

A KONJUGÁLT LINOLSAV KIEGÉSZÍTÉS HATÁSAI A BROJLERCSIRKE HIZLALÁSBAN

1. Közlemény: KONJUGÁLT LINOLSAV ÉS LENOLAJ EGYÜTTES ADAGOLÁSÁNAK HATÁSA A BROJLERHÚS LIPIDJEINEK ZSÍRSÁVÖSSZETÉTELÉRE

TANAI ATTILA – PERÉDI JÓZSEF – TÓTH TAMÁS – ZSÉDELY ESZTER – SCHMIDT JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÓ

Irodalmi adatok szerint a takarmányhoz adagolt CLA kiegészítés, a zsír CLA tartalmára gyakorolt kedvező hatása mellett, megnöveli a brojlercsirkék zsírában a telített (SFA), és egyúttal csökkenti az egyszerűen (MUFA) és a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak összes mennyiségét. A szerzők azt vizsgálták kísérletükben, hogy a CLA-nak ez a hatása legalább részben kompenzálható-e azáltal, hogy a CLA kiegészítést lenolaj kiegészítéssel kombinálják. A 200 (4×50) Ross 308 genotípusú kasszal beállított hizlalási kísérletben négy kezelést vizsgáltak (4% napraforgóolaj, 2% napraforgóolaj + 2% lenolaj, 3% napraforgóolaj + 1% CLA készítmény, 1% napraforgóolaj + 2% lenolaj + 1% CLA készítmény).

A CLA kiegészítés szignifikánsan megnövelte a mell- és a combizomzat zsírában CLA tartalmát, a zsír SFA tartalmát növelő hatását azonban lenolajjal együtt történő adagolása sem mérsékeli. A kombinált kiegészítés sem tudta ellensúlyozni a CLA-nak a palmitoleinsav (C16:1) és olajsav (C18:1) részarányát csökkentő hatását. A CLA kiegészítésnek a PUFA csoport össz mennyiségét csökkentő hatását nem lehet egyértelműen kedvezőtlen hatásnak tekinteni, hiszen az említett csökkenés a linolsav (C18:2 n-6) és az arachidonsav (C20:4 n-6) mennyiség mérséklődésének a következménye, ami viszont az n-6/n-3 arány szempontjából kedvező változás.

SUMMARY

Tanai, A. – Perédi, J. – Tóth, T. – Zsédely E. – Schmidt, J.: EFFECTS OF CLA SUPPLEMENTATION IN BROILER FEEDING 1st Paper: EFFECT OF CLA AND LINSEED OIL SUPPLEMENTATION ON THE FATTY ACID PROFILE OF BROILER FAT

Several research studies indicate a shift to more SFA and less MUFA and PUFA profiles of intramuscular lipids in broiler tissues by dietary CLA inclusion. In this trial, the authors investigated whether this effect of CLA could be compensated by combining CLA and linseed oil supplementation in the diet. Two hundred Ross-308 male broilers were divided into four groups with four different oil supplementations: 4% sunflower oil; 2% sunflower oil + 2% linseed oil; 3% sunflower oil + 1% CLA product; 1% sunflower oil + 2% linseed oil + 1% CLA product.

CLA supplementation significantly increased the CLA content of thigh and breast meat. The SFA content of meat also increased, which could not be moderated with the combined feeding of CLA and linseed oil. The CLA decreased the palmitoleic acid (C16:1) and the oleic acid (C18:1) content of the meat samples, which could not be balanced with the 1% CLA+ 2% linseed oil supplementation. The CLA addition decreased the PUFA concentration of the meat samples. However, this could not be considered as a clear negative effect, since in the PUFA group the linoleic acid (C18:2, n-6) and arachidonic acid (C20:4, n-6) content decreased primarily, which narrowed the n-6/n-3 ration.

BEVEZETÉS

A humán élelmezés szempontjából az állati eredetű termékek zsírtartalma és zsírsavösszetétele – ezen belül konjugált linolsav (CLA) tartalma – már régóta az érdeklődés előterében áll. A CLA tulajdonképpen azóta ismert mint funkcionális alkotóelem, mióta az antikarcinogén hatású vegyületek közé sorolják (*Ip és Scimeca*, 1997; *Wong és mtsai*, 1997; *Cesano és mtsai*, 1998). Elsőként *Pariza és Hargraves* (1985) bizonyították, hogy a sült marhahúsból származó extraktum antikarcinogén hatású. A későbbiekben *Ha és mtsai* (1987) igazolták, hogy ezért a CLA izomerek a felelősek. A táplálékhoz adagolt CLA-kiegészítések csökkentették a vérplazma LDL koncentrációját és meggátolták az érelmeszesedés kialakulását olyan nyulakban (*Lee és mtsai*, 1994) és ezüsthörcsögökben (*Nicolosi és mtsai*, 1997), amelyeket atherogén táplálásban részesítettek. *Du és Ahn* (2003) brojlerrel végzett kísérletükben a koleszterin szint növekedéséről számoltak be, azon belül viszont nagyobb HDL koleszterin szintet mértek. A CLA-nak jelentős antioxidáns tulajdonsága is van (*Ha és mtsai*, 1990; *Ip és mtsai*, 1991). A sejtmembránok foszfolipid frakciójába épülve védi azt a szabad gyökökkel szemben, valamint hatékonyan gátolja a peroxidok telítetlen zsírsavakból történő képződését. Egyes kutatók az oxidációs stabilitás javulását tapasztalták azokban a brojlerekben, amelyek CLA kiegészítést kaptak (*Bölköbasi és Erhan*, 2007; *Zhang és mtsai*, 2008).

A CLA növeli az immunrendszer aktivitását is azáltal, hogy fokozza a limfociták blasztogenezisét és citotoxikus aktivitását, valamint a makrofág sejtek kórokozók elpusztítását eredményező hatását (*Michal és mtsai*, 1992; *Wong és mtsai*, 1997). Brojlerekkel beállított kísérletekben megállapították, hogy a CLA fokozza az antitestképződést (*Takahashi és mtsai*, 2003; *Zhang és mtsai*, 2005), valamint csillapít néhány, az immunstimuláció által indukált nemkívánatos metabolikus és fiziológias elváltozást (*Takahashi és mtsai*, 2002). A CLA-nak fontos szerepe van az intermedier anyagcserében is. Segíti az anabolikus és gátolja a katabolikus folyamatokat, elősegíti a fehérje beépülését az izomszövetbe és gátolja a zsírszövet kialakulását fiatal korban, valamint a lipidbeépülést a már meglévő zsírszövetbe (*Pariza és mtsai*, 2000; *Sebedio és mtsai*, 2001; *Badinga*, 2001). Sertésekkel (*Dugan és mtsai*, 1997) és egerekkel (*Park és mtsai*, 1997) beállított kísérletekben azt is igazolták, hogy a takarmányhoz adott CLA kiegészítés jelentősen csökkenti a szervezetben a zsír depozícióját. Brojlerekkel végzett kísérletekben a hasüregi zsírtömeg lineáris csökkenését figyelték meg azokban az állatokban, amelyek CLA kiegészítésben részesültek (*Zanini és mtsai*, 2006; *Suksombat és mtsai*, 2007). Ezt a hatást azzal magyarázzák, hogy a CLA csökkenti a szervezetben a zsírsavak szintézisét és fokozza a zsírsavak mobilizációját a zsírszövetben (*Park és mtsai*, 1997).

Az irodalmi adatok szerint, a takarmányhoz adott CLA kiegészítés megnöveli a telített (SFA), továbbá csökkenti az egyszerezsen- (MUFA) (*Sirri és mtsai*, 2003; *Aletor és mtsai*, 2003) és a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) mennyiségét (*Javadi és mtsai*, 2007) a zsírban. Az e dolgozat tárgyát képező kísérlet célja ezért az volt, hogy a brojlerok vágott árújának CLA tartalmát oly módon növeljük, hogy eközben a fent említett, a humán táplálkozás szempontjából kedvezőtlen mellékhatásokat legalább részben kompenzáljuk. Ezt a CLA adagolásnak lenolaj kiegészítéssel történő kombinálásával kívántuk elérni. Választásunk azért a lenolajra

esett, mert az irodalmi adatok szerint kedvezően változtatja meg a brojlercsirkék zsírájka zsírsavösszetételét, nevezetesen növeli a vágott áruban a telítetlen zsírsavak, mindenekelőtt az n-3 zsírsavak arányát (*Schmidt és mtsai*, 2006; 2007). A takarmányozási célra hozzáférhető növényolajok közül a lenolajnak a legnagyobb az á-linolénsav (C18:3) tartalma (55–57%), aminek köszönhetően az egyik legalkalmasabb olaj arra, hogy jelentős mértékben szűkíteni lehessen a brojlercsirkék zsírájában az n6/n3 zsírsavak arányát (*Chanmugam és mtsai*, 1992; *López-Ferrer és mtsai*, 2001; *Hammal és mtsai*, 2001; *Pálfy és mtsai*, 2007).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hízlalási kísérletet a Nyugat-magyarországi Egyetem mosonmagyaróvári Mezőgazdaság és Élelmiszertudományi Karának állatkísérleti telepén állítottuk be, és a következő négy kezelést vizsgáltuk:

1. csoport, kontroll 1. (4% napraforgóolaj)
2. csoport, kontroll 2. (2% napraforgóolaj + 2% lenolaj)
3. csoport, kísérleti 1. (3% napraforgóolaj + 1% CLA készítmény)
4. csoport, kísérleti 2. (1% napraforgóolaj + 2% lenolaj + 1% CLA készítmény).

A kísérlet csoportonként 50–50 Ross 308 genotípusú kakassal folyt. A kezelések tápjai azonos energia- és fehérjetartalmúak voltak, így közöttük a napraforgóolaj-, lenolaj- valamint CLA-kiegészítés egymáshoz viszonyított arányán kívül más különbség nem volt. Az etetett indító-, nevelő-, és befejezőtáp összetétele és táplálóanyag tartalma az 1. táblázatban, kiegészítésként etetett olajok zsírsavösszetétele pedig a 2. táblázatban található.

A brojlercsirkék testsúlyát a 21. és 42. napos korban egyedileg mértük, és ugyanekkor állapítottuk meg az egyes kezelések takarmányfogyasztását is. A kísérlet végén kezelésenként 8 állatot vágunk le. Az állatokból származó comb- és mellhúst a rajta lévő bőrrel együtt ledaráltuk, majd homogenizáltuk. A zsírsav vizsgálatokat mind a comb-, mind pedig a mellhús mintákból elvégeztük, és belőlük a zsírt kloroform/metanol 2:1 arányú keverékével vontuk ki.

A kísérletben etetett takarmányok kémiai összetételét (szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, nyershamu-, valamint Ca- és P-tartalmát) a Magyar Takarmánykódexben (2004) javasolt módszerekkel vizsgáltuk. Az etetett olajkiegészítők, valamint a vágott áru zsírsavösszetételét gázkromatográfiával (HP Agilent Technologies 6890N) határoztuk meg. Az oszlop típusa Supelco SPTM 2560 (100 m × 0,25 mm × 0,2 µm) volt. Vivőgázként H₂ szolgált. Az átfolyást 1,1-re állítottuk be, ami 176,8 kPa oszlopnymórást eredményezett. Az áramlás a hidrogén, a nitrogén és a levegő esetében sorrendben 35, 30, valamint 300 ml/perc volt. Az injektor hőmérsékletét 250 °C-ra szabályoztuk be. A zsír elszappanosítását metanolban oldott 1n NaOH-dal végeztük. Az észterezés metanolban oldott bor-trifluoriddal, az 1 µl mennyiségű minta felvitele pedig hexánnal történt.

A kiegészítésként felhasznált CLA készítményt napraforgóolajból lúgos izomerizációval magunk állítottuk elő. A készítmény zsírsavösszetétele szintén a 2. táblázatban látható. Az adatok alapján megállapítható, hogy a napraforgóolaj linolsav tartalma jó hatékonysággal alakult át konjugált linolsavakká az eljárás során, és legnagyobb mennyiségben a kedvező élettani hatású c9t11-C18:2

1. táblázat

**A kísérletben etetett takarmányok
összetétele
és táplálóanyag-tartalma**

Összetevők (1)	Indító- táp (2)	Nevelő- táp (3)	Befeje- zőtáp (4)
	(g/kg takarmány) (5)		
Kukorica (6)	450	540,7	620
Búza (7)	67,2	50	0
Extr. szója (8)	400	330	304,2
Napraforgóolaj és/vagy CLA és/vagy lenolaj (9)	40	40	40
Takarmánymész (10)	16	14	13
MCP	17	15	15
Takarmánysó (11)	2,8	2,8	2,8
L-lizin-HCL (12)	1	1,5	0
DL-metionin (13)	1	1	0
Premix ¹	5	5	5
Táplálóanyag-tartalom (14) (g/kg takarmány) (5)			
Szárazanyag (15)	895	893	893
Nyersfehérje (16)	230	203	192
Nyerszsír (17)	62,1	63,2	64,3
Nyersrost (18)	35,8	33,3	32,5
AMEn, MJ/kg	12,9	13,3	13,5
Metionin (19)	5,88	5,53	4,12
Metionin + Cisztin (20)	9,69	8,98	7,40
Treonin (21)	8,94	7,87	7,45
Triptofán (22)	2,77	2,38	2,20
Ca	10,3	9,08	9,06
P (értékesíthető) (23)	4,78	4,29	4,24

¹Premix gyártója: TENDRE Takarmányipari Kft.
(24)

2. táblázat

**A kísérletben felhasznált olajok
zsírsavösszetétele
(adatok az összes zsírsav %-ában)**

Zsírsavak (1)	Olajok (2)		
	Napra- forgó- olaj (3)	Len- olaj (4)	CLA
C14:0	0,07	0,05	0,07
C15:0	0,01	0,02	0,01
C16:0	6,20	5,16	6,67
C16:1	0,07	0,08	0,09
C17:0	—	0,06	—
C18:0	3,89	4,55	3,71
C18:1 n-9	26,94	20,75	27,39
c-C18:1 n-7	—	0,75	—
C18:2 n-6	61,32	16,98	7,41
c9t11-C18:2 n-6	—	—	26,34
t10c12-C18:2 n-6	—	—	25,69
c9c11-C18:2 n-6	—	—	0,75
t9t11-C18:2 n-6	—	—	0,72
C18:3 n-3	0,02	50,99	—
C20:0 n-6	0,26	—	—
C20:1	0,06	—	—
C20:2	—	0,02	—
C20:3	—	0,03	—
C22:0	0,76	0,18	0,75
C22:1	—	0,10	—
C22:2	0,03	0,02	0,03
Egyéb zsírsavak (5)	0,37	0,26	0,37
SFA	11,19	10,02	11,21
MUFA	27,07	21,68	27,48
PUFA	61,37	68,04	60,94

Table 1. Composition and nutrient content of diets

ingredients (1); starter diet (2); grower diet (3); finisher diet (4); g/kg feed (5); maize (6); wheat (7); extracted soybean meal (8); sunflower oil and/or CLA and/or linseed oil (9); limestone (10); salt (11); L-lysine-HCL (12); DL-methionine (13); nutrient content (14); dry matter (15); crude protein (16); ether extract (17); crude fiber (18); methionine (19); methionine+cystine (20); threonine (21); tryptophan (22); available-P (23); premix made by TENDRE Takarmányipari Ltd. (24)

Table 2. Fatty acid composition of oils fed in the trial (data in percent of total fatty acids)

fatty acids (1); oils (2); sunflower oil (3); linseed oil (4); other fatty acids (5)

változat, valamint a t10,c12–C18:2 izomer keletkezett. Mint látható, az előállított készítmény 53,5% konjugált linolsavat tartalmazott, ezért 1% készítmény adagolásával, 0,535% CLA-t adtunk a takarmányhoz.

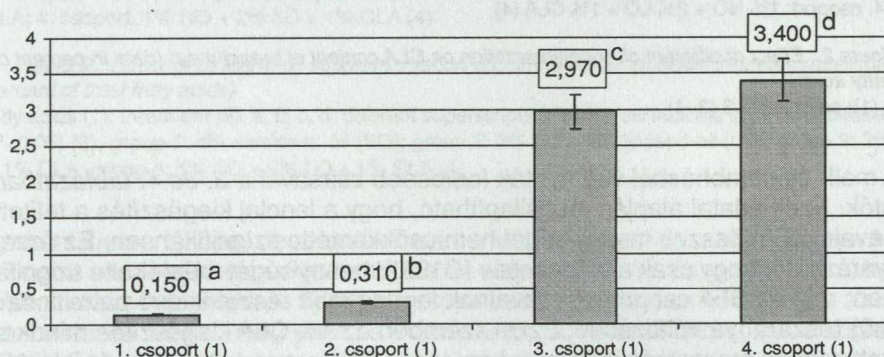
A kísérleti eredmények statisztikai értékelését az SPSS 12.0. for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el. Az adatok eloszlás vizsgálatának (Kolmogorov-Smirnov teszt) elvégzését követően a normál eloszlást mutató paraméterek esetében egytényezős variancia analízist (Levene teszt, one-way ANOVA, Bonferoni teszt, Games-Howell teszt), míg ellenkező esetben nem-parametrikus próbákat (Kruskal-Wallis teszt, Mann-Whitney teszt) alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A különböző kezelések comb- és mellhús mintáiban mért CLA mennyiséget az 1. és 2. ábrán szemléltetjük. Ezek alapján megállapítható, hogy a CLA kiegészítés hatására szignifikáns mértékben megnőtt a kísérleti csoportok húsmintáinak CLA tartalma, amely eredmény egyezik az irodalmi adatokkal (Szymczyk és mtsai, 2000, 2001; Ryu és mtsai, 2002; Badinga és mtsai, 2003; Sirri és mtsai, 2003). Kedvező az is, hogy a kiegészítés hatására a legnagyobb mértékben a c9t11-C18:2 változat növekedett meg, amelyhez az irodalmi adatok szerinti a kedvező élettani hatások köthetők.

Az is megfigyelhető, hogy kismértékben ugyan, de a CLA kiegészítésben nem részesülő kontroll csoportok húsmintáiban is található CLA. Ez az eredmény Parodi (1994) azon feltételezését támasztja alá, miszerint a monogasztrikus állatok vakbelében és remesebelében CLA előállítására képes baktériumtörzsek lehetnek jelen.

1. ábra: A különböző olajkiegészítések hatása a mellhús CLA-tartalmára (adatok az összes zsírsav %-ában)



a, b, c, d: A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,05$) (3)

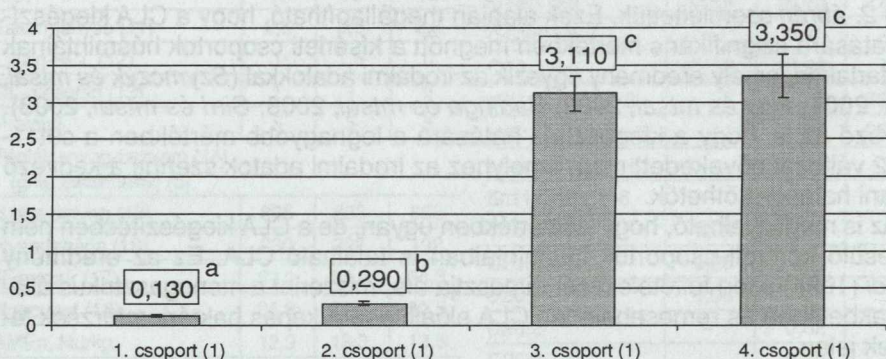
1. csoport: 4% napraforgóolaj (NO); 2. csoport: 2% NO + 2% lenolaj (LO); 3. csoport: 3% NO + 1% CLA; 4. csoport: 1% NO + 2% LO + 1% CLA (4)

Figure 1.: Effect of different oil supplementation on CLA content of breast meat (data in percent of total fatty acids)

group (1); as in Table 3 (3–4)

Szignifikáns különbséget találtunk a két kontroll csoport húsmintáinak CLA tartalma között is. A lenolajkiegészítéses kontroll 2. csoport comb- és mellhúsának összes CLA tartalma ugyanis statisztikailag igazolható mértékben nagyobb volt, mint a napraforgóolajat fogyasztó kontroll 1. csoportból származó húsmintáké. A hús CLA tartalma közötti különbség a két kísérleti csoport esetében is megfigyelhető volt, ugyanis a lenolajat is fogyasztó kísérleti 2. csoport comb- és mellhúsának is nagyobb volt a CLA tartalma, mint amennyit a lenolajkiegészítésben nem részesült kísérleti 1. csoport húzában mértünk. A különbség azonban csak a mellhús esetében bizonyult szignifikánsnak (1. és 2. ábra). Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy a linolsav mellett a lenolaj linolénsav tartalma is felhasználódott CLA előállítására.

2. ábra: A különböző olajkiegészítések hatása a combhús CLA-tartalmára (adatok az összes zsírsav %-ában)



a, b, c: A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,05$) (3)

1. csoport: 4% napraforgóolaj (NO); 2. csoport: 2% NO + 2% lenolaj (LO); 3. csoport: 3% NO + 1% CLA; 4. csoport: 1% NO + 2% LO + 1% CLA (4)

Figure 2.: Effect of different oil supplementation on CLA content of breast meat (data in percent of total fatty acids)
group (1); as in Table 3 (3–4)

A mell- és combhúsból vett minták fontosabb zsírsavai a 3. és 4. táblázatban láthatók. Ezek adatai alapján megállapítható, hogy a lenolaj kiegészítés a telített zsírsavak (SFA) összes mennyiségét nem csökkentette szignifikánsan. Ez azzal magyarázható, hogy csak a sztearinsav (C18:0) mennyiségét mérsékelte szignifikánsan, míg az SFA csoport zsírsavainak legnagyobb részét kitevő palmitinsav (C16:0) részaránya változatlan. Ezzel szemben az 1% CLA kiegészítés mindkét említett zsírsav mennyiségét és ezzel az egész SFA csoport részarányát jelentősen növelte a zsírban. Adataink tehát megerősítik más szerzőknek ezt a véleményét, hogy a CLA kiegészítés növelte az SFA csoport mennyiségét a zsírban (Aletor és mtsai, 2003; Sirri és mtsai, 2003; Javadi és mtsai, 2007).

A lenolaj kiegészítés az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) többségét nem befolyásolta szignifikánsan. Egyedül az eikozénsav (C20:1) részaránya nőtt meg szignifikánsan növekedett a lenolaj kiegészítés hatására és ennek eredmé-

3. táblázat

Az olaj-kiegészítések hatása a mellhús fontosabb zsírsavaira
(adatok az összes zsírsav %-ában)

Zsírsavak megnevezése (1)	1. csoport (2)	2. csoport (2)	3. csoport (2)	4. csoport (2)
C16:0	19,72 ± 1,50a	19,76 ± 0,86a	25,68 ± 1,03b	25,17 ± 1,09b
C18:0	6,50 ± 0,33b	5,71 ± 0,17a	10,48 ± 0,39c	10,45 ± 0,49c
SFA	27,01 ± 1,70a	26,19 ± 1,03a	37,23 ± 1,25b	36,71 ± 0,94b
C16:1	3,26 ± 0,59b	4,04 ± 0,32b	2,471 ± 0,33a	2,374 ± 0,46a
C18:1 n-9	32,10 ± 0,77b	32,05 ± 0,76b	26,71 ± 1,79a	24,86 ± 1,19a
C18:1 n-7	1,30 ± 0,16b	1,28 ± 0,06b	1,14 ± 0,16ab	1,01 ± 0,17a
C20:1	0,443 ± 0,048a	3,24 ± 0,458b	–	3,25 ± 0,460b
MUFA	37,28 ± 1,23b	40,89 ± 1,00c	30,81 ± 2,10a	32,06 ± 1,44a
C18:2 n-6	33,01 ± 2,77c	24,22 ± 1,09b	26,55 v 1,91b	20,414 ± 1,39a
C18_3 n-3	0,54 ± 0,06a	6,47 ± 0,47c	0,92 ± 0,10b	6,07 ± 0,67c
c9t11-C18:2 n-6	0,05 ± 0,009a	0,10 ± 0,009b	1,72 ± 0,14c	1,84 ± 0,14c
t10c12-C18:2 n-6	0,03 ± 0,005a	0,03 ± 0,008a	1,07 ± 0,098b	1,17 ± 0,16b
c9c11-C18:2 n-6	0	0	0,05 ± 0,01a	0,07 ± 0,009b
t9t11-C18:2 n-6	0,07 v 0,005a	0,18 ± 0,02c	0,13 ± 0,005b	0,32 ± 0,04d
C20:4 n-6	0,69 ± 0,14c	0,37 ± 0,10b	0,38 ± 0,10b	0,22 ± 0,06a
C20:5 n-3	0,02 ± 0,005a	0,22 ± 0,04c	0,01 ± 0,004a	0,18 ± 0,03b
C22:5 n-3	0,04 ± 0,008a	0,24 ± 0,03b	0,03 ± 0,005a	0,25 ± 0,07b
C22:6 n-3	0,02 ± 0,009b	0,12 ± 0,04c	0,01 ± 0,008a	0,07 ± 0,02c
PUFA	35,47 ± 2,92b	32,56 ± 1,47ab	31,69 ± 2,34a	31,22 ± 2,12a
n6/n3	55:1	3,5:1	31:1	3,7:1

a, b, c, d: az egyes sorokon belül különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól (P<0,05) (3)

1. csoport: 4% napraforgóolaj (NO); 2. csoport: 2% NO + 2% lenolaj (LO); 3. csoport: 3% NO + 1% CLA; 4. csoport: 1% NO + 2% LO + 1% CLA (4)

Table 3.: Effect of different oil supplementation on fatty acid composition in breast meat (data in percent of total fatty acids)

fatty acids (1); treatment (2), a, b, c, d: different superscripts within a row indicate significant differences (P<0.05) (3), group 1: 4% sunflower oil (SO); group 2: 2% SO + 2% linseed oil (LO); group 3: 3% SO + 1% CLA; group 4: 1% SO + 2% LO + 1% CLA (4)

nyeként kismértékben, de szignifikánsan a MUFA csoport összmenyisége. Nem változott a lenolaj kiegészítés hatására az olajsav (C18:1) részaránya sem, holott több szerző véleménye az ilyenkor bekövetkező α-linolénsav növekmény az olajsav rovására valósul meg (Ahn és mtsai, 1995; Schmidt és mtsai, 2008; Zsédely, 2006). Ez valószínűleg azzal áll összefüggésben, hogy ebben az esetben a 2% lenolaj mellett 2% napraforgóolajat is tartalmazott a takarmány, aminek közel 27%-os olajsavtartalma ellensúlyozta a lenolaj olajsavtartalmat csökkentő hatását.

A lenolajtól eltérően, a CLA tartalmú takarmány etetése szignifikánsan csökkentette mind a mell-, mind pedig a combhúsban a palmitoleinsav (C16:1) és az olajsav részarányát. A vakkénsav (C18:1 n-7) mennyiségét a CLA kiegészítés csak lenolajjal kombinálva mérsékelte szignifikánsan.

4. táblázat

Az olaj-kiegészítések hatása a combhús fontosabb zsírsavaira
(adatok az összes zsírsav %-ában)

Zsírsavak megnevezése (1)	1. csoport (2)	2. csoport (2)	3. csoport (2)	4. csoport (2)
C16:0	19,70 ± 1,49a	19,31 ± 0,82a	25,73 ± 1,30b	25,63 ± 1,54b
C18:0	6,45 ± 0,34b	5,69 ± 0,42a	10,75 ± 0,32c	10,45 ± 0,48c
SFA	27,03 ± 1,66a	25,73 ± 1,18a	37,58 ± 1,37b	37,14 ± 1,46b
C16:1	3,41 ± 0,61b	3,75 ± 0,38b	2,33 ± 0,39a	2,46 ± 0,57a
c9-C18:1 n-9	32,11 ± 0,99b	31,84 ± 0,51b	26,09 ± 1,28a	24,76 ± 1,51a
c-C18:1 n-7	1,08 ± 0,40ab	1,29 ± 0,09b	1,07 ± 0,15ab	0,950 ± 0,12a
C20:1	0,418 ± 0,066a	3,50 ± 0,343b	—	3,52 ± 0,450b
MUFA	37,19 ± 1,40c	40,66 ± 0,64d	29,96 ± 1,58a	32,22 ± 1,88b
C18:2 n-6	33,04 ± 2,65c	24,73 ± 1,22b	27,21 ± 1,95b	19,83 ± 1,99a
C18:3 n-3	0,54 ± 0,07a	6,40 ± 0,29c	0,89 ± 0,07b	6,09 ± 0,68c
c9t11-C18:2 n-6	0,04 ± 0,006a	0,10 ± 0,01b	1,81 ± 0,13c	1,82 ± 0,19c
t10c12-C18:2 n-6	0,02 ± 0,009a	0,03 ± 0,005b	1,13 ± 0,10c	1,15 ± 0,16c
c9c11-C18:2 n-6	0	0	0,04 ± 0,008a	0,06 ± 0,02b
t9t11-C18:2 n-6	0,07 ± 0,005a	0,16 ± 0,03c	0,13 ± 0,007b	0,32 ± 0,03d
C20:4 n-6	0,71 ± 0,12c	0,43 ± 0,05b	0,32 ± 0,09ab	0,20 ± 0,06a
C20:5 n-3	0,01 ± 0,005b	0,22 ± 0,03d	0,004 ± 0,005a	0,17 ± 0,03c
C22:5 n-3	0,04 ± 0,005b	0,26 ± 0,04c	0,02 ± 0,008a	0,21 ± 0,06c
C22:6 n-3	0,02 ± 0,008b	0,12 ± 0,016d	0,006 ± 0,004a	0,07 ± 0,02c
PUFA	35,48 ± 2,73b	33,09 ± 1,42ab	32,33 ± 2,22ab	30,48 ± 2,97a
n6/n3	56:1	3,6:1	33:1	3,6:1

a, b, c, d: az egyes sorokon belül különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,05$) (3)

1. csoport: 4% napraforgóolaj (NO); 2. csoport: 2% NO + 2% lenolaj (LO); 3. csoport: 3% NO + 1% CLA; 4. csoport: 1% NO + 2% LO + 1% CLA (4)

Table 4.: Effect of different oil addition on fatty acid composition in thigh meat (data in percent of total fatty acids)

as in Table 3 (1–4)

Ami a PUFA csoport zsírsavait illeti, a lenolaj kiegészítés, más szerzők tapasztalataival egyezően, csökkentette a zsír linolsav és arachidonsav (C20:4) tartalmát (An és mtsai, 1997; Dal Bosco és mtsai, 2004; Zsédely, 2008). A csökkenés mértéke mind a mell, mind a comb esetében szignifikáns volt. Ugyanakkor mindkét mintavételi helyen szignifikánsan nőtt a mell és a comb α -linolénsav-tartalma, de ugyancsak szignifikánsan nagyobb mennyiséget mértünk az egyéb n-3 zsírsavakból (C20:5, C22:6) is. Szignifikánsan növelte a lenolaj a c9t11-C18:2 és a t9t11-C18:2 CLA izomerek mennyiségét is mind a mell, mind a comb zsírjában.

A CLA kiegészítés a lenolaj kiegészítéshez hasonló mértékben csökkentette a zsír linolsav és arachidonsav tartalmát, amikor viszont a CLA és a lenolaj kiegészítést kombináltuk, a linolsavra és arachidonsavra gyakorolt hatás kumulálódott.

A CLA kiegészítés mérsékelte a zsír összes PUFA tartalmát, bár a hatás csak a mell esetében volt szignifikáns. A CLA és a lenolaj kiegészítés kombinálása

viszont már mindkét mintavételi helyen szignifikánsan csökkentette a PUFA csoport összmenyiségét.

Eredményeink több szerző korábbi megállapításaival csengnek össze. Így *Du és Ahn* (2003) is a linolsav és az arachidonsav csökkenését figyelték meg CLA kiegészítés esetén. *Javadi és mtsai* (2007) ugyancsak arról számoltak be, hogy a CLA kiegészítés mérsékelte a PUFA csoport zsírsavainak mennyiségét brojlercsirkék zsírjában. *Sirri és mtsai* (2003) kísérletében viszont csak az arachidonsav csökkent a PUFA csoport zsírsavai közül. Említeni szükséges viszont azt is, hogy egyes kísérletekben (*Bölükbasi és Erhan*, 2007; *Bölükbasi*, 2008) a CLA kiegészítés növelte a pecsenyecsirkékben a zsír összes PUFA tartalmát.

Az egészséges táplálkozás szempontjából fontos, hogy az n-6 és n-3 zsírsavak megfelelő arányban legyenek jelen táplálékunkban. A különböző táplálkozási ajánlások a 4-5:1-hez n-6/n-3 arányt tekintik optimálisnak (*Antal és Gaál*, 1998; *Schaefer*, 2002; *Wahrburg*, 2004), míg a 10:1 arányt már egyértelműen kedvezőtlennek tartják. A kísérletünkben vizsgált kezelések közül a takarmányában napraforgóolajat fogyasztó kontroll 1. csoport mintáiban talált 55–56:1 arány áll a legtávolabb az optimális aránytól. A CLA kiegészítés ugyan jelentősen szűkíti ezt az arányt (31–33:1), de még ez is távol van a kívánttól. A javulás a linolsav részarány csökkenésének, illetve az α -linolénsav mennyiség növekedésének köszönhető. A szóban forgó arány lenolaj kiegészítéssel, vagy lenolaj, illetve CLA kiegészítés kombinációjával szűkíthető a kívánt mértékben.

KÖVETKEZTETÉSEK

Kísérletünk eredményei alapján az alábbi következtetések vonhatók be:

- Az általunk használt eljárással (a napraforgóolaj lúgos izomerizációjával) napraforgóolajból 53,5% konjugált linolsavat tartalmazó készítmény állítható elő. A készítményben a kedvező élettani hatásokat kiváltó c9t11-C18:2 változat 26,3%-os arányban található meg.
- A laboratóriumunkban előállított CLA készítménynek a brojlercsirkék indító-, nevelő- és befejezőtápjához 1%-ban történő adagolása, jelentősen, a humán táplálkozás szempontjából érdemi mennyiségben (1,7–1,8%) megnövelte a mell és a comb zsírjának a c9t11-C18:2 tartalmát.
- Brojlercsirkék zsírjában CLA kis mennyiségben (0,10–0,15%) akkor is előfordult, amikor takarmányuk nem tartalmazott CLA-t. Ez annak a feltételezésnek a helyességét támasztja alá, hogy a monogasztrikus állatok remese-, valamint vakbelében olyan baktériumok is élnek, amelyek képesek CLA-t előállítani. Amikor a takarmány α -linolénsavat is tartalmaz, az említett bélszakaszokban keletkező CLA szignifikánsan megnő. Ez arra utal, hogy a linolsav mellett a lenolaj linolénsav tartalma is felhasználódhat CLA előállítására.
- A CLA kiegészítés lenolaj kiegészítéssel történő kombinálásával nem kompenzálható a CLA kiegészítésnek az a hátránya, hogy növeli a pecsenyecsirkék zsírjában az SFA zsírsavak részarányát, és nem mérsékelte a kombinált kiegészítés a CLA-nak a palmitoleinsavat (C16:1) és az olajsavat (C18:1 n-9) szignifikánsan csökkenthető hatását sem.
- A CLA kiegészítésnek azt a hatását, hogy az csökkenti a zsírban a PUFA zsírsavak összmenyiségét, nem lehet a humán táplálkozás szempontjából

egyértelműen kedvezőtlen hatásnak tekinteni, hiszen az említett csökkenés a linolsav és az arachidonsav részarány mérséklődésének az eredménye, ami viszont az n-6/n-3 zsírsav arány szempontjából kedvező változás.

IRODALOM

- Ahn, D.U. – Sunwood, H.H. – Wolf, F.H. – Sim, J.S. (1995): Effects of dietary α -linoleic acid strain of the non fatty acid composition, storage stability, and flavour characteristics of chicken eggs. *Poultry Sci.*, 74. 9. 1540–1547.
- Aletor, V.A. – Eder, K. – Becker, K. – Paulicks, B.R. – Roth, F.X. – Rothmaier, D.A. (2003): The effects of conjugated linoleic acids or an alpha-glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a low-protein diet. *Poultry Sci.*, 82. 796–804.
- An, B.K. – Banno, C. – Xia, Z.S. – Tanaka, K. – Ohtani, S. (1997): Effects of dietary fat sources on lipid metabolism in growing chicks (*Gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 116. 119–126.
- Antal M. – Gaál Ö. (1998): Többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége a táplálkozásban. *Orvosi Hetilap*, 139. 1153–1158.
- Badinga, L. – Selberg, K.T. – Corner, C.W. – Miles, R.D. (2001): Performance and lipid deposition in broilers fed conjugated linoleic acid. *J. Anim. Sci.*, 1. 194.
- Badinga, L. – Selberg, K.T. – Dinges, A.C. – Comer, C.W. – Miles, R.D. (2003): Dietary conjugated linoleic acid alters hepatic lipid content and fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 82. 111–116.
- Bölükbası, S.C. (2008): Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein content, muscle fatty acid composition and meat quality during refrigerated storage. *Brit. Poultry Sci.*, 47. 470–476.
- Bölükbası, S.C. – Erhan, M.K. (2007): Effects of semi replacement of dietary olive oil and corn oil with conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein levels, fatty acid composition in muscles and meat quality during refrigerated storage. *J. Anim. Vet. Adv.*, 6. 262–266.
- Cesano, A. – Visonneau, S. – Scimeca, J.A. – Kritchevsky, D. – Santoli, D. (1998): Opposite effects of linoleic acid and conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCID mice. *Anticancer Res.*, 18. 1429–1434.
- Chanmugam, P. – Boudreau, M. – Boutte, T. – Park, R.S. – Hebert, J. – Berrio, L. – Hwang, D.H. (1992): Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Sci.*, 71. 516–521.
- Dal Bosco, A. – Castellini, C. – Bianchi, L. – Mugnai, C. (2004): Effect of dietary α -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. *Meat Sci.*, 66. 407–413.
- Dugan, M.E.R. – Aalhus, J.L. – Schaefer, A.L. – Kramer, J.K.G. (1997): The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 77. 723–725.
- Du, M. – Ahn, D.U. (2003): Dietary CLA affects lipid metabolism in broiler chicks. *Lipids*, 38. 5. 505–511.
- 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. – Storckson, J. – Pariza, M.W. (1990): Inhibition of benzo(a)pyrene induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.*, 50. 1097–1101.
- Hammal, J. – Tikik, V. – Tikik, H. – Viigimaa, M. – Kuusik, S. (2001): On increasing omega-3 fatty acid content in poultry products. *Agraarteadus*, 12. 14–50.
- 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. – Scimeca, J.A. (1997): Conjugated linoleic acid and linoleic acid are distinctive modulators of mammary carcinogenesis. *Nutr. Cancer*, 27. 131–135.
- Javadi, M. – Geelen, M.J.H. – Everts, H. – Hovenier, R. – Javadi, S. – Kappert, H. – Beynen, A.C. (2007): Effect of dietary conjugated linoleic acid on body composition and energy balance in broiler chickens. *Brit. J. Nutr.*, 98. 1152–1158.
- Lee, K.N. – Kritchevsky, D. – Pariza, M.W. (1994): Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108. 19–25.

- López-Ferrer, S. – Baucells, M.D. – Barroeta, A.C. – Galobart, J. – Grashorn, M.A. (2001): n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poultry Sci.*, 80. 753–761.
- Michal, J.J. – Chew, B.P. – Schultz, T.D. – Wong, T.S. (1992): Interaction of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid with α -carotene on cellular host defense. *FASEB J.*, 6. A1102
- Nicolosi, R.J. – Rogers, E.J. – Kritchevsky, D. – Scimeca, J.A. – Huth, P.J. (1997): Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery*, 22. 266–277.
- Pálffy T. – Hermán Istvánné – Lugasi A. – Vadáné Kovács M. – Erdélyi I. – Gundel J. (2007): Emelt alfa-linolénsav tartalmú tápok hatása a brojler csirke húsminőségére. *Agrártudományi Közlemények, Debreceni Egyetem*, 26. 29–33.
- Pariza, M.W. – Park, Y. – Cook, M.E. (2000): Mechanisms of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 223. 8–13.
- Pariza, M.W. – Hargraves, W.A. (1985): A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors 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. *Lipids*, 32. 853–858.
- Parodi, P.W. (1994): Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. *J. of Dairy Techn.*, 49. 93–97.
- Ryu, M.S. – Kim, E.S. – Choi, H.S. – Jung, M.Y. – Ryu, K.S. (2002): A comparison of dietary supplemental conjugated linoleic acid and various oil on performance and fatty acid composition of broiler chicks. *Korean J. Poultry Sci.*, 29. 125–133.
- Schaefer, E.J. (2002): Lipoproteins, nutrition, and heart disease. *Am. J. of Clinical Nutr.*, 75. 191–212.
- Schmidt J. – Perédi J. – Tóth T. – Zsédely E. (2006): Fontosabb állati eredetű élelmiszerek zsírsavösszetételének módosítása takarmányozással. I. Sertésszár és sertéshús. *Élelmzési Ipar*, 10–11. 60. 235–240.
- Schmidt J. – Perédi J. – Tóth T. – Zsédely E. (2007): Fontosabb állati eredetű élelmiszerek zsírsavösszetételének módosítása takarmányozással. II. Tojás és brojlerhús. *Élelmzési Ipar*, 61. 3. 81–86.
- Sebedio, J.L. – Angioni, E. – Chardigny, J.M. – Gregorie, S. – Juaneda, P. – Bredeaux, O. (2001): The effect of conjugated linoleic acid isomers on fatty acid of liver and adipose tissues and their conversion to isomers of 16:2 and 18:3 conjugated fatty acids in rats. *Lipids*, 36. 575–582.
- Sirri, F. – Tallarico, N. – Meluzzi, A. – Franchini, A. (2003): Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid. *Poultry Sci.*, 82. 1356–1361.
- Suksombat, W. – Boonmee, T. – Lounglawan, P. (2007): Effects of various levels of conjugated linoleic acid supplementation on fatty acid content and carcass composition of broilers. *Poultry Sci.*, 86. 318–324.
- Szakály Z. (2006): A táplálkozásmarketing új irányai. *Élelmiszer, Táplálkozás, és Marketing*, 1. 3–12.
- Szymczyk, B. – Pisulewski, P.M. – Szczurek, W. – Hanczakowski, P. (2001): Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens. *Brit. J. Nutr.*, 85. 465–473
- Szymczyk, B. – Szczurek, W. – Pisulewski, P.M. – Hanczakowski, P. (2000): Effect on conjugated linoleic acid (CLA) on lipid profile of muscle tissue and fat in broiler chickens. *Roczniki-Naukowe-Zootechniki.*, (Supplement z.5), 225–228.
- Takahashi, K. – Akiba, Y. – Iwata, T. – Kasai, M. (2003): Effect of a mixture of conjugated linoleic acid isomers on growth performance and antibody production in broiler chicks. *Brit. J. Nutr.*, 89. 691–694.
- Takahashi, K. – Kawamata, K. – Akiba, Y. – Iwata, T. – Kasai, M. (2002): Influence of dietary conjugated linoleic acid isomers on early inflammatory responses in male broiler chickens. *Brit. Poultry Sci.*, 43. 47–53.
- Wahrburg, U. (2004): What are the health effects of fat? *Eur. J. Nutr.* 43. (Suppl 1) I/6–I/11.
- Wong, M.W. – Chew, B.P. – Wong, T.S. – Hoick, H.L. – Boylston, T.D. – Schultz, T.D. (1997): Effects of dietary conjugated linoleic acid on lymphocyte function and growth of mammary tumor in mice. *Anticancer Res.*, 17. 987–993.
- Zanini, S.F. – Colnago, G.L. – Pessotti, B.M.S. – Bastos, M.R. – Casagrande, F.P. – Lima, V.R. (2006): Body fat of broiler chickens fed diets with two fat sources and conjugated linoleic acid. *Int. J. Poultry Sci.*, 5. 241–246.
- Zhang, H.J. – Guo, Y.M. – Tian, Y.D. – Yuan, J.M. (2008): Dietary conjugated linoleic acid improves antioxidant capacity in broiler chicks. *Brit. Poultry Sci.*, 49. 213–221.

Zhang, H.J. – Guo, Y.M. – Yuan, J.M. (2005): Conjugated linoleic acid enhanced the immune function in broiler chicks. *Brit. J. Nutr.*, 94. 746–752.

Zsédely, E. (2008): Az állati eredetű élelmiszerek n-3 zsírsavtartalmának növelése, oxidációs stabilitásának javítása takarmányozással. PhD értekezés. Mosonmagyaróvár

Érkezett: 2010. január

Szerzők címe: Tanai A. – Tóth T. – Zsédely E. – Schmidt J.:

Authors' addresses: Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar, Állattudományi Intézet
University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Institute of Animal Science
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 4.

Perédi J.:

Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar,
Gabona és Iparnövény Technológiai Tanszék
Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science,
Department of Grain and Industrial Crop Technology
H-1118 Budapest, Villányi út 29-43.