság a piacgazdaságban. Közgazdasági Szemle, 2. 114-127.

Fertő I. (1996b). Vertikális koordináció a mezőgazdaságban. Közgazdasági Szemle, 11. 957-971.

Hobbs, J.E. (1997). Measuring the Importance of Transaction Cost in Cattle Marketing. American Journal of Economics, November, 1083-1095.

Ihrig K. (1941). Agrárgazdaságtan. Budapest, Gergely R. könyvkereskedése.

Juhász A. (1999). Vertikális kapcsolatok változásai a zöldség-gyümölcs ágazatban. Agrárgazdasági Kutató és Informatikai Intézet, Budapest.

Kieser, A. (1995). Szervezetelméletek. Aula Kiadó, Budapest.

Kispál-Vitai ZS. (1999). Az „új generációs” szövetkezetekről. Gazdálkodás, 5. 17-22.

Kiss T., Szabó G.G. (2001). Versenyszabályozás és szövetkezeti vertikális integráció az Európai Unió élelmiszer-gazdaságában. Acta Agraria Kaposváriensis, 2. 55-71.

Knoeber, CH. (1983). An Alternative Mechanism to Assure Contractual Reliability. Journal of Legal Studies, 12. 333-343.

Kopányi M. (szerk.) (1996). Mikroökonómia. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

Kornai J. (1983). Bürokratikus és piaci koordináció. Közgazdasági szemle, 9. 1025-1038.

Nilsson, J. (1998). Agency Theoretical Problems in Co-operatives. Paper presented at the International Co-operatives Research Conference ”Values and Adding Value in a Global Context”, arranged by the ICA Committee on Co-operative Research (ICACRR), on the 13-17th of May 1998 in Cork, Ireland.

Ollila, P., Nilsson, J. (1995). The Position of Agricultural Cooperatives in the Changing Food Industry of Europe.Paper presented at the Workshop on ”Institutional Changes in the Globalized Food Sector – Agricultural Cooperatives, Multinationals…”, held at the European Institute for Advanced Studies in Management, Brussels, April 27-28.

Purcell, W.D. (1990). Economics of Consolidation in the Beef Sector: Research Challenges. American Journal of Agricultural Economics, 72. 1210-1218.

Samuelson, A.P., Nordhaus, D.W. (1995). Közgazdaságtan. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

Staatz, J.M. (1988). The New Agricultural Economics: Applications of Transaction Cost/ Institutional Analysis to Agricultural Economics. Seminar presented to the Scientific Society for Finnish Agriculture and Faculty of Agriculture and Forestry University of Helsinki. April 14.

Stigler, G. (1989). Piac és állami szabályozás. Közgazdasági és jogi könyvkiadó, Budapest.

Szabó G. (1998). Élelmiszer-gazdaságtan. (Egyetemi jegyzet) Kaposvári Egyetem, Kaposvár.

Szabó G.G. (1996). A szövetkezés gazdasági lényege Ihrig Károly elméletében, valamint a dán és holland élelmiszer-gazdaságban. Kandidátusi értekezés. Budapest-Kaposvár 1996.

Szabó G.G. (2000a). Tranzakciós költségek és a szövetkezetek. V. Falukonferencia Integrált vidékfejlesztés. MTA Regionális Kutatási Központ, Június 26-27. Pécs.

Szabó G.G. (2000b). A szövetkezeti vertikális integráció lehetőségei a magyar élelmiszer-gazdaságban. Szövetkezés, 1-2. 30-42.

Szakadát L. (1993). A tranzakciós költségek és a Coase tétel. Kandidátusi értekezés, BKE Budapest, 1993.

Szakál F. (1994). A tranzakciós és szervezési költségek szerepe a mezőgazdasági struktúra átalakításában. Gazdálkodás, 1. 28-38.

Williamson, O.E. (1975). Markets and Hierarchies: Analysis and antitrust implications. New York: The Free Press.

Williamson, O.E. (1979). Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. Journal of Law and Economics, 2. 233-261.

Williamson, O.E. (1985). The Economic Institutions of Capitalism. New York: The Free Press.

Williamson, O.E. (1986). Economic Organization: Firms, Markets and Policy Control. Hertfordshire, UK: Harvester Wheatsheaf.

Williamson, O.E. (1995). Organization Theory. (Expanded Edition) Oxford.

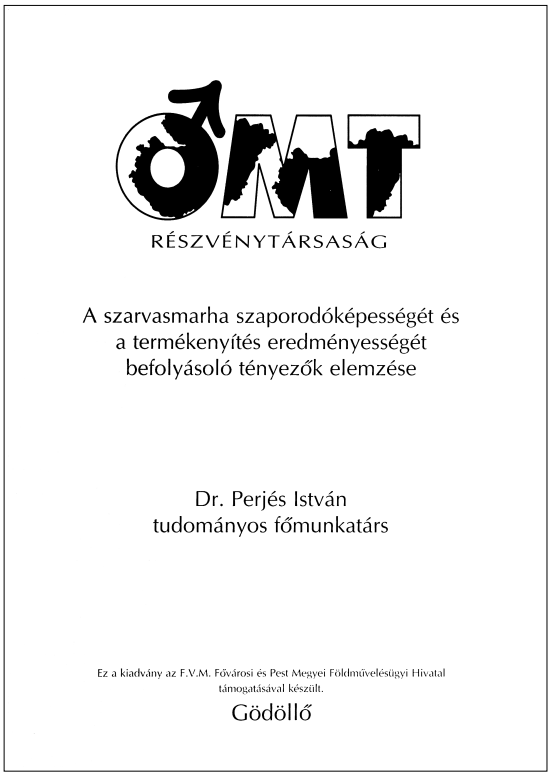
Levelezési cím (*corresponding author*):

Szabó G. Gábor
Magyar Tudományos Akadémia, Közgazdaságtudományi Kutatóközpont
1502 Budapest, Pf. 262.
Institute of Economics, Hungarian Academy of Sciences
H-1502 Budapest, P.O. Box 262.
Tel.: 36-1-309-2667, Fax: 36-1-319-3136
e- mail: szabogg@econ.core.hu

Kiadványismertetés

Az Országos Mesterséges Termékenyítő Rt. kiadásában megjelent Dr. Perjés István „A szarvasmarha szaporodóképességét és a termékenyítés eredményességét befolyásoló tényezők elemzése” című kiadvány.

Elsősorban a gyakorlatban dolgozó állatorvosoknak, állattenyésztőknek, inszeminátoroknak nyújt segítséget, de az egyetemi oktatásban és az inszeminátorképzésben is jól használható.



Több évtizedes szaporodásbiológiai szaktanácsadói munka alapján összegezi a szerző az anatómiai, élettani, kórtani ismereteket, a diagnosztikai módszereket, az egyszerű meddőségi kezeléseket és a terápiás eljárásokat.

A kiadvány foglalkozik az inszeminátorok munkastílusával, a meddőséghez vezető kórképekkel, a ciklusdiagnózissal, az ivarzás detektálásával, a korai vemhesség megállapításával, szaporodásbiológiai gondozás megszervezésével, a szaporodási jelzőszámok, paraméterek értékelésével, a terápiás lehetőségek és a hormonkezelések kritikájával.

A hagyományos tankönyvektől eltérő rendszerezésben, a gyakorlat oldaláról, a feladatok megoldási lehetőségeinek elemzését tartalmazzák a fejezetek.

Rövidített útmutató a kéziratok elkészítéséhez

A folyóirat tárgyköre magában foglalja az állati termék előállítás teljes vertikumát, az állatok elhelyezésétől a nemesítésen, takarmányozáson, szaporításon és egészség-védelmen át az állati termékek feldolgozásáig, ill. értékesítéséig, beleértve e részterületek elméleti, alapozó vonatkozásait is, mint pl. az élettant, a mezőgazdasági kémiát, valamint vizsgálati módszereiket. Ezeken túlmenően helyet kapnak a növénytermesztés, az ökonómia, a környezetvédelem tárgykörét érintő közlemények is.

Az Acta Agraria Kaposváriensisben csak olyan írások közölhetők, melyek más kiadványban még nem jelentek meg - kivéve a kongresszusi előadásokat -, ill. amelyeknek nincs folyamatban publikálásuk. A kéziratot az alábbi címre kell eljuttatni.

Acta Agraria Kaposváriensis Szerkesztőbizottsága
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.
Tel.: 82 – 314 - 155, Fax: 82 - 320-175
e-mail: csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

A cikket 3 példányban, *dupla sorközzel*, Winword 7.0 (vagy konvertálható) szövegszerkesztő programmal, *Times New Roman CE betűvel* (12-es nagyság) sorkizárt formában, A4-es méretben, a lapnak csak az egyik oldalára gépelve kérjük benyújtani. A kézirat ne haladja meg a 40 oldalt mely ábrákkal, összefoglalással és irodalomjegyzékkel együtt értendő. Kivételes esetben, a szerkesztőbizottság hosszabb cikkek elfogadására is javaslatot tehet. A cikkek nyelve magyar, vagy angol.

A közlemény részei:

- összefoglalás
- bevezetés
- anyag és módszer
- eredmény és értékelés
- következtetések
- köszönetnyilvánítás (ha szükséges)
- irodalom
- táblázat, ábra, kép stb.

A dolgozat tartalmáért írói felelnek. A beérkezett kéziratot a szerkesztőség lektoráltatja, majd visszaküldi a szerzőnek javításra, ha szükséges. A javított kéziratot két pld.-ban kinyomtatva, és 3.5’’-os mágneslemezen, vagy e-mail-hez *csatoltan* kérjük a szerkesztőséghez eljuttatni.

Rövidített útmutató az áttekintő (review) cikk készítéséhez

Korlátozott számban a szerkesztőség elfogad un. áttekintő (review) közleményt is, amennyiben a feldolgozott téma szakmai aktualitásához nem fér kétség és az elmúlt 3 évben az adott témakörben nem jelent meg sem hazai, sem külföldi szakfolyóiratban hasonló témájú dolgozat. Az áttekintő cikk elkészítésének technikai követelményei (sortávolság, betűnagyság, szövegszerkesztő program stb.) és általános előírásai (terjedelem, a kézirat nyelve...) megegyeznek a korábban leírtakkal.

Az áttekintő cikknek az alábbi fontosabb fejezeteket kell tartalmaznia:

- összefoglalás
- bevezetés (célkitűzés)
- következtetések
- irodalom

Részletes útmutatót a szerkesztőbizottság kérésre postán küld!

TARTALOM

Csapó J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S.:
Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma I. A tej konjugált linolsav-tartalmát befolyásoló tényezők (Irodalmi feldolgozás) 1

Csapó J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S.:
Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma II. A sajt, a vaj, egyéb tejtermékek és más élelmiszerek konjugált linolsav-tartalma (Irodalmi feldolgozás) 13

Csapó J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S.:
Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma III. A konjugált linolsavak és a tejzsír biológiai hatása; konjugált linolsavak az emberi szervezetben (Irodalmi feldolgozás) 23

Tőzsér J., Domokos Z., Alföldi L.:
A francia és az amerikai húsmarha kondícióbírálati rendszer összehasonlítása 39

Szűts G., Dublecz K., Wágner L., Bartos Á., Tóth G.:
A takarmányok energiatartalmának hasznosíthatósága a tyúk és a fácán fajban 49

Sarudi I., Csapó-Kiss Zs., Szabó A.:
Adatok a magyarországi ivóvizek és ásványvizek fluortartalmáról 55

Horváth B., Kósa C., Szabó G.G.:
Élelmiszer-gazdasági koordináció és a tranzakciós költségek kapcsolata 65

Kiadványismertetés 77

CONTENTS

J. Csapó, É. Varga-Visi, Zs. Csapó-Kiss, S. Szakály:
Conjugated linoleic acid content of milk and milk products I. Fctors affecting the quantity of conjugated linoleic acid of milk (A review) 1

J. Csapó, É. Varga-Visi, Zs. Csapó-Kiss, S. Szakály:
Conjugated linoleic acid content of milk and milk products II. Conjugated linoleic acid content of cheese, butter, other milk products and some other foods (A review) 13

J. Csapó, É. Varga-Visi, Zs. Csapó-Kiss, S. Szakály:
Conjugated linoleic acid content of milk and milk products III. Biological effect of conjugated linoleic acid and milkfat; conjugated linoleic acid in the human organism (A review) 23

J. Tőzsér, Z. Domokos, L. Alföldi:
A study to compare the French and American methods for appreciate of body condition of beef cattle 39

G. Szűts, K. Dublecz, L. Wágner, Á. Bartos, G. Tóth:
Energy utilisation of poultry and pheasant 49

I. Sarudi, Zs. Csapó-Kiss, A. Szabó:
The data of the fluorine content of drinking waters and mineral waters in Hungary 55

B. Horváth, C. Kósa, G.G. Szabó:
The relation between the transaction costs and the co-ordination in the agri-food economy 65

Book review 77