

## UČINAK HRANIDBE KRAVA NA SASTAV BIOAKTIVNIH MASNIH KISELINA U MLIJEKU

## DAIRY COW NUTRITION INFLUENCE ON THE COMPOSITION OF BIOACTIVE FATTY ACID IN MILK

**Terezija Silvija Marenjak, Nina Poljičak-Milas**

Pregledno znanstveni članak  
UDK: 636.2.:636.084.4.  
Primljeno: 8. listopada 2005.

### SAŽETAK

U radu su prikazani hranidbeni čimbenici koji mogu utjecati na promjenu sastava bioaktivnih masnih kiselina u mlijeku krava. Pretpostavka negativnog učinka pojedinih masnih kiselina, kojima mlijeko krava obiluje na ljudsko zdravlje, dovelo je do većeg broja multidisciplinarnih istraživanja koja nastoje povećati udio poželjnih masnih kiselina. Istovremeno se nastoji smanjiti omjer nepoželjnih masnih kiselina uz zadržavanje fizikalnih i organoleptičkih svojstava mlijeka i mliječnih proizvoda sa svrhom povećanja hranidbene kakvoće mliječne masti i mlijeka. Taj cilj nije lako postići. Preduvjet je dobro poznavanje fiziologije probave masti u buragu preživača. Premda još uvijek nisu poznati svi putevi biohidrogenacije masnih kiselina u buragu, kao ni učinak pojedinih voluminoznih krmiva na sastav masnih kiselina u mliječnoj masti, utvrđeno je da se određenom hranidbom može u kraćem vremenskom razmaku utjecati na sadržaj i sastav mliječne masti.

Ključne riječi: masne kiseline, mlijeko, krave, hranidba

### UVOD

Mliječna mast je sastojak mlijeka izrazito podložan promjenama zbog djelovanja fizioloških, a isto tako i ekoloških čimbenika (Grummer, 1991). Fiziološki se čimbenici uglavnom odnose na promjene energetske ravnoteže, pa se tako sadržaj masti u mlijeku mijenja s obzirom na stadij laktacije, broj laktacija te starost životinja. Od ekoloških čimbenika spominju se godišnja doba te temperaturne razlike unutar njih, no najčešći dominantan ekološki čimbenik koji može utjecati na promjenu sadržaja mliječne masti je hranidba, koja je dakako, u uskoj svezi s godišnjim dobima. Već su istraživanja ranih sedamdesetih prošlog stoljeća pokazala da se s

određenom hranidbom krava utječe na sadržaj mliječne masti, ali isto tako da dolazi i do promjena u sastavu masnih kiselina mlijeka (Tanaka, 1970; Storry i sur., 1974). Mliječna mast je s obzirom na sastav masnih kiselina izrazito raznovrsna te je u preživača utvrđeno preko 400 različitih kombinacija masnih kiselina unutar triglicerida. Neke od njih imaju bioaktivne učinke, prvenstveno jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline (oleinska, linolna,  $\alpha$ -linolenska, CLA, eikozapentaenska i

---

Mr. sc. Terezija Silvija Marenjak, doc. dr. sc. Nina Poljičak-Milas  
– Zavod za patološku fiziologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta  
u Zagrebu, Heinzelova 55, 10010 Zagreb, Hrvatska, email:  
marenjak@vef.hr.

dokozaheksaenska), naročito ako se nalaze u slobodnom stanju, djelujući blagotvorno na ljudsko zdravlje. Najčešće je spominjan antineoplastični i antiaterogeni učinak, dok je u slučaju konjugirane linolne masne kiseline (CLA, conjugated linoleic acid) utvrđen još i antioksidativni i antidijabetički učinak, uz mogućnost regulacije tjelesne težine te poticanja obrambenih sposobnosti organizma i mineralizacije kostiju kod preloma. Također je dokazano da i neke niže masne kiseline, kao što je maslačna kiselina, pokazuju pozitivne biološke učinke. S obzirom da se danas rizik nastanka ateroskleroze i koronarnih srčanih bolesti povezuje s konzumacijom određenih zasićenih masnih kiselina i pojedinih izomera *trans*-masnih kiselina, vrlo su aktualna istraživanja koja otvaraju mogućnost izmjene masno-kiselinskog sastava kravljeg mlijeka u smjeru povećanja sadržaja poželjnih, prvenstveno višestruko nezasićenih masnih kiselina. Strategija hranidbe mliječnih krava pokazala se kao najbrži put do postizanja ovog cilja.

## HRANIDBA I UDIO MASNIH KISELINA U MLIJEČNOJ MASTI

Metabolizam masti u buragu započinje s mikrobijalnom hidrolizom esterskih veza masti, a kako i koliko će se masti probaviti ovisi o hrani koje govedo konzumira. Postoje brojni hranidbeni čimbenici koji mogu utjecati na koncentraciju bioaktivnih, prvenstveno dugolančanih masnih kiselina u mlijeku krava. Među njima je na prvom mjestu dodatak masti u obrok koji može znatno izmijeniti mliječnost, sadržaj masti i bjelančevina u mlijeku (tablica 1.). Prema tome, hranidba utječe na mikrobiološke procese u buragu koji visoko koreliraju sa sastavom proizvedenog mlijeka, a izmjena u procesu bakterijske biohidrogenacije nezasićenih masnih kiselina u buragu ključ je manipulacije masnokiselinskog sastava mlijeka. U preživača, masne kiseline mlijeka kraćeg lanca (od C4 do C14 te djelomično C16) nastaju de novo sintezom u mliječnoj žlijezdi iz glavnog prekursora octene

**Tablica 1. Utjecaj dodatka masti na mliječnost i sastav mlijeka u krava (razlika od kontrolne skupine)**

**Table 1. Influence of supplementary fat on milk yield and composition in cows (difference from control group)**

Mast u obroku - Fat in diet	Br. skupina No of groups	Dodatak masti (g/dnevno) Fat added (g/day)	Mliječnost Milk yield (kg)	Bjelančevine Proteins (g/kg)	Mast Fat (g/kg)
Životinjska mast <sup>a</sup> (ŽM) Animal fat	22	688	+ 0,5	-0,6**	- 1,4
Inkapsulirana (ŽM) <sup>b</sup> Incapsulated fat	26	941	+ 1,0*	-1,8**	+4,0**
Zasićena mast <sup>a</sup> Saturated fat	10	644	+ 1,7**	-0,6*	+0,5
Ca-sapuni ulja palme <sup>b</sup> Palm oil Ca-soaps	29	593	+ 0,9**	-1,2**	+0,4
Biljna ulja (BU) <sup>c</sup> Vegetable oils	8	573	- 0,6	-0,9	- 2,8*
Sjemenke uljarica <sup>a</sup> Oleiferous seeds	34	538	+0,3	-0,4**	- 0,9
Inkapsulirano BU <sup>b</sup> Incapsulated vegetable oils	26	693	0,0	-0,8	+6,4**
Riblje ulje i ulja m.algi <sup>c</sup> Fish oil and marine algae oils	27	305	+0,2	-1,2**	- 9,1**

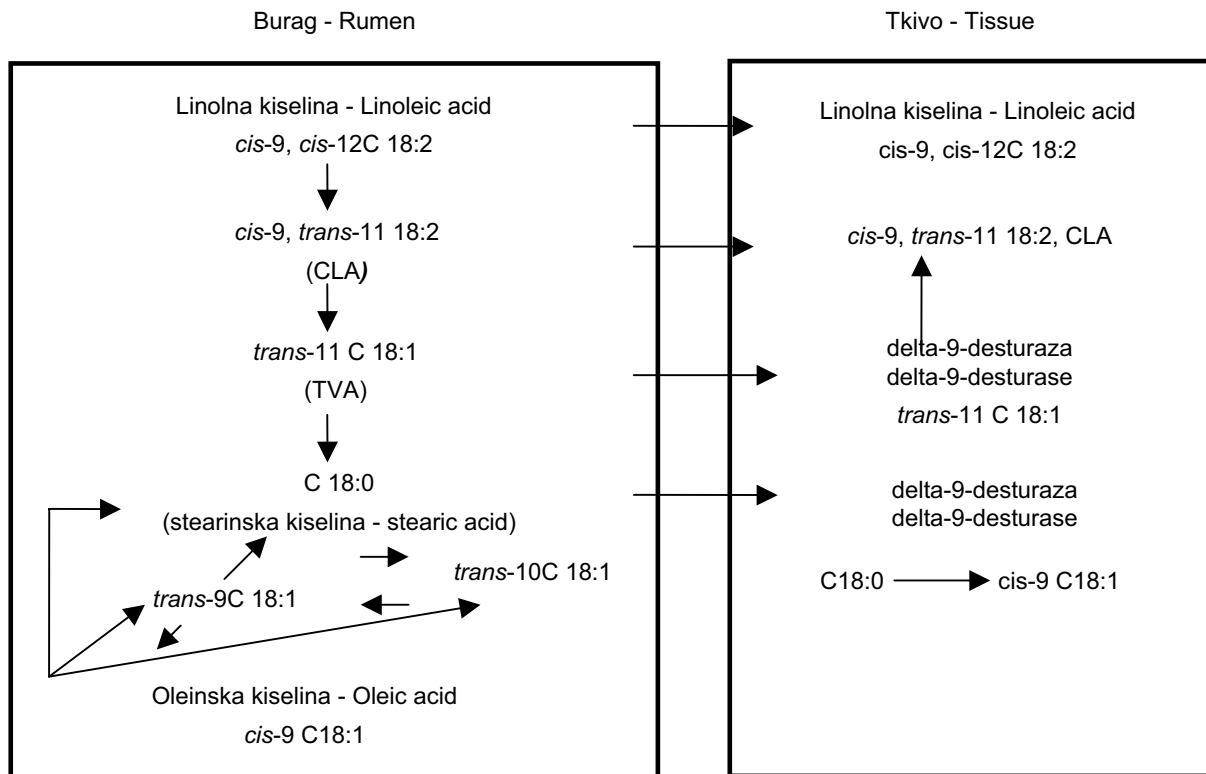
\* p< 0,05; \*\* p< 0,01

<sup>a</sup> Chilliard i Ollier (1994). <sup>b</sup>Chilliard i sur. (1993). <sup>c</sup>(Chilliard i Doreau, 1997; Franklin i sur., 1999; Jones i sur., 2000, Keady i sur., 2000).

kiseline, te u manjem obimu iz beta-hidroksi maslačne kiseline. Nasuprot tome dugolančane, odnosno višestruko nezasićene masne kiseline potječu iz hrane ili pak iz mobilizirane tjelesne masti. One cirkulacijom dopijevaju u mliječnu žlijezdu gdje se direktno ugrađuju u mliječnu mast.

Istraživanja su pokazala da dodatak do 5% masti životinjskog podrijetla u obrok ima gotovo linearan utjecaj na udio masnih kiselina mlijeka. Pri tome, kod dodatka masti u nezaštićenom obliku, mliječnost i sadržaj ukupnih masti u mlijeku ostaju nepromijenjeni, no mijenja se odnos pojedinih masnih kiselina. Tako dolazi do smanjenog udjela kratko- i srednjolančanih masnih kiselina te linolne masne kiseline uz izrazito povećanje oleinske kiseline, dok je udio maslačne kiseline nepromijenjen (Grummer, 1991).

Utvrđeno je da dodatak masti toplokrvnih životinja ne utječe na *trans* izomere masnih kiselina (*tFA*, *trans*- fatty acid) kao ni CLA, a porast propionske kiseline u buragovom sadržaju znatno je manji u odnosu na dodavanje masti biljnih ulja bogatih višestruko nezasićenim masnim kiselinama (Doreau i sur., 1999). Kao što je već spomenuto, kod dodatka masti životinjskog podrijetla pojačan je priljev oleinske kiseline koja se intezivno biohidrogenira i preko međuproizvoda prevodi u stearinsku kiselinu, a ona se zatim u mliječnoj žlijezdi ili masnom tkivu desaturira i prevodi u *cis*- 9 C 18:1 oleinsku kiselinu (slika 1). Istraživanja Matitashvili i Baumana (2000) i Van De Vossenberga i Joblina, (2003) dokazala su da je intenzitet desaturacije to veći što je manji priljev *trans*-vaccenske masne kiseline (TVA, *trans*-vaccenic fatty acid), glavnog međuproizvoda i prekursora za sintezu CLA u masnom tkivu i mliječnoj žlijezdi.



Slika 1. Biohidrogenacija linolne i oleinske masne kiseline u buragu i uloga tkivne delta-9-desaturaze u proizvodnji CLA (*cis*-9, *trans*-11 C18:2), u masnom tkivu i mliječnoj žlijezdi preživača (prema Harfoot i Hazlewood, 1997 i Van De Vossenberga i Joblina, 2003)

Figure 1. Biohydrogenation of linoleic and oleic fatty acids in rumen and the role of tissue delta-9-desaturase in CLA conjugated linoleic acid) production (*cis*-9, *trans*-11 C18:2) in fatty tissue and milk gland of ruminants (according to Harfoot and Hazlewood, 1997 and Van De Vossenberga and Joblina, 2003)

Tehnološki napredak omogućio je da se ulja i masti mogu emulgirati ili inkapsulirati i na taj način zaštititi od lipolize i biohidrogenacije u buragu. Takvim načinom se izbjegnu promjene buragovog ekosustava, odnosno promjene u proizvodnji i udjelu slobodnih masnih kiselina u buragu koje izravno utječu na sintezu masti i laktoze u mlijeku, a sastav masnih kiselina mlijeka izravno je vezan uz sastav masnih kiselina zaštićene masti. Današnja kakvoća zaštite dozvoljava iskorištavanje 65% od ukupno dodanih ulja i masti, dok ostatak ipak podliježe biohidrogenaciji. Učinak zaštićene masti na sastav masnih kiselina u mlijeku je vrlo sličan učinku pojačane mobilizacije masti iz tjelesnih spremišta. Masti u zaštićenom obliku imaju za posljedicu pojačan priljev lipoproteina vrlo male gustoće (VLDL, very low density lipoproteins), a pri pojačanoj mobilizaciji masti iz tjelesnih rezervi dolazi do povećanog priljeva neesterificiranih masnih kiselina (NEFA, nonesterified fatty acids) u mliječnu žlijezdu s krajnjim jednakim utjecajem na sastav masnih kiselina mlijeka (Chilliard i sur., 2000). Značajno se pak razlikuje učinak ulja morskih organizama na sastav masnih kiselina mlijeka, ako se dodaju u obrok. Ona su bogata dugolančanim masnim kiselinama (C20-C22; riblje ulje, ulje morskih sisavaca, planktona i algi) koje također podliježu biohidrogenaciji u buragu kao i masne kiseline od 18 ugljikovih atoma, no nikada se ne postigne potpuna zasićenost već se stvaraju brojni međuproizvodi. Već i male količine ribljeg ulja dodanog u obrok smanjuju sadržaj mliječne masti uz smanjenje udjela masnih kiselina od 4 do 14 ugljikovih atoma. Pri dodavanju ribljeg ulja u obrok u količinama većim od 10 g dnevno dolazi do značajnog pada sadržaja masti u mlijeku. Nadalje, izrazito pada sadržaj palmitinske ili stearinske, te oleinske masne kiseline, uz značajan porast *trans*-vaccenske masne kiseline (*trans*-11 C18:1 izomera). Također, izrazito poraste CLA i to prvenstveno rumenska masna kiselina (*cis*-9, *trans*-11 CLA).

Porast eikozapentaenske (EPA-eicosapentaenoic acid) i dokozaheksaenske (DHA-docosahexaenoic acid) je malen (Jones i sur., 2000; Keady i sur., 2000). Prema istraživanjima Franklina i sur. (1999), ulja morskih algi u obroku imaju drugačiji učinak. Njihov dodatak u obrok dovodi do značajnog porasta DHA (C22:6  $\omega$ -3), dokozaapentaenonske (DPA-docosapentaenoic acid, C22:5  $\omega$ -3) te omega-6 (C22:5  $\omega$ -6 i C20:4  $\omega$ -6), ali ne i EPA (C20:5  $\omega$ -3).

Općenito se smatra da je učinkovitost prenosa EPA i DHA iz hrane u mlijeko mala. Međutim, prijenos DHA u odnosu na EPA je ipak nešto veći, što je vezano uz slabiju biohidrogenaciju u buragu te veću iskoristivost u mliječnoj žlijezdi.

Još uvijek se traži objašnjenje zbog čega dolazi do pada sadržaja mliječne masti pri dodatku ribljeg ulja u obrok krava. Spomenuti pad mliječne masti Ahnadi i sur. (1998) povezuju sa smanjenom sintezom lipoprotein lipaze mRNA mliječne žlijezde. Izraženiji porast *trans*-C18:1 u mlijeku u odnosu na umjeren porast C18:2, pri dodatku ribljeg ulja u obrok, objašnjava se inhibirajućim učinkom ribljeg ulja na zadnji stupanj biohidrogenacije iz *trans*-C18:1 do C18:2, prvenstveno biohidrogenaciju C18:2 i C18:3 iz osnovnog obroka (Donovan i sur., 2000; Palmquist i Griinari, 2001). To ukazuje na interakciju ribljeg ulja s metabolizom lipida iz osnovnog obroka. Manji porast CLA pri dodatku ribljeg ulja u odnosu na dodatak biljnih ulja u obrok objašnjava se vjerojatnim inhibirajućim učinkom ribljeg ulja na aktivnost mRNA delta-9-desaturaze u stanicama epitela mliječne žlijezde, što je utvrđeno u eksperimentalnim modelima na glodavcima (Waters i sur., 1997). Međutim, uvidjelo se da međuproizvodi razgradnje oleinske kiseline, posebno *trans*-10 C18:1, i bez umanjene aktivnosti desaturaza također dovode do nižih vrijednosti CLA u mlijeku. Niže vrijednosti CLA u mlijeku mogu također biti posljedica povećanog priljeva *trans*-C18:1 u mliječnu žlijezdu ukoliko one prijeđu 10-12% od ukupnih masnih kiselina. Tada stanice mliječne žlijezde nisu u stanju desaturirati sve pristigle masne kiseline, odnosno dolazi do premoći kapaciteta desaturacije (Sauer i sur., 1998). Suprotno je pak djelovanje ulja biljnog podrijetla pri čemu dolazi do porasta ukupne CLA, ali i do smanjenja sadržaja mliječne masti zbog porasta udjela *trans*-10 C18:1 i udjela *trans*-10, *cis*-12 CLA (Bauman i Griinari, 2001).

Osim dodatka masti, biljnih ulja i ulja morskih organizama, utvrđeno je da se na sastav masnih kiselina mlijeka može utjecati uvođenjem određene strategije hranidbe. Posebice su promjenama podložne masne kiseline preko 18 ugljikovih atoma. Na tablici 2 sažeto su prikazani rezultati nekoliko istraživanja o sadržaju *cis*-9, *trans*-11 18:2 u mliječnoj masti u ovisnosti o hranidbi. Tijekom pašnog razdoblja u zemljama s kontinentalnom klimom primijećen je veći sadržaj nezasićenih masnih kiselina u mlijeku

krava, naročito CLA, što se smatra upravo rezultatom napasivanja trava bogatih linolnom i linolenskom masnom kiselinom koje su prekursori u nastanku CLA. Posebno je zanimljiv utjecaj botaničkog sastava trava i vrste voluminoznog krmiva na

sastav masnih kiselina u mliječnoj masti krava. Na tablici 3. prikazan je sastav masnih kiselina u mlijeku krava hranjenih pretežito voluminoznim krmivima. Poznato je da u područjima s kontinentalnom klimom svježa trava sadrži od 1 do 3% masnih kiselina s 18

**Tablica 2. Prosječan sadržaj konjugirane linolne masne kiseline u mliječnoj masti krava u ovisnosti o hranidbi (podaci iz literature); n = broj uzoraka**

**Table 2. Average conjugated linoleic fatty acid content in cow milk fat depending on nutrition (data from literature) n= number of samples**

Podrijetlo - Origin (n)	Hranidba - Nutrition	Sadržaj Contents	mg/g	Literatura - Literature
Mlijeko - Milk (22)	50% koncentrat - 50% concentrate*	5,04	M	Jiang i sur., 1996
Mlijeko - Milk (22)	65% koncentrat - 65% concentrate*	11,28	M	Jiang i sur., 1996
Mlijeko - Milk (19)	65% koncentrat - 65% concentrate**	6,56	M	Jiang i sur., 1996
Mlijeko - Milk (12)	Paša /1 godina - Pasture/1 year	6,1	MK	Jahreis i sur., 1996
Mlijeko - Milk (12)	Ekološki uzgoj/1 god. - Ecological breeding/1 year	8,0	MK	Jahreis i sur., 1996
Maslac - Butter (927)	Držanje u staji - Cow shed keeping	4,5	MK	Precht i Molkentin, 1999
Maslac - Butter (236)	Prijelazno razdoblje - Transition period	7,6	MK	Precht i Molkentin, 1999
Maslac - Butter (593)	Paša - Pasture	12,0	MK	Precht i Molkentin, 1999

M - mast - fat; MK - masne kiseline - fatty acids

\*ograničena količina - limited amount; \*\* neograničena količina - unlimited amount

**Tablica 3. Sastav masnih kiselina u mlijeku krava hranjenih pretežno voluminoznim krmivom**

**Table 3. Fatty acids composition in milk of cows fed mostly roughage**

	Ispaša (nizinski pašnjaci) Pasture (lowland pastures)	Ispaša (planinski pašnjaci) Pasture (highland pastures)	Travna silaža Grass silage	Travna silaža i koncentrat Grass silage and concentrate	Kukuruzna silaža i koncentrat Maize silage and concentrate
Krmivo % ST* - Feed % DM	100	100	100	63	68
MK u mlijeku (g/kg masti) FA in milk (g/kg fat)					
C4	35	48	/	32	34
C6+C8	32	31	/	32	41
C10+C12	58	45	186**	73	82
C14	99	96	/	125	124
C16	258	249	278	356	327
C16:1	17	18	/	16	22
C18	114	108	103	99	81
C18:1	279	283	308	209	195
C18:2	26	45	/	15	22
C18:3	14	15	/	5	3

Podaci iz nekoliko istraživanja (Dhiman i sur., 1996; Kelly i sur., 1998; Collomb i sur., 2002)

Data from several investigation (Dhiman et al., 1996; Kelly et al., 1998; Collomb et al., 2002)

\* ST-suha tvar - ST - dry matter

\*\*ukupni sadržaj od C6-C14 - \*\*total content from C6-C14

ugljikovih atoma (najviše u proljeće i jesen). Od toga se 55 do 65% odnosi na  $\alpha$ -linolensku kiselinu, dok je udio  $\alpha$ -linolenske kiseline u travama tropskog područja manji (15 do 40%). Mliječna mast je i pri pašnom držanju relativno siromašna  $\alpha$ -linolenskom i linolnom masnom kiselinom (0,7 do 2,5%, odnosno 1 do 4%). Glavnina masnih kiselina u mlijeku krava na ispaši odnosi se na miristinsku (7 do 12%), palmitinsku (23 do 28%), stearinsku (9 do 13%) i jednostruko nezasićene masne kiseline (23 do 32%) među kojima je najvažnija oleinska masna kiselina. Ipak, istraživanja Khanala i sur., (2003) govore da pri prijelazu na pašu dolazi do prolaznog povećanja nekonjugiranih diena u mlijeku (linolna kiselina) te brzog povećanja triena (linolenska kiselina).

Nadalje, u istraživanjima Collomba i sur., (2002) utvrđeno je značajno povećanje linolenske i linolne masne kiseline u mlijeku krava (od 1,5 do 6,2%) na ispaši na visoko planinskim pašnjacima (1275 do 2120 m) u odnosu na srednje planinske i nizinske pašnjake (900 do 1210 m odnosno 600-650 m). Još uvijek se traže objašnjenja kako dolazi do ovog povećanja. Svakako bi trebalo razmotriti mogućnost nižeg stupnja biohidrogenacije vezano uz izmjenu mikroekološkog sustava buraga. Pri prijelazu na pašu utvrđeno je izrazito povećanje konjugiranih diena, naročito CLA, i to od 0,40 do 0,8% do 1,3 do 2,5%, dosegnuvši svoj maksimum peti dan nakon izгона na pašu. Istraživanja su pokazala da sadržaj CLA u mlijeku ovisi o vremenu provedenom na ispaši, odnosno o godišnjem dobu, te je njezin najveći udio u mlijeku u proljeće i jesen, što je u suglasju s promjenom u masnokiselinskom sastavu trava pojedinog godišnjeg doba (Bauchart i sur., 1984; Dhiman i sur., 1996; Stanton i sur., 1997). Još uvijek nema dostatnih podataka o tome kako travne smjese utječu na sastav *trans*- jednostruko nezasićenih masnih kiselina u mlijeku. Poznato je da sušenjem trava pada sadržaj masnih kiselina, a smanjuje se i udio  $\alpha$ -linolenske masne kiseline. Nasuprot tome, u travnim sjenažama, ako je proces siliranja pravilno izveden, sadržaj masnih kiselina ostaje uglavnom isti ili je nešto manji zbog naknadne fermentacije. Podaci o utjecaju travnih silaža na sastav masnih kiselina mlijeka, naročito onih s C18 ugljikovih atoma, su nedostatni.

Na temelju dosadašnjih istraživanja može se zaključiti da je pri hranidbi samo travnom sjenažom

sadržaj C18:1 masnih kiselina visok, no ukoliko je udio travne sjenaže u obroku manji, pada udio svih C18 masnih kiselina pa tako i C18:1 (tablica 3). Kod hranidbe isključivo travnom sjenažom svakako treba imati u vidu moguću mobilizaciju stearinske i oleinske kiseline iz masnih rezervi, jer su životinje ovakovom hranidbom najvjerojatnije bile pothranjene. Nadalje, silaža kukuruza je bogatija linolnom masnom kiselinom od sjenaže trava, jer zrno kukuruza koje čini 30 do 40% silaže, sadrži 60% linolne kiseline. Međutim, sastav masnih kiselina u mlijeku mijenja se ovisno o udjelu silaže kukuruza u obroku. Kod hranidbe kukuruznom silažom, u odnosu na hranidbu travnom silažom, raste udio C6 do C12, C16:1 i C18:2, a pada udio palmitinske, stearinske i *trans*-jednostruko nezasićenih masnih kiselina te CLA. Ipak, danas postoje hibridi kukuruza s visokim sadržajem oleinske kiseline koji povećavaju njezin udio u mlijeku bez utjecaja na sadržaj CLA. Bez obzira na razlike u sastavu masnih kiselina travne i kukuruzne silaže, njihov utjecaj na sadržaj višestruko nezasićenih masnih kiselina mlijeka je donekle podjednak, na što upućuju do sada raspoloživi podaci iz literature (Chilliard i sur., 2001). Treba napomenuti da je usporedba podataka iz literature prilično teška s obzirom da je sastav obroka u pojedinim istraživanjima različit.

## ZAKLJUČAK

Biohidrogenacija masnih kiselina u buragu kao i mehanizam endogene sinteze CLA daleko su od poznatog i od znanstvenog su interesa mnogih istraživanja. Ono što je poznato je to da se povećanjem udjela poželjnih masnih kiselina, naročito CLA, istovremeno povećava i udio nepoželjnih, *trans*-18:1 kiselina u mlijeku, ali se i smanjuje udio zasićenih masnih kiselina (C12:0 do C16:0). Stoga bi strategija hranidbe morala biti tako usmjerena da se povećaju ukupne višestruko nezasićene masne kiseline i CLA, a ujedno da razina *trans*-9 i *trans*-10 C-18:1 kiselina ostane ista ili smanjena. S obzirom da postoji visoka korelacija između CLA i ukupnih *trans* 18:1 ( $r = 0,98$ ), razumljivo je da taj cilj nije lako postići. Prema dosadašnjim spoznajama, spomenuti cilj je moguće postići uz pomoć određene strategije hranidbe i odabira krava i to:

- dodatkom pojedinih masti u obrok krava,
- vodeći računa o omjeru koncentrata u odnosu na voluminozna krmiva u obroku,
- što dužim boravkom na paši, ukoliko je to moguće i
- selekcijom životinja s manjim sadržajem masti u mlijeku.

Poštivajući navedene preporuke može se povećati hranidbena vrijednost mliječne masti. No, mijenjanjem obroka može doći i do promjena tradicionalnih značajki kravljeg mlijeka s obzirom na okus, boju i miris, a moguć je i utjecaj promijenjenog obroka na druge hranjive sastojke mlijeka, kao što su vitamini i minerali te na prerađivačku kakvoću mlijeka. Stoga su potrebna multidisciplinarna istraživanja koja će predvidjeti sve moguće promjene u sastavu mlijeka pod utjecajem određene hranidbe krava kako bi mlijeko zadržalo epitet visokovrijedne namirnice u prehrani ljudi.

#### LITERATURA

1. Ahnadi, C. E., N. Beswick, J. J. Kennelly, P. Lacasse (1998): Feeding protected and unprotected fish oil to dairy cows: III. Effect on mammary lipid metabolism. *J. Anim. Sci. (Suppl. 1)*, 76: 232.
2. Bauchart, R., R. Vérité, B. Rémond (1984): Long-chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. *Can. J. Anim. Sci.* 64 (Suppl.): 330-331.
3. Bauman D. E., J. M. Griinari (2001): Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.* 70:15-29.
4. Chilliard Y., M. Doreau, G. Gagliostro, Y. Elmeddah (1993): Addition de lipides protégés (encapsulés ou savons de calcium) à la ration de vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait. *INRA Prod. Anim.* 6: 1993-150.
5. Chilliard Y., A. Ollier (1994): Alimentation lipidique et métabolisme du tissu adipeux chez les ruminants. Comparaison avec les porcs et les rongeurs. *INRA. Prod. Anim.* 7: 293-308.
6. Chilliard Y., M. Doreau (1997): Effects of ruminal or post-ruminal fish oil supply on cow milk yield and composition. *Reprod. Nutr. Dev.* 37: 338-339.
7. Chilliard Y., A. Ferlay, R. M. Mansbridge, M. Doreau (2000): Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids: *Ann. Zootech.* 49:181-205.
8. Chilliard Y., A. Ferlay, M. Doreau (2001): Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cows's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Prod. Sci.* 70:31-48.
9. Collomb, M., U. Bütikofer, R. Sieber, B. Jeangros, J. O. Bosset (2002): Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands. Mountains and highlands of Switzerland using high-resolution gas chromatography. *Int. Dairy J.* 12: 649-659.
10. Dhiman, T. R., G. R. Anand, L. D. Satter, M. Pariza. (1996): Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.* 79: (Suppl. 1); 137.
11. Donovan, D. C., D. J. Schingoethe, R. J. Baer, J. Ryali, A. R. Hippen, S. T. Franklin (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.
12. Doreau M., Y. Chilliard, H. Rulquin, D. I. Demeyer (1999): Manipulation of milk fat in dairy cows. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*.
13. Franklin, S. T., K. R. Martin, R. J. Baer, D. J. Schingoethe, A. R. Hippen (1999): Dietary marine algae (*Schizochytrium* sp.) increases concentration of conjugated linoleic, docosahexaenoic and transvaccenic acids in milk of dairy cows. *J. Nutr.* 129: 2048-2052.
14. Grummer, R. R. (1991): Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74:3244-3257.
15. Harfoot, C. G., G. P. Hazlewood (1997): Lipid metabolism in the rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*, 382-426. Eds. P.N. Hobson i C.S. Stewart. Chapman and Hall, New York, NY.
16. Jahreis, G., J. Fritsche, H. Steinhart (1996): Monthly variation of milk composition with special regard to fatty acid depending on season and farm management system- conventional versus ecological. *Fett/Lipid* 98: 356-359.
17. Jiang, J., L. Bjoerk, R. Fonden, M. Emanuelson (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.
18. Jones D. F., W. P. Weiss, D. L. Palmquist (2000): Short communication: Influence of dietary tallow and fish oil on milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 83 : 2024-2026.
19. Khanal, R. C., T. R. Dhiman, R. L. Boman (2003): Influence of turning cows out to pasture on fatty acid profile in milk. *J. Dairy Sci.* 86:356.

20. Keady T. W. J., C. S. Mayne, D. A. Fitzpatrick (2000): Effects of supplementation of dairy cattle with fish oil on silage intake, milk yield and milk composition. *J. Dairy Res.* 67: 137–153.
21. Kelly, M. L., E. S. Kolver, D. E. Bauman, M. E. Van Amburgh, L. D. Muller (1998): Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1630–1636.
22. Matitashvili E., D. Bauman (2000): Effect of different isomers of C18:1 and C18:2 fatty acids on lipogenesis in bovine mammary epithelial cells. *J. Dairy Sci.* 83 (Suppl. 1): 165.
23. Palmquist, D. L., J. M. Griinari (2001): Dietary fish oil plus vegetable oil maximizes trans-18:1 and rumenic acids in milk fat. *J. Dairy Sci.* 84 (Suppl. 1): 1282.
24. Precht, D., J. Molkentin (1999): Analysis and seasonal variation of conjugated linoleic acid and further cis/trans-isomers of C 18:1 and C18:2 in bovine milk fat. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungs-berichte.* 51: 63-78.
25. Sauer, F. D., V. Fellner, R. Kinsman, J. K.G. Kramer, H. A. Jackson, A. J. Lee, S. Chen (1998): Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. *J. Anim. Sci.* 76: 906–914.
26. Stanton, C., F. Lawless, G. Kjellmer, D. Harrington, R. Devery, J. F. Connolly, J. Murphy (1997): Dietary influences on bovine milk cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.* 62:1083-1086.
27. Storry, J. E., P. E. Brumby, A. J. Hall, V.W. Johnson (1974): Responses in rumen fermentation and milk-fat secretion in cows receiving low-roughage diets supplemented with protected tallow. *J. Dairy. Res.* 41: 165-173.
28. Tanaka, K. (1970): The effect of type of dietary fat on milk fat secretion in cows. *Jpn. J. Zootechol. Sci.* 41: 254-261.
29. Van De Vossenberg, J. L. C. M., K. Joblin (2003): Biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids to stearic acid by a strain of *Butyviribrio hungatei* from the bovine rumen. *Letters in Appl. Microbiol.* 37: 424.
30. Waters, K. M., C.W. Miller, J. M. Ntambi (1997): Localization of a polyunsaturated fatty acid response region in stearoyl-CoA desaturase gene 1. *Bioch. Biophys. Acta* 1349: 33–42.

## SUMMARY

The influence of cow nutrition on the compositional change of bioactive fatty acid in cow's milk is presented. The hypothesis of negative effect of some fatty acids on human health has resulted in more research in many fields. As the unfavourable fatty acids are abundant in cow's milk, the scientists are making efforts to increase the favourable fatty acids at the same time striving to decrease unfavourable fatty acids in milk keeping the physical and other nutritional properties of milk to enhance the nutritional quality of milk fat and milk. This is not easy to achieve. The preconditions are good knowledge of the rumen physiology and metabolism of lipids in ruminants. Although the biohydrogenation pathways of fatty acids in the rumen are far from known and the influence of forage choice on fatty acid composition in milk fat, it has been established that particular nutrition could change the milk fat composition in a short time.

Key words: fatty acids, milk, cow, nutrition