

## UTICAJ OBROKA NA SMANJENJE PROCENTA MLEČNE MASTI

*G. Grubić, N. Đorđević, B. Stojanović \**

**Izvod:** Mast je komponenta mleka koja najviše varira. Dokazano je da na nju utiče niz fizioloških i faktora okoline. Putem ishrane se značajno može uticati na sadržaj, a donekle i na sastav mlečne masti. Najizrazitiji primer takvog uticaja je poznat pod nazivom depresija mlečne masti. Postoji više teorija koje objašnjavaju uzroke usled kojih ona nastaje. One mogu da se klasifikuju kao teorije koje govore: 1. da do depresije dolazi zato što mlečnoj žlezdi nedostaju prekursori za sintezu mlečne masti (nedostatak sirćetne kiseline,  $\beta$ -hidroksi buterne kiseline i uticaj insulina), i 2. da do depresije dolazi usled inhibicije jednog ili više koraka u toku sinteze masti u mlečnoj žlezdi (uticaj vitamina B<sub>12</sub> i trans- masnih kiselina). U radu je dato više informacija o pomenutim teorijama, uz posebni osvrt na onu koja ima izgleda da na univerzalni način objasni zbog čega dolazi do smanjenja procenta masti u mleku – teoriju biohidrogenacije trans- masnih kiselina u buragu. Pored toga, date su preporuke za održavanje procenta mlečne masti.

**Ključne reči:** depresija mlečne masti, razlozi nastajanja, preporuke.

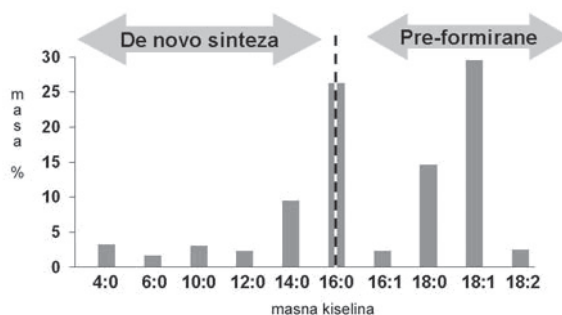
### **Razlozi zbog kojih dolazi do smanjenja procenta mlečne masti**

Mlečna mast je glavna energetska komponenta mleka koja takođe utiče na neke njegove fizičke osobine i kvalitet. Mast u kravljem mleku sastoji se od triglicerida koji sadrže mnoge masne kiseline. Masne kiseline, čiji ugljenikov lanac je dug od 4 do 14 C atoma, kao i jedan deo C<sub>16</sub>, nastaje sintezom (de novo) u mlečnoj žlezdi. Prekursori za tu sintezu su sirćetna i  $\beta$ -hidroksi buterna kiselina. Ostatak C<sub>16</sub> i kiseline dužeg lanca se preuzimaju iz krvotoka, odnosno od masnih kiselina koje su usvojene u crevima ili su poreklom iz telesnih rezervi masti. Mlečna mast je komponenta mleka koja najviše varira, a dokazano je da na nju utiče niz fizioloških i faktora okoline (Sutton, 1989, Grummer, 1991, Palmquist et al., 1993). Fiziološki faktori se pretežno odnose na promene u bilansu energije, dok je od spoljnih faktora ishrana svakako najvažniji. Putem ishrane se značajno može uticati na sadržaj, a donekle i na sastav mlečne masti. Najizrazitiji primer takvog uticaja je poznat pod nazivom sindrom niskog sadržaja mlečne masti (low fat milk syndrome), koji se još naziva i depresija mlečne masti (milk fat depression).

---

\* Goran Grubić, redovni profesor, dr Nenad Đorđević, vanredni profesor, mr Bojan Stojanović, asistent, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.

**Sl. 1.** Udeo masnih kiselina u sastavu normalne mlečne masti  
Fatty acid ratio in the composition normal milk fat



Depresija mlečne masti (DMM) je kompleksan biološki problem u kome ulogu imaju kako proces varenja tako i metabolizam krave. Do sada je objavljen čitav niz teorija koje objašnjavaju ovu pojavu, ali se ne može reći da je ijedna od njih sasvim rasvetlila sve razloge zbog kojih se ona javlja.

Najstarije pominjanje DMM je iz 1845, kada je Boussingault zapazio da je smanjen procenat mlečne masti kod muznih krava koje su hranjene obrocima u kojima je bila zastupljena repa (prema Van Soest-u, 1994). Tada je istovremeno nastala i prva teorija o nastanku DMM, koja u sažetoj formi glasi: da obroci sa malim sadržajem masti smanjuju procenat masti u mleku. Daljim razvojem nauke o ishrani, kasnije je zapaženo da mnogi drugi obroci, od kojih neki imaju značajnije zastupljenu mast, takođe dovode do DMM. Postalo je jasno da ova prva teorija ne objašnjava adekvatno prave uzroke za nastajanje DMM.

Tokom 20-tog veka značajna pažnja je posvećena ovom problemu tako da se došlo do daljeg razvoja teorija o uzrocima DMM (Bauman and Griinari. 2001). Te teorije mogu uslovno da se grupišu u dve grupe: (1) one koje govore da do DMM dolazi zbog toga što mlečnoj žlezdi nedostaju prekursori za sintezu mlečne masti (nedostatak sirćetne kiseline,  $\beta$ -hidroksi buterne kiseline i uticaj insulina); (2) one koje govore da do DMM dolazi usled inhibicije jednog ili više koraka u toku sinteze masti u mlečnoj žlezdi (uticaj vitamina B<sub>12</sub> i trans- masnih kiselina).

### Sirćetna kiselina

Jedna od najšire prihvaćenih je teorija da DMM nastaje zbog toga što u mlečnu žlezdu ne dolazi dovoljno sirćetne kiseline, koja je osnovni prekursor za sintezu mlečne masti. Prvi su o tome pisali Tyznik i Alen (1951), a zatim je ova teorija postala široko prihvaćena i opisana je u svakoj knjizi koja se bavi ishranom goveda. Teorija se zasniva na činjenici da obroci sa visokim udelom koncentrata i niskim udelom kabaste hrane dovode do promena u toku fermentacije ugljenih hidrata u buragu, odnosno do toga da se smanjuje količina stvorene sirćetne kiseline, a povećava udeo propionske. Sličan efekat ima i preterano usitnjavanje kabaste hrane (mlevenje i peletiranje). Ovo je dokazano u

brojnim istraživanjima (Van Soest, 1963, Davis i Brown, 1970, Sutton, 1985), a iz njih su proizašle i odgovarajuće preporuke u pogledu zastupljenosti vlakana u obroku. Takođe, došlo je do stvaranja pojma „efektivna vlakna“ kao i do normativa za njihovu optimalnu zastupljenost u obrocima za muzne krave (Grubić i sar. 1997; Grubić i sar. 1999; Stojanović i sar. 2002).

Davis i Brown (1970) su detaljno proučili ovaj problem kroz sopstvena, ali i analizom ispitivanja drugih istraživača. Oni su zapazili da infuzija dodatnih količina sirćetne kiseline u burag, kod grla koja dobijaju visokokcentrovan obrok (50 ili više % koncentrata), nema izrazito povoljan uticaj na procenat mlečne masti. Njihov Zaključak je bio da sam za sebe deficit sirćetne kiseline nije dovoljan razlog za nastajanje DMM. U većini istraživanja koja su se bavila ovim problemom upoređivana je molarna proporcija sirćetne kiseline (u tečnom sadržaju buraga) sa procentom mlečne masti. Međutim, molarna proporcija (relativni udeo) sirćetne kiseline izražena je u odnosu na ostale kiseline, iz čega se zapravo ne vidi ukupna količina te kiseline koja se stvara u buragu. Kod visokokcentrovanih obroka dolazi do stvaranja veće količine propionske kiseline, dok se količina sirćetne kiseline zapravo ne menja. Postoje istraživanja (Bauman i Griinari, 2003) koja jasno pokazuju da pri ishrani krava normalnim i visokokcentrovanim obrocima u buragu nastaje slična količina sirćetne kiseline – ali pošto je uvećana produkcija propionske, kada se njihov udeo izrazi kroz procenat (molarne proporcije) onda izgleda da u sadržaju buraga ima manje sirćetne. Sve ovo ukazuje na to da teorija o nedovoljnoj količini sirćetne kiseline ne može da se uzme kao pravo objašnjenje za nastanak DMM, čak i kada se krave hrane visokokcentrovanim obrocima.

### **β–hidroksi buterna kiselina**

Ovu teoriju su prvi opisali Van Soest and Allen (1959). Ona se zasniva na anti-ke-togenom dejstvu propionske kiseline. Visokokcentrovan obroci dovode do stvaranja povećane količine propionske kiseline u buragu što dovodi do smanjenja sinteze ketona u jetri, a time i β–hidroksi buterne kiseline, koja je pored sirćetne takođe prekursor za sintezu mlečne masti. Kasnija istraživanja nisu potvrdila ovu teoriju, posebno pošto je ustanovljeno da β–hidroksi buterna kiselina učestvuje najviše do 8% kao donor ugljenika za sintezu mlečne masti (Palmquist et al., 1969). To otkriće je pokazalo da nije verovatno da do DMM dolazi usled nedostatka β–hidroksi buterne kiseline.

### **Insulin**

Ovu teoriju su prvi predložili McClymont i Vallance (1962). Insulin ima snažan stimulativan uticaj na brzinu stvaranja lipida u masnom tkivu i inhibitoran uticaj na njihovo razlaganje. Međutim, metabolizam masti u mlečnoj žlezdi nije pod uticajem promena udela insulina u krvi. Kada obroci za krave sadrže veći procenat svarljivih ugljenih hidrata i malo vlakana dolazi do stvaranja veće količine propionske kiseline, što dovodi do povećanog udela glukoze u krvi. To deluje stimulatивно na lučenje insulina. Visokokcentrovan obroci dovode do veće produkcije propionske kiseline, a time stimulišu

bržu glukoneogenezu u jetri (Bauman i Griinari, 2000). Ovi obroci dovode do značajnog povećanja koncentracije insulina u krvi (za 2-5 puta), usled čega se smanjuje oslobađanje masnih kiselina iz masnog tkiva krave. Drugim rečima, sirćetna i  $\beta$ -hidroksi buterna kiselina se tada koriste za sintezu masnog tkiva, a ne za stvaranje mlečne masti. Ova teorija je bila prilično široko prihvaćena, međutim, neka istraživanja (Griinari et al., 1998; Bauman i Griinari, 2003) su pokazala da povećana koncentracija insulina ne dovodi do DMM. Promene u udelu insulina su pre svega rezultat promena u bilansu energije u organizmu krave, ali izgleda da nisu uzrok za nastajanje DMM.

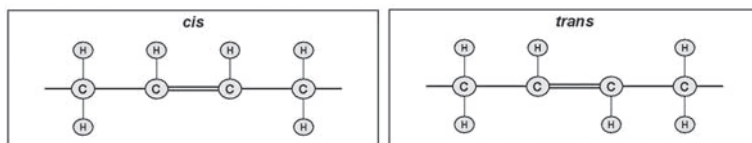
### Vitamin B<sub>12</sub>

Sledeća teorija odnosi se na nedovoljnu zastupljenost vitamin B<sup>12</sup> ili kobalta u obroku. Ovaj vitamin je neophodan za metabolizam propionske kiseline u jetri, kao i pri de novo sintezi masnih kiselina potrebnih za stvaranje masti u mlečnoj žlezdi. Kod grla hranjenih visokokoncentrovanim obrocima primećena je smanjena sinteza vitamina B<sub>12</sub> u buragu. Kada je osnovni produkt fermentacije u buragu propionska kiselina, vitamin B<sub>12</sub> bi mogao da bude ograničavajući faktor za sintezu mlečne masti (Elliot, 1980).

### Trans- masne kiseline i biohidrogenizacija

U novije vreme sve veća pažnja se posvećuje teoriji po kojoj su za pojavu DMM odgovorne trans- masne kiseline C<sub>18:1</sub> (izomer linolne kiseline), koje nastaju kao intermediarni produkti biohidrogenizacije (zasićenja) nezasićenih masnih kiselina u buragu. Ovaj oblik masnih kiselina nastaje delovanjem mikroorganizama, a trans-11 C<sub>18:1</sub> je najviše zastupljen oblik.

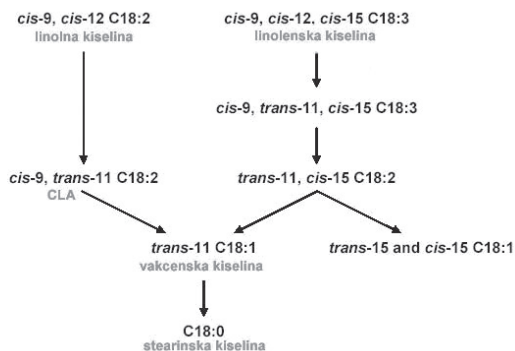
SI .2. Prikaz *cis*- i *trans*- orijentacije molekula masnih kiselina (Lock i sar. 2004)  
Image of the *cis*- and *trans*- orientation of fatty acids (Lock et al. 2004)



Osnovne masne kiseline koje podležu biohidrogenaciji u buragu su linolna i linolenska. Orijetaciono, 70-95% linolne i 85-100% linolenske kiseline podleže hidrogenaciji (Doreau i Ferlay, 1994; Beam et al., 2000; Bauman et al, 2003). Postoji veliki broj jedinjenja koja mogu da budu krajnji produkti ovog procesa, ali u najvećoj meri to je cis-9, trans-11 konjugovana linolna kiselina koja se u literaturi danas najčešće pominje u vidu skraćenice – CLA (conjugated linoleic acid). CLA je termin koji se kolektivno koristi za mešavinu pozicionih i geometrijskih izomera linolne kiseline (linoleic acid, LA, C<sub>18:2</sub>)

koji imaju dvostruku vezu na pozicijama 8 i 10, 9 i 11, 10 i 12 ili 11 i 13 (Eulitz et al., 1999). CLA nastaje u buragu (slika 3) kao rezultat nepotpune biohidrogenacije linolne kiseline (Kepler, 1966; Chin et al., 1992). CLA je, pokazalo se, veoma značajno jedinjenje za ljudsko zdravlje (Grubić i sar. 2005)

**Sl. 3.** Biohidrogenacija linolne i linolenske kiseline u buragu (Bauman i sar. 2003)  
 Biohydrogenation of linoleic and linolenic fatty acid in the rumen  
 (Bauman et al. 2003)



Kada je ustanovljeno da CLA ima pozitivno dejstvo na ljudsko zdravlje započelo se sa istraživanjima u cilju da se poveća njihova zastupljenost u mlečnoj masti. Tom prilikom je ustanovljeno da pri dodavanju CLA u obrok veoma brzo može da dođe do smanjenja ukupnog procenta mlečne masti (Chouinard et al., 1999; Loor and Herbein, 1998). Baumgard et al., (2002) navode da je uticaj CLA na smanjenje procenta mlečne masti očigledan već 24 h posle prvog unošenja CLA izomera dodatih u obrok. Isto tako, kada se prestane sa dodavanjem CLA procenat masti se vraća na normalan nivo u roku od par dana.

Davis and Brown (1970) su prvi zapazili da trans- masne kiseline mogu direktno da deluju depresivno na sintezu mlečne masti. Sledeće značajno otkriće objavili su Moore and Williams (1963), da je oblik trans-10 C18:1 dominantan izomer prisutan u mlečnoj masti kod krava koje ispoljavaju sindrom pada sadržaja mlečne masti, hranjenih obrokom sa malim udelom kabaste hrane i pamukovim semenom. Story i Rook (1965) su zapazili istu pojavu kod krava hranjenih klasičnim visokokoncentrovanim obrokom. Sa daljim istraživanjima postalo je jasno da se DMM direktno može povezati sa povećanjem zastupljenosti trans-10, cis-12 CLA u mlečnoj masti (Griinari et al., 1995; Griinari et al., 1997). Analize obavljene na Cornell univerzitetu u SAD pokazale su da se DMM ne vezuje za ukupnu količinu trans- masne kiseline, već za određeni sastav izomera (Griinari et al., 1998).

Ustanovljeno je da svi izomeri koji se zbirno nazivaju CLA nemaju isto dejstvo na procenat mlečne masti. Bauman et al., (2001) navode da je izomer koji dovodi do ovog fenomena trans-10, cis-12, dok cis-9, trans-11, koji ima izraženo dejstvo na ljudsko zdravlje, ne dovodi do njega. Zbog toga se ne može generalno reći da CLA ima negativno

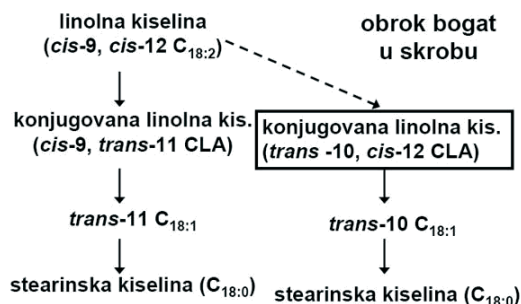
dejstvo na procenat mlečne masti, već da ga ima samo jedan od tih izomera (trans-10, cis-12). Isto su potvrdila i druga istraživanja (Newbold et al., 1998, Piperova et al., 2000).

U prikazu o DMM izazvanoj ishranom, Bauman i Griinari (2003) navode sledeće činjenice: (1) Promene koje nastaju odnose se samo na mlečnu mast – njen procenat može da se prepolovi, a da količina proizvedenog mleka i ostalih komponenata ostane skoro nepromenjena. (2) Prinos svih masnih kiselina se smanjuje, ali je opadanje najveće za kiseline kraćeg C lanca koje se de novo sintetizuju u mlečnoj žlezdi. Usled toga sastav mlečne masti se menja u pravcu smanjenog udela masnih kiselina kratkog i srednje dugog lanca, a povećane koncentracije masnih kiselina dugog lanca. (3) Promena u mikrobijalnoj fermentaciji u buragu, uz promenu odnosa sirćetne i propionske kiseline je veoma važna za nastajanje DMM. (4) Da bi došlo do DMM neophodno je da u obroku budu zastupljene nezasićene masne kiseline, a put njihove biohidrogenacije u buragu mora da bude izmenjen.

U određenim uslovima ishrane deo linolne kiseline prolazi put biohidrogenacije koji podrazumeva nastajanje trans-10 C<sub>18:1</sub> – na istom putu nastaje i trans-10, cis-12 CLA, a ustanovljeno je da se procenat tog izomera značajno povećava u mlečnoj masti krava koje pokazuju simptome DMM. Ustanovljena je snažna korelacija između opadanja procenta mlečne masti i udela trans-10, cis-12 CLA kod krava koje su dobijale visokokonzentrovane ili obroke sa većim udelom biljnih ulja (Bauman i Griinari, 2001). To je osnov „teorije biohidrogenacije” koja objašnjava da su pri pojavi DMM uvek povezana sledeća tri faktora: 1. izmenjena sredina u buragu, 2. prisustvo nezasićenih masti u obroku i 3. specifični intermedijarni izomeri masnih kiselina koji nastaju u buragu. Ti izomeri (trans-10 C<sub>18:1</sub> i trans-10, cis-12 CLA) su snažni inhibitori sinteze mlečne masti. Koliko su snažni vidi se iz činjenice da povećanje količine od samo 3-4 g trans-10, cis-12 može da smanji proizvodnju mlečne masti za 25% (Baumgard et al., 2000). Uzroci za tu pojavu mogu da budu razni: loš kvalitet silaže, probiranje hrane iz miks obroka ili obroci sa povećanim udelom biljnih ulja („sojin griz“). Takođe i povećano konzumiranje SM obroka može da dovede do toga da povećana količina intermedijarnih produkata biohidrogenacije prođe do mesta usvajanja (Overton i Bauman, 2003)

#### Sl. 4. Put biohidrogenacije linolne kiseline u buragu kada je obrok krave bogat u koncentratima

Biohydrogenation path of linoleic acid in the rumen when cow diet is rich in concentrates



„Teorija biohidrogenizacije” izgleda da nudi univerzalno objašnjenje uzroka koji dovede do DMM. Svakako, to će još morati da se dodatno verifikuje kroz dodatne eksperimente. Međutim, već u ovoj fazi ova teorija nudi neke mogućnosti od potencijalno velikog značaja za proizvodnu praksu. Već sada je izvesno da, ako dođe do DMM usled ishrane, sastav kiselina u mastima tog mleka biva izmenjen. To praktično znači da analiza sastava mlečne masti može da ukaže da li je do DMM došlo usled ishrane ili nekog drugog razloga.

### Preporuke za održavanje procenta mlečne masti

U našim ranijim radovima sumirani su uticaji različitih ishrambenih faktora na procese u buragu, kao što su vlakna (Adamović i sar. 1995; Grubić i sar. 1997; Grubić i sar. 1999; Stojanović i sar. 2002), skrob (Grubić i sar. 1995 i Grubić, 1998), kao i njihov uticaj na procenat mlečne masti (Adamović i Grubić, 1998; Đorđević i sar. 2003; Grubić i sar. 2005). Kako se ne bi ponavljalo ono što je ranije već objavljeno, biće data sumarna tabela (1) u kojoj je prikazan skup činilaca koji mogu da dovedu do smanjenja procenta mlečne masti. Pored njih, prikazane su i preporuke na koji način se može reagovati ukoliko do toga dođe.

**Tab. 1.** Ishrambeni činioci koji mogu da smanje procenat mlečne masti i preporuke za praktičnu ishranu  
Nutritional factors that may decrease milk fat content and recommendations for practical feeding

Uticaj u obroku Factor in the diet	Korekcija Corection
<b>Veličina odsečka silaže</b> Silage particle size	<b>Smanjenje odsečka smanjuje %MM. Bolje je da je između 2 i 3 cm</b> Decrease in size decreases %MF. It is better when they are 2 to 3 cm.
<b>Skrob u višku</b> Excess starch	<b>Obroci sa većim sadržajem visoko svarljivog skroba smanjuju %MM, zato ih treba korigovati u pravcu optimalnog udela skroba.</b> Diets with excess starch decrease %MF, they should be corrected to obtain optimal starch content
<b>Nedovoljno kabaste hrane</b> Deficient forage	<b>Soda bikarbona (50-150 g/dan) i magnezijum oksid (50-100 g/dan) dodaju se ako se daje 6 i više kg koncentrata. Davanje bentonita ili zeolita (do 5% u koncentratu)</b> Sodium bicarbonate (50-150 g/day) and magnesium oxide (50-100 g/day) added if more than 6 kg concentrate is in the diet. Adding bentonite or zeolite (to 5% in concentrate)

<p><b>Nedovoljno efektivnog vlakna</b> Deficient effective fiber</p>	<p><b>Davanje najmanje 2,5 kg sena pune dužine na dan. Davanje suvih sojinih mahuna</b> Feeding at least 2,5 kg long hay per day. Dry soy hulls can also be good.</p>
<p><b>Loše mešanje miks obroka, neke krave dobijaju sitniju a druge krupniju hranu</b> Bad mixing of the TMR, some cows receive coarse diet and some fine feeds</p>	<p><b>Bolje mešanje miks obroka</b> Better mixing of the rations</p>
<p><b>Nedostatak vitamina B<sub>12</sub></b> Deficient vitamin B<sub>12</sub></p>	<p><b>Dodavanje Co ili B<sub>12</sub> kroz premiks.</b> Adding Co or B<sub>12</sub> trough premix</p>
<p><b>Broj hranjenja</b> Number of feeding</p>	<p><b>Hraniti više puta na dan. Prvo davati seno pa ostale komponente obroka</b> Feed several times per day. First give hay then other components of the diet</p>
<p><b>Konzumiranje obroka</b> Diet intake</p>	<p><b>Treba da bude maksimalno (na početku laktacije 3-4%TM).</b> It should be maximal (3-4%BW in fresh cows).</p>
<p><b>Prisustvo nezasićenih masti u obroku</b> Presence of unsaturated fats in the diet</p>	<p><b>Veća količina biljnog ulja (sojinog ili suncokretovog) deluje depresivno, zato ih treba vrlo oprezno koristiti.</b> Large quantity of vegetable oils (soybean or sunflower) has depressive effects; they should be used very carefully.</p>

## Literatura

1. Adamović, M., Grubić, G. (1998): Uticaj ishrane na sastav mleka. Arhiv za poljoprivredne nauke, 208, 9, 1 – 2, 23 – 39. Beograd.
2. Adamović, M., Sretenović, Lj., Stoićević, Lj., Jovanović, R., Grubić, G. (1995): Frakcije sirovih vlakana u obrocima za mlečne krave. Zbornik radova savetovanja: "Proizvodnja mleka i meda", 42-47. Banja Koviljača.
3. Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2001): Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. Livestock Prod. Sci., 70, 15-29.
4. Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2003): Nutritional regulation of milk fat synthesis. Ann. Rev. Nutr., 23, 203-227.
5. Bauman, D.E., Perfield III, J.W., De Veth, M.J., Lock, A.L. (2003): New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. Proc. Cornell Nutr. Conf. 175-189. Ithaca, New York.
6. Bauman, D.E., Peterson, D.G., Corl, B.A., Baumgard, L.H., Perfield II.J.W. (2001): Update on conjugated linoleic acids (CLA). Proc. Cornell Nutr. Conf. 170-178. Ithaca, New York.



7. Baumgard, L.H., Corl, B.A., Bauman, D.E. (2000): Effect of CLA isomers on fat synthesis during growth and lactation. Pages 180-190 in Proc. Cornell Nutr. Conf. Cornell Univ., Ithaca, NY.
8. Baumgard, L.H., Corl, B.A., Dwyer, D.A., Sæbø, A., Bauman, D.E. (2000): Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. Am. J. Physiol., 278, 179-R184.
9. Baumgard, L.H., Moore, C.E., Bauman, D.E. (2002): Potential application of conjugated linoleic acids in nutrient partitioning. Proc. Southwest Nutr. Conf. 127-141, Tucson, Arizona.
10. Beam, T.M., Jenkins, T.C., Moate, P.J., Kohn, R.A., Palmquist, D.L. (2000): Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. J. Dairy Sci., 83, 2564-2573.
11. Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992): Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. J. Food Compos. Anal., 5, 185-197.
12. Chouinard, P.Y., Corneau, L., Barbano, D.M., Metzger, L.E., Bauman, D.E. (1999): Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. J. Nutr., 129, 1579-1584.
13. Davis, C.L., Brown, R.E. (1970): Low-fat milk syndrome. In: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. A.T. Phillipson, ed. Oriel Press Limited, Newcastle upon Tyne, UK, 545-565.
14. Đorđević, N., Dinić, B., Grubić, G., Aleksić, D., Glamočić, D. (2003): Uticaj korišćenja različitih vrsta silaža na produkciju i hemijski sastav mleka. Mlekarstvo, 24, 842-849. Beograd.
15. Doreau, M., Ferlay, A. (1994): Digestion and utilization of fatty-acids by ruminants. Anim. Feed Sci. Technol., 45, 379-396.
16. Elliot, J.M. (1980): Propionate metabolism and vitamine B12. Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Ed. Y. Ruckebush, P. Thivend. MTP Press. Lancaster. England.
17. Eulitz, K., Yurawecz, M.P., Sehat, N., Fritsche, J., Roach, J.A.G., Mossoba, M.M., Kramer, J.K.G., Adlof, R.O., Ku, Y. (1999): Preparation, separation, and confirmation of the eight geometrical cis/trans conjugated linoleic acid isomers 8,10 through 11, 13- 18:2. Lipids 34, 873-877.
18. Griinari, J.M., Chouinard, P.Y., Bauman, D.E. (1997): Trans fatty acid hypothesis of milk fat depression revisited. Proc. Cornell Nutr. Conf., 208-216.
19. Grubić, G. (1998): Uloga skroba u obrocima za visoko proizvodne krave. Savremena poljoprivreda, 1-2, 181-187, Novi Sad.
20. Grubić, G., Aleksić, D., Pavličević, A. (1995): Odnos kabaste i koncentrovane hrane u ishrani krava visoke mlečnosti. Odbor za govedarstvo i proizvodnju stočne hrane. 18.05.1995. Novi Sad. Poljoprivredne aktuelnosti, 3-4, 68-75. (1996) Institut za primenu nauke u poljoprivredi. Beograd.
21. Grubić, G., Đorđević, N., Glamočić, D., Stojanović, B., Adamović, O. (2005): Uticaj ishrane krava na sintezu nekih sastojaka mlečne masti. Simpozijum Mleko i proizvodi od mleka. Biotehnologija u stočarstvu. 21, Poseban broj. 29-41, Beograd.

22. Grubić, G., Pavličević, A., Koljajić, V., Adamović, M., Sretenović Lj., Stoićević, Lj., Đorđević, N., Jovanović, R. (1997): Optimalne potrebe i mogućnost obezbeđivanja sirovih vlakana u obrocima za visoko mlečne krave. XI Savetovanje agronoma i tehnologa PKB INI Agroekonomik. Zbornik naučnih radova, 3, 1, 367-375. Arandelovac
23. Grubić, G., Pavličević, A., Koljajić, V., Đorđević, N. (1999): Fizičke osobine vlakana u obrocima za krave. Savremena poljoprivreda, 49, 3-4, 47-53. Novi Sad.
24. Grummer, R.R. (1991): Effect of feed on the composition of milk fat. J. Dairy Sci., 74, 3244-3257.
25. Kepler, C.R., Hirons, K.P., McNeill, J.J., Tove, S.B. (1966): Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. J. Biol. Chem., 241, 1350-1354.
26. Lock, A.L., Perfield II, J.W., Bauman, D.E. (2004): Trans fatty acids in ruminant-derived foods: fact and fiction. Proc. Cornell Nutr. Conf., 123-134. Ithaca, New York.
27. Looor, J.J., Herbein, J.H. (1998): Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk fat concentration and yield by inhibiting de novo fatty acids synthesis. J. Nutr, 128, 2411-2419.
28. McClymont, G.L., Vallance, S. (1962): Depression of blood glycerides and milkfat synthesis by glucose infusion. Proc. Nutr. Soc. 21, XLI-XLII. (Abstr.).
29. Moore, J.H., Williams, D.L. (1963): Effect of fat and fibre in the diet of the cow on the proportion of cis- and trans-octadecenoic acid (18:1) in the milk fatty acids. National Institute for Research in Dairying Report 1963. 128. (Abstr.).
30. Newbold, J.R., Robertshaw, K.K., Morris, H.W. (1998): Associations between concentrations of fat and intermediates of ruminal biohydrogenation in milk of dairy cows. Proc. Br. Soc. Anim. Sci., 1998, 224. (Abstr.).
31. Overton, T.R., Bauman, D.E. (2003): Troubleshooting low fat test using conjugated linoleic acid. 89-92 in Proc. Four-State Applied Nutr. And Management Conf., LaCrosse, WI.
32. Palmquist, D.L., Beaulieu, A.D., Barbano, D.M. (1993): Feed and animal factors influencing milk fat composition. J. Dairy Sci., 76, 1753-1771.
33. Palmquist, D.L., Davis, C.L., Brown, R.E., Sachan, D.S. (1969): Availability and metabolism of various substrates in ruminants. V. Entry rate into the body and incorporation into milk fat of D(-)-b-hydroxybutyrate. J. Dairy Sci., 52, 633-638.
34. Piperova, L.S., Teter, B.B., Sampugna, J., Yurawecz, M.P., Bruckental, I., Erdman, R.A. (2000): Dietary milk fat depression and trans-18:1 and CLA isomer distribution in milk of lactating cows. J. Dairy Sci., 83, 1, 277.(Abstr.).
35. Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N. (2002): Hranidbene karakteristike vlakana u obrocima za krave. XV Inovacije u stočarstvu. Biotehnologija u stočarstvu, 18, 5-6., 221-229. Beograd.
36. Storry, J.E., Rook, J.A.F. (1965): The effects of a diet low in hay and high in flaked maize on milk-fat secretion and on the concentration of certain constituents in blood plasma. Br. J. Nutr., 19, 101-109.
37. Sutton, J.D. (1985): Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. J. Dairy Sci., 68, 3376-3393.

38. *Sutton, J.D. (1989):* Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72, 2801-2814.
39. *Tyznik, W., Allen, N.N. (1951):* The relation of roughage intake to the fat content of the milk and the level of fatty acids in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 34, 493 (Abstr.).
40. *Van Soest, P.J., Allen, N.N. (1959):* Studies on the relationships between rumen acids and fat metabolism of ruminants fed on restricted roughage diets. *J. Dairy Sci.*, 42, 1977-1985.
41. *Van Soest, P.J. (1963):* Ruminant fat metabolism with particular reference to factors affecting low milk fat and feed efficiency. A review. *J. Dairy Sci.*, 46, 204-216.
42. *Van Soest, P.J. (1994):* Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY.

## THE INFLUENCE OF THE DIET ON MILK FAT DEPRESSION

*G. Grubić, N. Đorđević, B. Stojanović \**

### Summary

Fat is the milk component with greatest variability. It is confirmed that many factors have influence on it, both physiological and environmental. Nutrition has significant influence on milk fat content and somewhat its composition. The most extreme example of this influence is called milk fat depression. There are several theories which try to explain the reasons why it occurs. They may be classified as: 1. theories which explain that fat depression happens due to decrease in precursors for milk fat synthesis (deficits of acetic acid,  $\beta$ -hydroxybutirate and influence of insulin), 2. theories that it occurs because there is inhibition in one or more steps in the milk fat synthesis in the udder (vitamin B<sub>12</sub> and trans-fatty acids). There is more information about these theories in the paper, with special emphasis given to the one which may give the universal explanation for milk fat depression – theory of trans-fatty acid biohydrogenation in the rumen.

**Key words:** milk fat depression, reasons for occurrence, recommendations.

---

\* Goran Grubić, Prof. Ph.D, Nenad Đorđević, Prof. Ph.D., Bojan Stojanović M.Sc., Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade.