

MASNO-KISELINSKI SASTAV TOKOM LAKTACIJE I ZDRAVSTVENI ZNAČAJ OVČIJEG MLIJEKA

Amina Hrković-Porobija¹, Alma Rustempašić², Lejla Velić³, Benjamin Čengić³,
Vinko Batinić⁴

Originalan naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Podaci o profilu masnih kiselina presudni su za proizvodnju i promociju ovčijeg mlijeka i derivata mliječnih proizvoda. Ovčije mlijeko je interesantan i ekonomski zanimljiv proizvod koji ima veoma važnu ulogu u prehrani stanovništva. Konzumiranje ovčijeg mlijeka raste zbog njegove prehrambene vrijednosti, ali i raznolikosti proizvoda koji se dobiju od njega. Hemijski sastav proizvoda animalnog porijekla, naročito sadržaj pojedinih sastojaka kao što su masne kiseline, godinama privlači veliku pažnju stručnjaka upravo zbog njihovog utjecaja na ljudsko zdravlje. Cilj istraživanja bio je utvrditi masno-kiselinski sastav ovčijeg mlijeka tokom laktacionog perioda sa osvrtom na zdravstveni značaj mlijeka. Istraživanje je provedeno tokom laktacije na ukupno 40 uzoraka ovaca pasmine pramenka u periodu juli (I) i august (II). U mlijeku je određena koncentracija 24 masne kiseline. Medijane vrijednosti većine zasićenih masnih kiselina u mlijeku bile su manje u II u odnosu na I uzorkovanje, što je u slučaju kiseline C6:0 do C15:0 bilo veoma visoko statistički značajno. Suprotno je utvrđeno za C18:0 čije su medijane vrijednosti u mlijeku bile visoko značajno veće u II uzorkovanju. Mononezasićene kiseline su sa druge strane, utvrđene u većim količinama u II u odnosu na I uzorkovanje, ali je razlika bila statistički značajna samo kod kiseline C18:1 cis-9. Obrnuto je utvrđeno za kiselinu C18:1 trans-11 čija je medijana vrijednost numerički bila manja u II uzorkovanju. Kod polinezasićenih masnih kiselina nije postojao jasan trend razlika između dva uzorkovanja, osim kod kiseline C18:3n-3 čija je medijana vrijednost bila značajno manja u II u odnosu na I uzorkovanje. Razlike su smatrane statistički značajnim na nivou $p < 0,05$, $p < 0,01$ i $p < 0,001$.

Ključne riječi: *ovca, masno-kiselinski sastav, mlijeko, zdravstveni značaj*

¹ University of Sarajevo, Veterinary faculty of Sarajevo, Department of Chemistry, Biochemistry and Physiology, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Sciences, Department of Animal Breeding, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

³ University of Sarajevo, Veterinary faculty of Sarajevo, Department of Microbiology with Immunology and Infectious Diseases of Animals with Epizootiology, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

⁴ University of Mostar, Faculty of Agriculture and Food technology, Biskupa Čule bb, 88 000 Mostar, Bosna i Hercegovina
Korespondencija: Amina Hrković – Porobija, amina.hrkovic@vfs.unsa.ba

UVOD

Hemijski sastav proizvoda animalnog porijekla, naročito sadržaj pojedinih sastojaka kao što su masne kiseline, godinama privlače pažnju stručnjaka zbog njihovog utjecaja na ljudsko zdravlje. Masne kiseline predstavljaju reaktivni dio molekula masti, pa je neophodno poznavanje njihovih hemijskih i fizičkih karakteristika. Postoji stalna izmjena masnih kiselina u membranama ili u adipoznom tkivu i masnih kiselina iz cirkulacije. Masne kiseline daju mlijeku i proizvodima od mlijeka karakterističnu aromu. One su također prekursori sastojaka kao što su estri, ketoni, laktoni koji su važni u davanju arome proizvodima. Neupitno je značajno sudjelovanje mlijeka i mliječnih proizvoda u odnosu na prehrambene potrebe ljudi za energijom, visokokvalitetnim proteinima, bitnim mineralima i vitaminima (Rooke i sar., 2010). Na profil masnih kiselina mliječne masti utječu brojni genetski, fiziološki i faktori okoline kao i njihove interakcije. Izuzetna hranjiva vrijednost mliječnih proizvoda u visokoj je korelaciji sa kvalitetom mliječne masti. Triacilgliceroli mliječne masti, koji najvećim dijelom čine mliječnu mast, sintetiziraju se iz više od 400 različitih masnih kiselina (MK), što mlijeko čini jednim od najkompleksnijih prirodnih masti (Parodi, 2004). Najzastupljenije masne kiseline u ovčijem mlijeku su miristinska (C:14), palmitinska (C:16) i C18:1, u kombinaciji sa maslačnom (C4:0) i kapronskom (C6:0) masnom kiselinom. Najznačajnije promjene u metabolizmu ovaca događaju se tokom prvog dijela laktacije, gdje zbog povećane energetske potrebe ovce mogu ući u negativnu energetska bilancu (Walsh i sar., 2011). Iskorištavanje energetske rezervi odražava se na sadržaj mliječne masti (Bauman i sar., 2006), odnosno na masnokiselinski sastav i međusobne omjere između pojedinih masnih kiselina (Ducháček i sar., 2014). Mliječna mast, međusobni odnos mliječne masti i proteina te masnokiselinski sastav mlijeka uobičajeno se preporučuje za određivanje nivoa energetske ravnoteže (Gross i sar., 2011). Pet najvažnijih masnih kiselina u kvantitativnom smislu (C10:0, C14:0, C16:0, i C18:0, C18:1) čine više od 70 % ukupnih masnih kiselina u mliječnoj masti. Konzumirane u umjerenim količinama u hrani one zapravo mogu smanjiti nivo lipida više nego ulja bogata mononezasićenim (MUFA) ili polinezasićenim (PUFA) kiselinama (Marten i sar., 2006). Polinezasićene masne kiseline pokazuju mnogobrojna pozitivna dejstva, ali je bitno napomenuti da su veoma sklone oksidaciji, kako u organizmu tako i van njega, uslijed čega dolazi do nastanka izuzetno reaktivnih slobodnih radikala i preko njih drugih štetnih produkata oksidacije (Kravić, 2010). Masnokiselinski sastav mlijeka utječe na prehrambenu vrijednost mlijeka, tehnološka svojstva i ukazuje na metabolički status ovaca u fazi laktacije. Fundamentalna istraživanja otvorila su novo polje koje se odnosi na bioaktivne supstance u hrani koje imaju važnu ulogu u preventivnom djelovanju na pojavu određenih bolesti. Ovčije mlijeko svoju specifičnost duguje i prisustvu specifičnog biljnog pokrivača i klimatskim uvjetima na područjima uzgoja ovce pramenke te je realno očekivati razlike u sadržaju masnih kiselina korisnih za ljudsko zdravlje. Stoga je cilj ovoga rada bio utvrditi masno-kiselinski sastav ovčijeg mlijeka sa posebnim osvrtom na sadržaj bioaktivnih masnih kiselina koje imaju

pozitivan efekat po zdravlje ljudi, kao i praćenje eventualne promjene u njihovom sadržaju u zavisnosti od perioda uzorkovanja.

MATERIJAL I METODE

Ispitivanja su izvedena na ovcama pasmine pramenka, koje su bile označene odgovarajućim brojem ušne markice na osnovu kojih su se uzimali uzorci uvijek od istih životinja kroz dva vremenska perioda uzorkovanja juli i avgust. Ukupno je uzorkovano 40 uzoraka kroz dva termina juli ($n=20$) i avgust ($n=20$). U toku uzimanja uzoraka hranidba ovaca bazirala se na ispaši. Uzorkovanje svježeg ovčijeg mlijeka odvijalo se u toku jutarnje muže koja se obavljala ručno. Metodom gasne hromatografije (GC) u mlijeku je određena masno-kiselinska kompozicija: maslačna (C4:0), kapronska (C6:0), kaprilna (C8:0), kaprinska (C10:0), laurinska (C12:0), miristinska (C14:0), pentadekanska (C15:0), palmitinska (16:0), margarinska (C17:0), stearinska (C18:0), arahinska (C20:0), miristoleinska (C14:1cis-9), palmitoleinska (C16:1 cis-9), oleinska (C18:1 cis-9), C18:1 cis-11, elaidinska (C18:1 trans-9), C18:1 trans-10, vakcenska (C18:1 trans-11), arahidonska (C20:5c5,c8,c11,c14,c17), eikosapentaenska kiselina (C20:5c5,c8,c11,c14,c17), dokosaheksaenska kiselina (C22:6 c7,c10,c13,c16,c19), linolna (C18:2 n-6), α linolenska (C18:3 n-3), rumenska (C18:2 cis-9 trans-11 CLA). Uzorci su poslani u zamrznutom stanju na suhom ledu i analizirani u laboratoriji „As Vitas“, Oslo Innovation Centre, Norveška. Priprema uzoraka je izvršena prema proceduri opisanoj u radu Luna i saradnika (2005), koja uključuje izdvajanje mliječne masti centrifugiranjem i metilaciju masnih kiselina pri čemu nastaju metil-estri masnih kiselina (FAME) koji se analiziraju na gasnom hromatografu. Dobiveni rezultati izraženi su u gramima pojedinačnih masnih kiselina na 100 g ukupnih masnih kiselina (g/100 g FA). Statistička obrada podataka vršena je korištenjem softverskog paketa SPSS 21.00. Za obradu je korištena neparametrijska statistika, gdje je korišten Wilcoxon test (distribution free tests). Razlike su smatrane statistički značajnim na nivou $p<0,05$, $p<0,01$ i $p<0,001$

REZULTATI I DISKUSIJA

Medijane vrijednosti masnih kiselina u mlijeku ovaca izražene su u gramima svake masne kiseline na 100 g ukupne količine masnih kiselina (g/100 g FA) i prikazane su u Tabeli 1, kao i statistička značajnost razlika između perioda uzorkovanja. U mlijeku ovaca ukupno su određene 24 masne kiseline. Manipulacija profilom masno-kiselinskog sastava mliječne masti ovaca pomoću hranidbe i fizioloških faktora ima pozitivne efekte po ljudsko zdravlje.

Tabela 1. Medijane vrijednosti sadržaja masnih kiselina u masti mlijeka ovaca za dva uzorkovanja

Table 1. Median values of fatty acid content in sheep milk fat for two samplings

	I uzorkovanje	II uzorkovanje	P
Masna kiselina (g/100g FA)	SFA		
Maslačna C4:0	3,86	3,69	
Kaprionska C6:0	2,08	1,40	***
Kaprilna C8:0	1,64	0,98	***
Kaprinska C10:0	4,29	2,81	***
Laurinska C12:0	2,66	2,07	***
Miristinska C14:0	9,55	8,45	***
Pentadekanska C15:0	1,18	1,07	***
Palmitinska C16:0	22,30	21,85	
Margarinska C17:0	0,81	0,82	
Stearinska C18:0	8,64	9,72	**
Arahinska C20:0	0,42	0,43	
	MUFA		
Miristoleinska C14:1cis-9	0,25	0,27	
Palmitoleinska C16:1cis-9	0,90	1,00	
Oleinska C18:1cis-9	17,93	22,27	***
C18:1 cis-11	0,89	0,95	
Elaidinska C18:1 trans-9	0,28	0,40	
C18:1 trans-10	0,50	0,57	
Vakcenska C18:1 trans-11 (VA)	2,87	2,48	
	PUFA		
Arahidonska C20:4 n-6	0,16	0,17	
Eikosapentaenska C20:5 n-3 (EPA)	0,15	0,12	
Dokosaheksaenska C22:6 n-3 (DHA)	0,10	0,09	
Linolna C18:2 n-6	2,46	2,70	
α- linolenska C18:3 n-3	2,26	1,34	***
Rumenska C18:2 cis-9, trans-11 (CLA)	1,63	1,49	
∑n-3	2,52	1,62	***
∑n-6	2,61	2,91	*

ΣSFA	57,29	53,78	**
ΣMUFA	23,97	28,09	***
ΣPUFA	6,89	6,01	*
ΣUFA	31,30	33,86	**
Odnosi suma masnih kiselina			
n-6/n-3	1,05	1,92	***
SFA/MUFA	2,36	1,97	***
SFA/PUFA	8,36	8,98	
MUFA/PUFA	3,48	4,63	***
SFA/UFA	1,82	1,61	**
UFA/MUFA	1,29	1,22	***
UFA/PUFA	4,48	5,63	***

***predstavlja $p < 0,001$, ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; I, II – predstavljaju periode uzorkovanja: juli i august

SFA – zasićene masne kiseline; MUFA – mononezasićene masne kiseline; PUFA – polinezasićene masne kiseline; UFA – nezasićene masne kiseline

Tokom perioda uzorkovanja mlijeko ovaca sadržavalo je veći udio SFA u odnosu na UFA. Kiseline iz klase SFA pojedinačno su bile statistički značajno vezane za period uzorkovanja, i to u pravcu smanjenja njihovog sadržaja idući ka kraju laktacionog perioda (Tab. 1). Sadržaj C4:0 kiseline u uzorcima mlijeka imao je približnu vrijednost koju su u svojim istraživanjima utvrdili Mihaylova i sar. (2005), ali značajno nižu od vrijednosti koju su u mlijeku Merino ovaca utvrdili Mierlita i sar. (2011). Mihaylova i sar. (2005) najveću koncentraciju C4:0 bilježe u mjesecu julu u vrijednosti od 3,88 g/100 g FA, što je približna vrijednost rezultatima našeg istraživanja za I period uzorkovanja. Za C6:0, C8:0 i C10:0 kiseline, utvrđena je statistički veoma visoko značajna razlika između perioda uzorkovanja, ponovno uz trend pada idući ka kraju laktacije (Tab. 1), a utvrđene vrijednosti su niže u odnosu na vrijednosti koje navode drugi autori (Mihaylova i sar., 2005; Mierlita i sar., 2011). Goudjil i sar. (2004) su u svojim istraživanjima ustanovili veće vrijednosti C6:0 u odnosu na vrijednosti analiziranih uzoraka mlijeka u našim istraživanjima. U ispitivanim uzorcima sadržaj C10:0 u mlijeku bio je znatno niži u odnosu na vrijednosti drugih autora što je veoma bitno kada govorimo o okusu ovčijeg mlijeka. SFA kiseline imale su blagi trend smanjenja u mjesecu augustu, izuzev C18:0 kod koje je utvrđeno blago povećanje. Kod C18:0 utvrđena je tendenca rasta u II periodu uzorkovanja (Tab. 1). Sadržaj C16:0 bio je veći u I periodu uzorkovanja ali bez statistički značajne razlike u odnosu na II period (august) (Tab. 1), a što je u skladu i sa rezultatima istraživanja Mihaylova i sar. (2005) koji ističu da je sadržaj C16:0 i C18:0 bio najveći u ovčijem mlijeku u mjesecu julu. U ispitivanim uzorcima mlijeka dominantne masne kiseline bile su C14:0, C16:0, C18:0 i C18:1 cis-9 (Tab. 1). Koncentracija C14:0 kretala se od 9,55 g/100 g FA do 8,45 g/100 g FA sa veoma visokom statističkom značajnošću utvrđene razlike (Tab. 1), što su niže vrijednosti

upoređujući ih s vrijednostima koje navode Merlieta i sar. (2011). Analize masno-kiselinske kompozicije mlijeka ovaca pokazale su veoma visoko statistički značajne razlike između perioda uzorkovanja uglavnom kod SFA (C6:0-C15:0). Sadržaj C12:0 u uzorcima mlijeka se veoma visoko statistički značajno razlikovao između perioda uzorkovanja (Tab. 1). Najzastupljenija MUFA u mliječnoj masti ovčijeg mlijeka je C18:1 cis-9 čija je vrijednost varirala u zavisnosti od perioda uzorkovanja (Tab. 1), a što može biti posljedica sezonskog efekta koji se povezuje sa načinom hranjenja u ljetnom periodu. Sadržaj C18:1 cis-9, koja ima visoku biološku i prehrambenu vrijednost, u analiziranim uzorcima mlijeka bio je veći od sadržaja koji u svojim istraživanjima iznose drugi autori (Mierlita i sar., 2011). Sadržaj VA u uzorcima pokazivao je pad vrijednosti prema kraju istraživanog perioda. Prisutnost VA u buragu rezultat je nepotpune biohidrogenizacije PUFA (Kalscheur i sar., 1997), a promjene njenog sadržaja u analiziranim uzorcima mliječne masti mogu biti rezultat promjene sadržaja C18:3 n-3 u biljkama u zavisnosti od faze vegetacije i razlika u dužini ispaše. Utvrđene koncentracije ARA, EPA i DHA statistički se značajno nisu razlikovale po periodima uzorkovanja (Tab. 1). Kiselina EPA ima sposobnost da djelimično blokira konverziju n-6 masnih kiselina u štetne eikosanoide, čime se smanjuje rizik za nastanak kardiovaskularnih bolesti (Popović-Vranješ i sar., 2010). Pored apsolutnog sadržaja n-3 masnih kiselina u obroku ništa manje nije značajan odnos između n-3 i druge vrste UFA, a to su n-6 masne kiseline. Kiseline C18:2 n-6 i C18:3 n-3 su najdominantnije PUFA u mlijeku ovaca. Sadržaj C18:2 n-6 imao je trend rasta ka II periodu uzorkovanja. Biljke su glavni izvor C18:2 n-6 i C18:3 n-3. Sadržaj C18:3 n-3 u uzorcima mlijeka varirao je u odnosu na periode uzorkovanja, te je između I i II perioda uzorkovanja utvrđena veoma visoka statistički značajna razlika. Povećanje unosa C18:2 n-6 kod ovaca u toku pašnog perioda od posebnog je značaja jer se time stvaraju uvjeti za povećanje sadržaja CLA (izomer cis-9 trans-11-CLA) u mliječnoj masti, koja jednim dijelom nastaje biohidrogenizacijom C18:2 n-6 kiseline u buragu. Pojedini autori ukazuju da se povećanim unosom C18:2 n-6 i hranidbom na paši povećava i sadržaj CLA u mlijeku (Popović-Vranješ i sar., 2010). Sadržaj CLA ima trend variranja po mjesecima uzorkovanja, što može biti posljedica hranidbe na pašnjacima, naročito u kojoj se fazi vegetacije nalaze prisutne trave, jer naša istraživanja CLA pokazuju trend pada vrijednosti idući ka kraju laktacije, a ujedno i kraju pašnog razdoblja kada se hranjiva vrijednost biljnog pokrivača smanjuje. Valvo i saradnici (2007) u svojim istraživanjima navode dvostruko veću koncentraciju CLA u mlijeku ovaca sa paše u odnosu na mlijeko životinja hranjenih koncentratima. U analiziranim uzorcima mlijeka sadržaj CLA kretao se u rasponu od 1,63 do 1,49 g/100 g FA (Tab. 1). Ovčije mlijeko je bogatije sa n-3 FA i CLA u odnosu na kravlje mlijeko, a jedan od razloga može biti i to što se ovce češće hrane ispašom, dok su krave rijeđe na paši i više su hranjene koncentratima.

U Tabeli 1 prikazane su ukupne količine SFA, MUFA, PUFA i UFA ovčijeg mlijeka. Kiseline MUFA u mliječnoj masti ovaca imale su statistički značajne promjene vrijednosti tokom različitog perioda uzorkovanja samo u nekoliko slučajeva. Zbirni udio SFA u mlijeku ovaca bio veći u odnosu na zbirni udio MUFA i PUFA, Ispitujući

odnos suma masnih kiselina u uzorcima mlijeka utvrđene su veoma visoko statistički značajne razlike između perioda uzorkovanja za SFA/MUFA, MUFA/PUFA, UFA/MUFA i UFA/PUFA, ali ne i za SFA/PUFA (Tab. 1). Ovakve vrijednosti SFA su očekivane zbog utvrđenih vrijednosti prije svega C14:0, C16:0 i C18:0. Kiseline PUFA ispunjavaju mnoge strukturne i funkcionalne uloge koje su neusporedive među masnim kiselinama s obzirom na široki spektar bioloških procesa u kojima učestvuju (Andrišić, 2013). Odnos UFA/MUFA u uzorcima mlijeka se veoma visoko statistički značajno razlikovao između perioda uzorkovanja (Tab. 1).

Razlike u sadržaju SFA u mlijeku ovaca između perioda uzorkovanja najvjerojatnije mogu biti posljedica razlika u sastavu pašnjaka u vrijeme kada su oni korišteni za hranidbu životinja. Kiselina C4:0 koja se nalazi u masti mlijeka inhibira rast stanica raka, uključujući rak dojke i debelog crijeva, gdje C4:0 može inducirati apoptozu i spriječiti metastaze na jetri (Akalin i sar., 2006). Niske koncentracije C4:0 mogu inhibirati rast više vrsta stanica raka kod ljudi, uključujući prostatu (Williams i sar., 2003). Parodi (2003) je pokazao sinergiju između C4:0 i ostalih dijetarnih komponenti i lijekova koji smanjuju rast stanica raka. Mast ovčijeg mlijeka sadrži veći procenat C6:0, C8:0 i C10:0 kiseline u odnosu na kravlje, koje proizvodima u kojima se nalaze daju karakterističan okus, a ova karakteristika je povezana sa lipidima koji sadrže C6:0 - C12:0 masne kiseline (Popović-Vranješ i sar., 2010). Kod sirovoga mlijeka visoka koncentracija C4:0, C6:0, C8:0 i C10:0 nije poželjna jer može dovesti do narušavanja okusa/arome mlijeka.

Godišnja doba u cjelini ne djeluju jednako na životinjski organizam, te je stoga potrebno promatrati pojedinačne faktore (temperatura, vlaga) te njihov mogući utjecaj na proizvodne performanse. Visoke temperature zraka mogu nepovoljno djelovati na mliječnost i sadržaj masti u mlijeku, a što bi se moglo odraziti i na masno-kiselinski sastav mlijeka. Valvo i saradnici (2007) su u svojim istraživanjima ustanovili da je sadržaj C12:0, C14:0 i C16:0 bio veći u mlijeku ovaca koje su stajski držane za razliku od ovaca na paši, a što je posljedica većeg udjela C14:0 i C16:0 u sijenu i ječmu u odnosu na grahorice pašnjaka.

Popović-Vranješ i sar. (2010) su utvrdili da se s početkom pašnog razdoblja udio C18:1 cis-9 u organskom mlijeku postepeno povećavao, da bi u augustu dostigao vrijednost koja je viša od prosječne vrijednosti utvrđene u konvencionalnom mlijeku. Za nerve i moždano tkivo od presudne su važnosti UFA jer su stanične membrane neurona sastavljene od dvostrukog sloja molekula masti, te su upravo UFA ključne za moć složenoga mišljenja. Masne kiseline n-3 i n-6 su esencijalne. Budući da ih organizam nije u stanju sam proizvesti, moraju se unositi putem hrane. Delaš (2010) u svom istraživanju navodi da nedostatak C18:3 n-3 kiseline, ali i njezinih viših homologa (EPA i DHA kiseline), u vrijeme fetalnog i neonatalnog razvoja uzrokuje smetnje u razvoju mozga i centralnog nervnog sistema, te povećava agresivnost i sklonost depresiji. Kiseline EPA i DHA kompetitivno inhibiraju oksidaciju arahidonske kiseline (ARA) putem ciklooksigenaze (Đidara i Šperanda, 2011). Nedostatak UFA u prehrani dovodi do promjena na neuronima uključenim u procese mišljenja i pamćenja, što može dovesti do različitih neuroloških i psihičkih bolesti

(Parkinsonove bolesti, demencije, epilepsije). Tipičnu zapadnjačku prehranu karakterizira visoki unos n-6 PUFA i niski unos n-3 PUFA. Visoki odnos n-6/n-3 PUFA je rizičan faktor kod raka i koronarnih bolesti srca, osobito pri formiranju krvnih ugrušaka koji vode do srčanog udara (Enser i sar., 1998). Nutricionisti su se fokusirali na PUFA i balans u prehrani između n-3 PUFA koja se sastoji od C18:3 i n-6 PUFA koja se sastoji od C18:2 (Williams i sar., 2003). PUFA n-3 imaju povoljan i značajan utjecaj na smanjenje plazmatskih TAG, krvnog pritiska, zgrušavanje krvi, trombozu i imunitet (Škrtić i sar., 2006). Povoljan utjecaj na zdravlje ljudi očituje se konzumiranjem već 0,5 g/dan n-3 masnih kiselina (Kralik i sar., 2007). Kiseline C18:2 n-6 i C18:3 n-3 funkcioniraju kao konstitutivni elementi, odnosno kao prekursori za ostale PUFA i njihove derivate. Cunnane (2000) iznosi tvrdnju da hrana bogata s DHA obezbjeđuje mozgu specifičnu ishranu i igra značajnu ulogu u evoluciji ljudskog mozga. Kiseline ARA i DHA imaju važnu ulogu u neurorazvoju, posebno DHA koja utječe na funkciju vida, ponašanje i kognitivni razvoj (Pavičić-Bošnjak i Grgurić, 2007), dok je ARA važna za normalan razvoj i funkciju vaskularnog sistema. U organizmu, PUFA obje n-skupine (LA, EPA, DHA) ulaze u sastav fosfolipida svih staničnih membrana, gdje imaju važnu ulogu u održavanju elastičnosti membrana. Kiseline UFA smanjuju nivo holesterola pa je bilo rašireno gledište da SFA u ishrani treba potpuno zamijeniti sa UFA, ali je kasnije taj stav promijenjen jer UFA također mogu djelovati štetno ako se previše unose hranom, dovodeći do smanjenja imuniteta, kancerogeneze, osteoporoze, holelitijaze, povećanog stvaranja lipidnih peroksida i snižavanja HDL-holesterola (Sretenović i sar., 2009).

ZAKLJUČAK

Iako postoji dosta podataka o sadržaju masnih kiselina ovčijeg mlijeka ovo područje zahtjeva daljna istraživanja zbog mogućih razlika u profilu masnih kiselina između određenih pasmina. Brzo rastuće tržište funkcionalne hrane i saznanja o fiziološkim efektima bioaktivnih masnih kiselina, prisutnih u mlijeku, generira potrebu za poboljšanjem znanja o efektima mliječnih proizvoda na ljudski organizam i na poboljšanje masnokiselinskog sastava kroz različite faktore, poput režima ishrane, pasmine ili faze laktacije. Sadržaj masnih kiselina ovčijeg mlijeka u ovom istraživanju pokazivao je tendenciju variranja, i karakteriše ga relativno visok sadržaj SFA u periodu ispaše. Moguće da je period laktacije imao veći efekat na koncentraciju SFA nego tip ispaše jer su razlike osobito izražene kada se kompariraju vrijednosti sadržaja masnih kiselina između različitih perioda uzorkovanja unutar ispitivanog područja.

REFERENCE

- Akalin, S., Gonc, S., Unal, G. (2006): Functional Properties of Bioactive Components of Milk Fat in Metabolism. *Pakistan J. Nut.*, 5(3): 194-197.
- Andrišić, L. (2013): Mehanizmi stanične toksičnosti uzrokovani višestruko nezasićenim masnim kiselinama – pristup kvascem. Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Hrvatska.
- Bauman, D. E., Mather, I. H., Wall, R. J., Lock, A. L. (2006): Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J. Dairy Sci.* 89, 1235-1243.
- Cunnane, S. C. (2000): The conditional nature of the dietary need for polyunsaturates: A proposal to reclassify 'essential fatty acids' as 'conditionally-indispensable' or 'conditionally-di - spensable' fatty acids. *Brit. J. Nutr.*, 84(6): 803–812.
- Delaš, I. (2010): Forgotten Wealth-Pumpkin Seed Oil. *Croat. J. Food Technol., Biotech. and Nutr.*, 5(1-2): 38-42.
- Ducháček, J., Stádník, L., Ptáček, M., Beran, J., Okrouhlá, M., Čítek, J., Stupka R. (2014): Effect of cow energy status on the hypercholesterolaemic fatty acid proportion in raw milk. *Czech J. Food Sci.* 32, 273-279.
- Đidara, M., Šperanda, M. (2011): Polinezasićene masne kiseline i imunost: Stanični odgovor u mliječnih krava. *Stočarstvo*, 65(3): 201-218.
- Enser, M., Hallet, K., Hewett, K., Fursey, G. A. J., Wood, J. D., Harrington, G. (1998): Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.*, 49(3): 329-341.
- Goudjil, H., Fontecha, J., Luna, P., Fuente de la, M. A., Alonso, L., Juarez, M. (2004): Quantitative characterization of unsaturated and trans fatty acids in ewes milk fat. *Lait*, 84(5): 473-482.
- Gross, J., van Dorland, H. A., Bruckmaier, R. M., Schwarz, F. J. (2011): Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *J. Dairy Res.* 78, 479–488
- Kalscheur, K. F., Teter, B. B., Piperova, L. S., Erdman, R. A. (1997): Effect of dietary concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80(9): 2104-2114.
- Kralik, G., Škrtić, Z., Gajčević, Z., Hanžek, D. (2007): Utjecaj različitih ulja u hrani za nesilice na kakvoću jaja i sadržaj masnih kiselina u žumanjku jajeta. *Krmiva*, 49(3): 115-125.
- Kravić, S. (2010): Određivanje trans masnih kiselina prehrambenim proizvodima gasnom hromatografijom-masenom spektrofotometrijom. Doktorska disertacija Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Luna, P., Juarez, M., De La Fuente, M. A. (2005): Validation of a rapid milk fat separation method to determine the fatty acid profile by gas chromatography. *J. Dairy Sci.* 88(10): 3377-3381.
- Marten, B., Pfeuffer, M., Schrezenmeir, J. (2006): Medium - chain triglycerides. *Inter. Dairy J.*, 16(11): 1374-1382.

- Mierlita, D., Daraban, S., Lup, F. (2011): Effects of breed on milk fatty acid profile in dairy ewes, with particular reference to cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid South African J. Anim. Sci., 41(3): 223-231.
- Mihaylova, G., Jahre, G., Odjakova, T., Kafedjiev, V. (2005): Fatty acid profile of milk from sheep raised on mountain pastures. Biotechnology in Animal Husbandry, 21(5-6): 93-96.
- Parodi, P. W. (2003): Anti-cancer agents in milk fat. Aust. J. Dairy Tech., 58(2): 114-118.
- Parodi, P. (2004): Milk fat in human nutrition. Aust. J. Dairy Technol. 59, 3-59.
- Pavičić-Bošnjak, A., Grgurić J. (2007): Dugotrajni učinci dojenja na zdravlje. Liječnički Vjesnik, 129: 293-298.
- Popović-Vranješ, A., Krajnović, M., Kecman, J., Trivunović, S., Pejanović R., Krajnović, G., Mačak, G. (2010): Usporedba sastava masnih kiselina konvencionalnog i organskog mlijeka. Mljekarstvo, 60(1): 59-66.
- Rooke, J. A., Flockhart, J. F., Sparks, N. H. (2010): Review. The potential for increasing the concentrations of micro-nutrients relevant to human nutrition in meat, milk and eggs. J. Agric. Sci. 148, 603-614.
- Sretenović, Lj., Aleksić, S., Ružić-Muslić, D., Petrović, M., Pantelić, V., Beskorovajni, R., Đedović, R. (2009): Dobijanje mleka i mesa sa osobinama funkcionalne hrane. Zbornik naučnih radova, 15(3-4): 67-76.
- Škrtić, Z., Kralik, G., Gajčević, Z. (2006): Obogaćivanje jaja s PUFA n-3. Krmiva, 48(2): 95-103.
- Valvo, M. A., Bella, M., Scerra, M., Biondi, L. (2007): Effects of ewe feeding system (gross vs concentrate) on milk fatty acid composition. Options Mediterraneennes, series A, 74: 227-231.
- Walsh, S., Williams, E. J., Evans, A. C. (2011): A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 123, 127-138.
- Williams, E. A., Coxhead, J. M., Mathers, J. C. (2003): Anti-cancer effects of butyrate: use of micro-array technology to investigate mechanisms. Proc. Nutr. Soc., 62(1): 107-115.

FATTY ACID COMPOSITION DURING LACTATION AND HEALTH IMPORTANCE OF SHEEPS MILK

Summary

Fatty acid profile data are crucial for the production and promotion of sheep milk and dairy derivatives. Sheep's milk is an interesting and economically interesting product that plays a very important role in the diet of the population. Consumption of sheep's milk is growing due to its nutritional value, but also the variety of products obtained from it. The chemical composition of products of animal origin, especially the content of certain ingredients such as fatty acids, has attracted great attention of experts for years precisely because of their impact on human health. The aim of the study was to

determine the fatty acid composition of sheep's milk during the lactation period with reference to the health significance of milk. The study was conducted during the lactation period on a total of 40 pramenka sheep breed in July (I) and August (II). We determined 24 fatty acids in milk. The median values of most saturated fatty acids in milk were lower in the second sampling period (II) compared to the first sampling period, which is in the case of acids C6:0 to C15:0 statistically significant. On the other side, the concentrations of monounsaturated fatty acids were found to be higher in the second, than in the first sampling period, but the difference was statistically significant only for C18: 1 cis-9 acid. The contrary was found for the fatty acid C18: 1 trans-11, whose median value was numerically lower in the second sampling period. There were no significant differences for polyunsaturated fatty acids between the two sampling periods, except for the fatty acid C18: 3n-3, whose median value was significantly lower in the second, compared to the first sampling period. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$, $p < 0.01$, and $p < 0.001$.

Key words: *sheep, fatty acids, milk, health*