

Радмила Марковић,<sup>1</sup> М. Ж. Балтић,<sup>1</sup> С. Радуловић,<sup>1</sup> Д. Шефер,<sup>1</sup> Ивана Бранковић Лазич,<sup>2</sup> А. Дрљачић,<sup>3</sup> Наташа Павлићевић,<sup>4</sup> С. Дојчиновић<sup>5</sup>

## КОНЈУГОВАНА ЛИНОЛНА КИСЕЛИНА У ИСХРАНИ ЖИВИНЕ

### Кратак садржај

Конјуговане линолне киселине (CLA) су позициони и геометријски изомери есенцијалне линолне масне киселине. У исхрани људи CLA имају антиканцерогено, антиатерогено, имуномодулаторно и деловање против гојазности. Такође повољно утичу на имуни систем, метаболизам костију и односе ткива у телу. Највеће количине CLA налазе се у меду преживара као последица активности бактерија (*Butirovibrio fibrisolvens*) које изомеризују линолну киселину. Садржај CLA не разликује се само између врста меса (говеђе, овчије, свињско, живинско), већ и између различитих ткива исте животињске врсте. Исхрана има значајан утицај на садржај CLA у ткивима животиња. Бројне студије су показале да се садржај CLA може повећати како код преживара, тако и код моногастричних животиња. Код моногастричних животиња садржај CLA може да се повећа њеном употребом у исхрани или додавањем у оброк животиња њених прекурсора (вакценска киселина, омега-7 масна киселина). У исхрани живине, препарати CLA додају се најчешће у количини до 2%, што повећава садржај CLA у меду и при том не утиче негативно на производне резултате и параметре квалитета меса. Запажено је да повећан садржај CLA у меду повољно утиче на његову оксидативну стабилност. Основни циљ употребе CLA у исхрани живине је повећање садржаја CLA у меду, чиме може да се добије производ посебног квалитета (функционална храна).

**Кључне речи:** живина, исхрана, CLA, месо, нутритивна вредност.

<sup>1</sup> Др Радмила Марковић, доцент; др Милан Ж. Балтић, редовни професор; Стамен Радуловић, ДВМ, асистент; др Драган Шефер, ванредни професор; Факултет ветеринарске медицине Универзитета у Београду, Бул. ослобођења 18.

<sup>2</sup> Ивана Бранковић-Лазич, ДВМ, Институт за хигијену и технологију меса, Каћанског 134, Београд.

<sup>3</sup> Др Александар Дрљачић, АД Суперпротеин, Зрењанин.

<sup>4</sup> Др Наташа Павлићевић, ВСИ Суботица.

<sup>5</sup> Мр Слободан Дојчиновић, ЈУ Ветеринарски институт Републике Српске "Др Васо Бутозан" Бања Лука.

Radmila Marković, M. Ž. Baltić, S. Radulović, D. Šefer, Ivana Branković Lazić, A. Drljačić, Nataša Pavličević, S. Dojčinović

## CONJUGATED LINOLEIC ACIDS IN POULTRY NUTRITION

### Abstract

Conjugated linoleic acid (CLA) are positional and geometric isomers of essential linoleic fatty acid. CLA in the human diet have anti-carcinogenic, anti-atherogenic, immunomodulatory and anti-obesity functions. Also, they have a beneficial effects on the immune system, bone metabolism and interrelation of tissues in the body. The highest amounts of CLA have been found in meat of ruminant as a result of bacterial activity (*Butirovibrio fibrisolvens*) which have the capacity to isomerise linoleic acid. The content of CLA is not different only between various types of meat (beef, sheep, pork, poultry) but also between different tissues of the same animal species. Nutrition has a significant impact on the content of CLA in animal tissue. Numerous studies have shown that content of CLA can be increased in the ruminants such as in monogastric animals. In monogastric animals the content of CLA can be increased by their use in food or by adding in animal meal their precursors (vaccenic acid, an omega-7 fatty acid). In poultry nutrition CLA preparations are usually added in an amount up to 2%, which increases the CLA content in meat without any adverse effect on the performance and meat quality parameters. It was observed that increased content of CLA in meat favorably affect its oxidative stability. The main objective of the use of CLA in poultry nutrition is to increase the CLA content in meat in order to obtain a product of a special quality (functional food).

**Key words:** poultry, feed, CLA, meat, nutritional value.

---

### УВОД

Линолна киселина је незасићена масна киселина која поседује 18 угљеникових атома и две *cis*-двоструке везе у положајима с9 и с12. Спада у есенцијалне  $\omega$ -6 масне киселине. Конјугацијом ових двоструких веза настају конјуговане линолне киселине (CLA)

које су геометријски и позициони изомери са *cis* и *trans* двоструким везама у положајима с9 и с11; с10 и с12; с8 и с10; с7 и с9; као и с11 и с13. Од свих ових изомера CLA, у природи су највише присутни *cis*-с9 и *trans*-с11 као и *trans*-с10 *cis*-с12 изомери, а постоје докази да сваки од њих има различите

ефекте на организам људи и животиња.

Антиканцерогена својства CLA први пут су утврђена на Универзитету у Висконсину (САД) 1985. године. Каснија истраживања су утврдила да CLA утиче на инхибицију канцера, смањује могућност настајања артеросклерозе, побољшава рад имуног система, убрзава раст и утиче на смањење садржаја масног и повећање мишићног ткива код више животињских врста (Park, 1997).

Од свих истраживања везаних за здравствене ефекте CLA, највише њих се бавило испитивањем њеног утицаја на гојазност, кардиоваскуларне болести, дијабетес, имуни систем, липидни метаболизам и појаву тумора (Park, 1997).

## ЗНАЧАЈ CLA

Синтеза и изолација чистих изомера раније је била веома компликована, тако да ефекти CLA који су утврђени у првобитним истраживањима нису могли да се припишу појединачним изомерима, јер је увек коришћена њихова мешавина. Међутим, ово данас није случај, и истраживањима је утврђено да је *cis*-9, *trans*-11 изомер одговоран за антиканцерогене ефекте CLA (Lavilloniere и сар., 1998). Истраживања су показала да CLA утиче на смањење појаве канцера, као што је тумор коже, црева, дојки и јетре, код више животињских врста (Lee и сар., 2005; Kelley и сар., 2007). Претпоставља се да CLA не утиче само на смањење појаве, раста и

развоја тумора, већ и на смањење метастазе канцера (Park, 2009). Артеросклероза или болест крвних судова најчешће се јавља код особа са повећаним садржајем холестерола у крви. Једна од карактеристика ове болести је неефикасно уклањање липопротеина ниске густине (LDL) из крвотока, који се затим нагомилавају у крви и изазивају атеросклерозу, стварајући зачепљења крвних судова. Истраживања су утврдила да CLA снижава концентрацију LDL-а и тиме утиче на смањење појаве атеросклерозе (Chin и сар., 1992). У поређењу са линолном киселином, додаток CLA у исхрани животиња утицао је на смањење нивоа холестерола за 20%, а симптоми настанка атеросклерозе су се смањили за три пута (Fritch-Haumann, 1994). Утврђено је да CLA смањује укупни холестерол, триглицериде, LDL-холестерол и повећава HDL-холестерол код више животињских врста (Park, 2009). Заједно *n*-3 PUFA и CLA имају много позитивних утицаја на људско здравље и могу пружити заштиту против здравствених проблема у будућности. Масне киселине *n*-3 групе, а посебно оне које имају веома дуге ланце, имају позитивно деловање на срчана обољења и имају антиканцерогена својства. CLA делује и превентивно и може да успори стварање тумора (Ip и сар., 2002), смањује настанак атеросклерозе (Lee и сар., 1998) и помаже у одржавању нормалног нивоа шећера у крви, што се показало као превенција од гојазности (Houseknecht и сар., 1998).

## ДОДАВАЊЕ CLA У ХРАНУ ЗА ЖИВИНУ

На основу истраживања да CLA смањује садржај MUFA животињске масти, Evans и сар. (2000) су утврдили да је trans-10, cis-12 изомер CLA одговоран за то смањење. Ефикасност “обогаћења” производа анималног порекла (месо, млеко, јаја) разликује се првенствено у зависности од врсте животиње и концентрације CLA која је присутна у храни. Тако, на пример, жуманце може да садржи чак 11% CLA (у односу на укупне масне киселине), када се CLA дода у количини од 5% у храну за коке носиле.

Постоји више механизма дејства CLA на смањење количине масног ткива у трупу животиња, као што су: повећање потрошње енергије, утицај на метаболизам масти и повећање степена оксидације масних киселина. Више истраживача је утврдило да CLA утиче на повећање потрошње енергије, јер је огледима установљена повећана потрошња кисеоника животиња храњених са CLA (West и сар., 2000). Други механизам за редукцију количине масног ткива под утицајем CLA јесте њено дејство на смањење величине и/или броја масних ћелија у масном ткиву (Pastoreli и сар., 2005). Ово се може постићи инхибицијом ензима липопротеин липазе у масним ћелијама, инхибицијом активности ензима стерол-CoA десатуразе.

Код преживара CLA настаје најчешће бактеријском изомеризацијом (*Butirovibrio fibrisolvens*) или биохидрогенизацијом незасићених мас-

них киселина у бурагу, као и дехидрогенизацијом транс-масних киселина у масном ткиву и млечној жлезди. Код моногастричних животиња, у поређењу са преживарима, масти из хране се не модификују пре варења и апсорпције. Стога, исхрана мора да садржи транс-масне киселине (на пример транс-вакценску киселину), као супстрат за ендогену CLA синтезу или саму CLA са циљем да повећа CLA концентрацију у ткивима.

Бројним студијама је испитиван ефекат исхране живине са конјугованом линолном киселином (CLA), изомерима масних киселина, на састав масних киселина меса бројлера. Ове студије су углавном имале за циљ повећање садржаја CLA у ткивима бројлера као начин да се развију функционална својства меса живине намењеног за исхрану људи.

Постоји неколико општих закључака који су добијени из експерименталних до сада. Прво, CLA изомера се лако апсорбују и лако уграђују у масно ткиво, и фосфолипидни слој ћелијске мембране код моногастричних животиња (Kramer и сар. 1998). И заиста, додавање CLA уља у храну за живину резултира њеним линеарним таложењем у масном ткиву и интрамукуларној масти. Ово важи чак и при високим концентрацијама CLA у храни, у распону од 0%–2% (Simon и др. 2000, Szimczik и др. 2001), 0%–3% (Du и Ahn 2002, 2003), 0%–4% (Aletor и сар., 2003, Siri и сар., 2003), на 0%–5% (Badinga и сар., 2003). Друго, у поменутих експериментима,

повећана инкорпорација CLA у липидима трупа неминовно доводи до више релативне концентрације засићених масних киселина и ниже релативне концентрације MUFAs у масном ткиву и интрамукуларној масти, док PUFAs (укључујући CLA изомере) нису били промењени. У погледу негативних ефеката конзумације SFAs на здравље (WHO/FAO 2003, WHO 2004), овај ефекат се може тумачити као штетан. Међутим, указано је да наведене промене, у релативним односима масних киселина у трупу бројлера, могу да смање осетљивост на оксидацију липида, чиме се повећава њихова оксидативна стабилност (Aletor et al., 2003). Треће, иако је укупан збир PUFAs остао непромењен, садржај есенцијалних појединачних n-6 (нпр. C20: 4, C22: 4) и n-3 (нпр. C22: 5, C22: 6) масних киселина је смањен. Ови негативни ефекти су вероватно били повезани са инхибиторним деловањем CLA изомера на активност  $\Delta 9$ -десатуразе (Smith et al., 2002), тиме објашњавајући добијени мали удео MUFAs (углавном C18: 1 n-9) у модификованим ткивима. На исти начин, пад концентрације n-6 и n-3 масних киселина може настати инхибицијом  $\Delta 6$ -десатуразе, укључене у десатурацију линолне и  $\alpha$ -линоленске киселине у њихове дуголанчане деривате (Bretillon и др., 1999).

У неколико огледа, додавање CLA изомера бројлерима имало је негативне ефекте на производне перформансе, углавном унос хране и

прираст. На пример, Szimczik и др. (2001) добили су смањен унос хране и телесне масе у зависности од нивоа додавања CLA 0%–1,5%. Смањење прираста, али не значајно, такође су добили Du и Ahn (2002) код бројлера, када је ниво додавања CLA порастао од 0% до 3%.

Извели су два огледа на бројлерима старости три недеље. У првом експерименту, бројлери су били подељени у четири групе и у стандардну смешу за исхрану бројлера у контролној групи није додат препарат CLA, а у огледним групама је додат у количинама 0,25; 0,5 и 1%. У другом експерименту су бројлери стари такође три недеље били подељени у три групе, тако да контролна група није добијала препарат CLA, а друга и трећа група су добила 2% и 3% препарата CLA у хрању. Просечна телесна маса бројлера у експерименту 1 је била око 2,20 kg за све третмане, а у експерименту 2 просечне теласне масе су биле 4,04, 3,99 и 3,93 kg за контролну групу, 2% CLA и 3% CLA, с тим што добијене разлике нису биле статистички значајне. У експерименту 1. није било статистички значајних разлика у укупној абдоминалној масти и садржају протеина. Међутим, када је садржај ЦЛА у храни порастао на 2% и 3% (експеримент 2), укупан садржај масти у трупу је смањен (14,2% код контролне групе, 11,9% код 2% CLA и 12,2% код 3% CLA. Додавање CLA препарата је утицало и на квалитет меса. После кувања меса груди из групе са 2% и 3% CLA, месо је било тврђе и сувље, а боја је била нешто тамнија него у

контролној групи. Ове промене су проузроковане смањењем садржаја незасићених масних киселина у месу, што је утицало и на повећање тачке топљења масти.

У исто време, сличне резултате су добили и Sirri и сар. (2003) код истих концентрација CLA у исхрани. Додавање оброку за раст бројлера (Cobb 500) од 22. дана до клања 47. дана са било

2,0% или 4,0% CLA резултирало је већим концентрацијама у CLA пилећег ткива (бело месо, месо батака, кожа, и абдоминална маст) у односу на контролну групу (у абдоминалној масти: 51,5, 91,4, и 0,3 мг/г масти, респективно) (Sirri и сар., 2003). Сличне резултате су објавили Aletog и сар. (2003) код Ross бројлера.

Табела 1. Ефикаси конјуговане линолне киселине (CLA) на текстуру и сензорне особине куваној белој меса бројлера (Du и Ahn, 2002)

	0% CLA	2% CLA	3% CLA
Инструментална мерења			
Отпорност (Instron)	3.45 <sup>b</sup>	3.62 <sup>a,b</sup>	3.81 <sup>a</sup>
pH <sup>1</sup>	5.82	5.81	5.81
Боја L* вредност	80.70 <sup>a</sup>	80.21 <sup>a</sup>	79.08 <sup>b</sup>
Боја a* вредност	8.44 <sup>a</sup>	8.28 <sup>a</sup>	7.80 <sup>b</sup>
Боја b* вредност	22.11 <sup>a</sup>	22.11 <sup>b</sup>	19.22 <sup>c</sup>
Сензорна оцена			
Боја (тамноћа)	5.94	6.00	6.11
Мирис	6.60	7.03	7.00
Тврдоћа	6.27	6.30	6.43
Сочност	5.22	5.12	5.06

<sup>a-c</sup> p<0.05

<sup>1</sup> мерење пре кувања

Коначно, питање сензорног квалитета живинског CLA-обогаћеног меса, треба буде разматрано. Према расположивим доказима, CLA додат у оброк

побољшава оксидативну стабилност овог меса. Ови изомери (дијететски третмани: 0%–5%), повећавањем садржаја SFAs и смањивањем PUFAs у

пилећем месу побољшавају односе липида и стабилност боје и смањују производњу испарљивих једињења код пилећег меса, за време складиштења хлађењем (Du et al., 2000).

## ЗАКЉУЧАК

Ефекти изомера конјуговане линолне киселине (антиканцерогени, успоравање процеса атерогенезе, снижавање нивоа укупног и LDL холестерола, као и триглицерида) недавно су установљени. Нажалост, CLA су присутни у храни у минималним количинама, практично у траговима.

Месо и производи од меса представљају око 25%–30% од укупног уноса у организам људи CLA у западним популацијама. Овај унос може да се повећа са јачом оријентацијом ка хранивима која садрже CLA и обогаћују садржај CLA у месу кроз специфичне стратегије исхране. Код моногастричних животиња само суплементација саме CLA или њених прекурзора транс-вакценске киселине је ефикасан начин повећања CLA садржаја. Модификација obroка са циљем повећања CLA такође утиче и на састав масних киселина у животињском ткиву.

До данас су подаци о утицају CLA на здравље углавном базирани на резултатима добијеним на огледима на животињама и морају даље бити доказани код људи. У испитивању код људи обично се користе синтетички CLA суплементи, а они не приказују природни састав изомера у намирницама. Питање да ли природни CLA

извори (на пример месо) имају бољи или сличан утицај на здравље људи оправдава даља истраживања.

## АФИЛАЦИЈА

Овај рад је рађен у оквиру пројекта „Одабране биолошке опасности за безбедност/квалитет хране анималног порекла и контролне мере од фарме до потрошача“, Технолошки развој, 2011–2014, бр. пројекта 031034, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Aletor, V. A., Eder, K., Becker, K., Paulicks, B. R., Roth, F. X., & Roth-Maier, 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 Science, 82, 796–804.
2. Badinga, L., Selberg, K.T., Dingear, 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 Science 82, 111–116.
3. Bretillon, L., Chardigny, J.M., Gregoire, O., Berdeaux, O., Sebedio, J.L. (1999): *Effects of conjugated linoleic acid isomers on the hepatic microsomal desaturation activities in vitro*. Lipids 34, 956–969.
4. Chin, S.F., Storkson, J.M., Ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992): *Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid*. Journal of Food Composition and Analysis 5, 185–197.

5. Du, M. and Ahn, D. U. (2002): *Effect of Dietary Conjugated Linoleic Acid on the Growth Rate of Live Birds and on the Abdominal Fat Content and Quality of Broiler Meat*. Poultry Science 81: 428–433.
6. Du, M., Ahn, D.U. (2003): *Dietary CLA affects lipid metabolism in broiler chicks*. Lipids 38, 505–511.
7. Du, M., Ahn, D.U., Nam, K.C., Sell, J.L. (2000): *Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated and raw chicken meat*. Meat Science 56, 387–395.
8. Fitch-Haumann, B. (1994): *Modified oil may key to sulflowers future*. INFORM, 5: 1198–1210.
9. Houseknecht, K.L., Vanden Heuvel, J.P., Moya-Camarena, S.Y., Portocarrero, C.P., Peck, L.W., Nickel, K.P., Belury, M.A. (1998): *Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat*. Biochemical and Biophysical Research Communications 244, 678–682.
10. Ip, C., Dong, Y., Ip, M.M., Banni, S., Carta, G., Angioni, E., Murru, E., Spada, S., Melis, M.P., Saebo, A. (2002): *Conjugated linoleic acid isomers and mammary cancer prevention*. Nutrition and Cancer 43, 52–58.
11. Kelley, N.S., Hubbard, N.E., Erickson, K.L. (2007). *Conjugated linoleic acid isomers and cancer*. The Journal of Nutrition 137, 2599–2607.
12. Kramer, J.K.G., Sehat, N., Dugan, M.E.R., Mossoba, M.M., Yuravetch, M., Roach, J.A.G., Eulitz, K., Aalhus, J.L., Schaeffer, A.L., Ku, Y. (1998): *Distribution of conjugated linoleic acid (CLA) isomers in tissue lipid classes of pigs fed a commercial CLA mixture determined by gas chromatography and silver-ion-high-performance liquid chromatography*. 33, 549–558.
13. Lavillonnière, F.; Martin, J.C.; Bougnoux, P.; Sébédio, J.L. (1998): *Analysis of conjugated linoleic acid isomers and content in French cheeses*. J. Am. Oil Chem. Soc. 75, 343–352.
14. Lee, K.N., Pariza, M.W., Ntambi, J.M. (1998): *Conjugated linoleic acid decreases hepatic stearyl-CoA desaturase mRNA expression*. Biochemical and Biophysical Research Communications 248, 817–821.
15. Lee, K.W., Lee, H.J., Cho, H.Y., Kim, Y.J. (2005): *Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 45, 135–144.
16. O'Quinn, P.R., J.L. Nelssen, R.D. Goodband, J.A. Unruh, J.C. Woodworth, J.S. Smith and M.D. Tokach. (2000): *Effects of modified tall oil versus a commercial source of conjugated linoleic acid and increasing levels of modified tall oil on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs*. J.Anim.Sci. 78: 2359–2368.



17. Pastorelli, G., Moretti, V.M., Macchioni, P., Lo Fiego, D.P., Santoro, P., Panseri, S., Rossi, R., Corino, C. (2005): *Determination of flavour volatile compounds and fatty acid composition of loin muscle of pigs fed conjugated linoleic acid*. J. Sci. Food Agric., 85: 2227–2234.
18. Park, Y., Albright, K.L., 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.
19. Park, Y. (2009). *Conjugated Linoleic Acid (CLA): Good or bad trans fat?* J.Food Comp.Anal. 22S: S4–S12.
20. Simon, O., Manner, K., Schaeffer, K., Sagredos, A., Eder, K. (2000): *Effects of conjugated linoleic acid on protein to fat proportions, fatty acids, and plasma lipids in broilers*. European Journal of Lipid Science and Technology 102, 402–410.
21. Sirri, F., Tallarico, N., Meluzzi, A., & Franchini, A. (2003): *Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid*. Poultry Science, 82, 1356–1361.
22. 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*. British Journal of Nutrition 85, 465–473.
23. West, D.B., Blohm, F.Y., Truett, A.A., De Lany, J.P. (2000). *Conjugated linoleic acid persistently increases total energy expenditure in AKR/J mice without increasing uncoupling protein gene expression*. J.Nutr., 130, 2471–2477.
24. WHO (2004): *Food and Health in Europe; a New Basis for Action*. WHO Regional Publications. European Series: no 96. Copenhagen.
25. WHO/FAO (2003): *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. WHO Technical Report Series: no 916. Geneva.

