

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Petra ŽELEZNIKAR

**VPLIV NAČINA REJE NA MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO  
MLEKA**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**INFLUENCE OF REARING REGIME ON MILK FATTY ACID  
COMPOSITION**

GRADUATION THESIS  
University Studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstva - zootehnike. Kemijske analize so bile opravljene na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomske naloge imenovala doc. dr. Andreja Lavrenčiča in za somentorico asist. dr. Alenko Levart.

Recenzent: doc. dr. Dragomir Kompan

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: prof. dr. Jurij POHAR  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- Član: doc. dr. Andrej LAVRENČIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- Član: asist. dr. Alenka LEVART  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- Član: doc. dr. Dragomir KOMPAN  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Petra ŽELEZNIKAR

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn  
DK UDK 636.2.084/.087:637.1(043.2)=863  
KG govedoreja/ekološka reja/konvencionalna reja/prehrana živali/mleko/sestava/  
maščobne kisline  
KK AGRIS L01/5214/9412  
AV ŽELEZNIKAR, Petra  
SA LAVRENČIČ, Andrej (mentor)/LEVART, Alenka (somentorica)  
KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko  
LI 2007  
IN VPLIV NAČINA REJE NA MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO MLEKA  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP X, 51 str., 15 pregl., 8 sl., 73 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI V letu 2005 smo na 20 kmetijah in 4 mlekarnah na območju Slovenije zbrali 48 bazenskih vzorcev mleka ter jih analizirali na vsebnost maščobnih kislin (MK). Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kako na maščobnokislinsko sestavo vplivata način reje (ekološka in konvencionalna, h katerim smo prišteli še vse štiri mlekarne) in vrsta obroka (poletni ali zimski). Rezultati raziskave so pokazali, da je mleko, prirejeno v času krmljenja krav s poletnim obrokom, vsebovalo statistično značilno manjši delež nasičenih maščobnih kislin (NMK, 64,17 %) kot mleko, ki smo ga zbrali v obdobju, ko so bile živali na zimskem obroku (70,14 %). Deleži NMK, lavrinske (C12:0), miristinske (C14:0) in palmitinske (C16:0) MK, so bili statistično značilno večji v mleku, zbranem v obdobju krmljenja živali z zimskim obrokom, (3,88 %, 12,60 % in 33,02 %) kot pa v obdobju krmljenja živali s poletnim obrokom (3,17 %, 11,0 % in 28,48 %). Mleko, zbrano v obdobju, ko so bile živali na poletnem obroku, je vsebovalo statistično značilno večji delež oleinske (C18:1), stearinske (C18:0) in konjugirane linolne kisline (KLK) kot mleko, zbrano v času krmljenja krav z zimskim obrokom. Prav tako je imelo mleko, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, večji delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin (ENMK, 30,79 %) ter večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK, 5,03 %). Vzorci mleka iz konvencionalnih rej so vsebovali statistično večji delež C12:0 (3,73 %) in C14:0 (12,14 %) ter manjši delež KLK (0,69 %), in C18:3 n-3 (0,60 %) kot mleko, prirejeno na ekoloških kmetijah (3,23 %, 11,33 %, 1,18 % in 1,02 %). Meko, prirejeno na konvencionalni način, je vsebovalo statistično značilno večji delež NMK (68,09 %) ter manjši delež VNMK (4,05 %) kot mleko, prirejeno na ekoloških kmetijah (65,85 % in 4,99 %). Razlike med rejama so še bolj izrazite v času krmljenja krav s poletnim obrokom. Rezultati raziskave so pokazali, da je MK mleka, prirejenega s krmljenjem živali s poletnim obrokom, z vidika zdravja ljudi ugodnejša, še posebej, če je mleko prirejeno na ekoloških kmetijah. V drugem delu raziskave smo analizirali MK sestavo vzorcev mleka, zbranih na Obalno kraški in Goriški regiji ter Furlaniji Julijski krajini v Italiji. V deležu NMK, ENMK in VNMK v mleku med državama ni bilo sttistično značilnih razlik. Deleži KLK in n-3 VNMK so bili statistično značilno večji v mleku, prirejenem v Sloveniji (0,79 % in 1,1 %), kot v mleku, prirejenem v Italiji (0,45 % in 0,55 %).

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 636.2.084/.087:637.1(043.2)=863  
CX cattle/organic rearing/conventional rearing/animal nutrition/milk/composition/  
fatty acids  
CC AGRIS L01/5214/9412  
AU ŽELEZNIKAR, Petra  
AA LAVRENČIČ, Andrej (supervisor)/LEVART, Alenka (co-supervisor)  
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department  
PY 2007  
TI INFLUENCE OF REARING REGIME ON MILK FATTY ACID COMPOSITION  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO X, 51 p., 15 tab., 8 fig., 73 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB In the year 2005, 48 bulk milk samples were collected on 20 farms and 4 dairies in Slovenia and were analyzed for fatty acid content (FA). The objectives of the research were to determine possible differences between the organic and conventional rearing regimes including 4 dairies, and between summer and winter diets. The results showed that milk produced during summer diet had significantly lower proportion of saturated fatty acids (SFA, 64.17 %) than milk collected during winter diet. The proportions of SFA, lauric (C12:0), myristic (14:0) and palmitic (C16:0) were significantly higher in milk collected during winter diet (3.88 %, 12.60 % and 33.02 %) compared to summer diet (3.17 %, 11.0 % and 28.48 %). Milk samples collected during summer diet contained significantly higher proportion of oleic (C18:1), stearic (C18:0) and conjugated linoleic acid (CLA) than milk collected during winter diet. Milk produced during summer diet had also higher proportion of monounsaturated fatty acids (MUFA, 30.79 %) and polyunsaturated fatty acids (PUFA, 5.03 %). Milk samples from conventional farms contained significantly higher proportion of C12:0 (3.73 %) and C14:0 (12.14 %) and lower proportion of CLA (0.69 %), and C18:3 n-3 (0.60 %) than milk collected from organic farms (3.23 %, 11.33 %, 1.18 % and 1.02 %), respectively. Furthermore, milk from conventional farms had significantly higher proportion of SFA (68.09 %) and lower proportion of PUFA (4.05 %) than milk from organic farms (65.85 % and 4.99 %). These differences even increased when the animals received summer diet. From these results we can conclude that fatty acid composition was more favourable to human health when animals received summer diet. This is especially valid for milk produced on organic farms. In the second part of our research fatty acid composition was analyzed and compared in milk samples collected in Obalno kraška and Goriška region in Slovenia, and Furlanija Julijska krajina in Italy. There were no significant differences in the proportion of SFA, MUFA and PUFA in milk between Slovenia and Italy. The proportions of CLA and n-3 PUFA were significantly higher in milk collected in Slovenia (0.79 % and 1.1 %) than in milk collected in Italy (0.45 % and 0.55 %).

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	IX
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>3</b>
2.1 POMEN IN SESTAVA MLEKA	3
<b>2.1.1 Maščobe mleka</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2 Sestava in viri maščob v mleku</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3 Dejavniki, ki vplivajo na vsebnost in sestavo maščob v mleku</b>	<b>6</b>
<b>2.1.4 Maščobnokislinska sestava mleka</b>	<b>6</b>
<b>2.1.5 Maščobe mleka v prehrani ljudi</b>	<b>8</b>
2.1.5.1 Konjugirana linolna kislina	11
2.2 NAČINI REJE V SLOVENJI	11
<b>2.2.1 Razlike med ekološko in konvencionalno prirajo mleka</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2 Vpliv načina reje, prehrane in sezone oz. obroka na maščobnokislinsko sestavo mleka</b>	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE</b>	<b>21</b>
3.1 MATERIAL	21
<b>3.1.1 Vzorci mleka</b>	<b>21</b>
3.2 METODE DELA	21

<b>3.2.1</b>	<b>Določanje sestave mleka</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Priprava metilnih estrov maščobnih kislin za analizo maščobnokislinske sestave</b>	<b>22</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Določanje maščobnokislinske sestave mleka s plinsko kromatografijo</b>	<b>23</b>
3.3	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	24
<b>3.3.1</b>	<b>Statistični model</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	<b>26</b>
4.1	KEMIJSKA SESTAVA VZORCEV MLEKA V SLOVENIJI	26
4.2	DELEŽ POSAMEZNIH MAŠČOBNIH KISLIN TER SKUPIN MAŠČOBNIH KISLIN V VZORCIH SLOVENSKEGA MLEKA	27
4.3	VPLIV OBROKA KRAV MOLZNIC IN NAČINA REJE NA MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO MLEKA	29
4.4	KEMIJSKA SESTAVA MLEKA, PRIREJENEGA V SLOVENIJI IN ITALIJI	33
4.5	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA MLEKA, PRIREJENEGA V SLOVENIJI IN ITALIJI	34
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	<b>36</b>
5.1	RAZPRAVA	36
<b>5.1.1</b>	<b>Vpliv obroka na maščobnokislinsko sestavo mleka</b>	<b>36</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Vpliv načina reje na maščobnokislinsko sestavo mleka</b>	<b>38</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Primerjava maščobnokislinske sestave mleka, prirejenega v Sloveniji in Italiji</b>	<b>41</b>
5.2	SKLEPI	42
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	<b>46</b>
	<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Sestava kravjega, kozjega in ovčjega mleka (Souci in sod., 1994, cit. po Rogelj, 1996a)	3
Preglednica 2: Maščobnokislinska sestava mleka, prirejenega v Sloveniji, Nemčiji in ZDA (%) (Stibilj in Koman-Rajšp, 1997; Precht in Molkentin, 1997; Jensen, 2000)	7
Preglednica 3: Fiziološki učinki oziroma vloge najpomembnejših maščobnih kislin mleka (Salobir J. in Salobir K., 2003; Rogelj, 2001b)	10
Preglednica 4: Povprečne vrednosti skupin maščobnih kislin mleka, prirejenega na ekološki in konvencionalni način (%) (Ellis in sod., 2006)	17
Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava maščob (%) v voluminozni krmi (Mathes in sod., 1996; Lopez-Bote in sod., 1998; Loor in sod., 2002)	18
Preglednica 6: Maščobnokislinska sestava mleka krav (%), ki so zauživale različne obroke na osnovi voluminozne krme (Chilliard in sod., 2001)	19
Preglednica 7: Temperaturni program za ločbo metilnih estrov maščobnih kislin v vzorcih mleka	23
Preglednica 8: Pretoki plinov za ločbo metilnih estrov maščobnih kislin v vzorcih mleka	23
Preglednica 9: Kemijska sestava zbranih vzorcev kravjega mleka v Sloveniji (n = 48)	26
Preglednica 10: Kemijska sestava vzorcev kravjega mleka ( $\bar{x} \pm SE$ ), prirejenega na ekoloških in konvencionalnih kmetijah s poletnim in zimskim obrokom	27
Preglednica 11: Osnovni statistični parametri vsebnosti posameznih maščobnih kislin (%) mleka, prirejenega v Sloveniji (n = 48)	28
Preglednica 12: Osnovni statistični parametri nekaterih skupin in razmerij maščobnih kislin mleka (%), prirejenega v Sloveniji (n = 48)	29
Preglednica 13: Razlike v deležih maščobnih kislin v mleku med ekološko konvencionalno rejo v času krmljenja živali s poletnim in zimskim obrokom	30
Preglednica 14: Razlike v deležih skupin maščobnih kislin v mleku med ekološko in konvencionalno rejo v času krmljenja živali s poletnim in zimskim obrokom	31
Preglednica 15: Razlike v deležih maščobnih kislin v mleku, prirejenem v Sloveniji in Italiji	34

## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Poenostavljen shematski prikaz presnove, od katere je odvisna sestava mleka (Babnik in sod., 2004)	5
Slika 2 : Primerjava med tipično in idealno maščobnokislinsko (MK) sestavo mleka (Grummer, 1991)	8
Slika 3: Število kontroliranih ekoloških kmetij v Sloveniji (ANEK, 2006)	12
Slika 4: Letno spreminjanje nasičenih (NMK), enkrat nenasičenih (ENMK) in večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) v mleku (Lock in Garnsworthy, 2003)	15
Slika 5: Vsebnost konjugirane linolne kisline (KLK; %) v bazenskih vzorcih pri treh režimih krmljenja (Jahreis in sod., 1997)	16
Slika 6: Vsebnost konjugirane linolne kisline (KLK; %) v mleku, prirejenem v ekološki in konvencionalni reji (Ellis in sod., 2006)	17
Slika 7: Primerjava kemijske sestave mleka, prirejenega v Sloveniji in Italiji	33
Slika 8: Primerjava n-3 in n-6 skupin večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) ter njunega razmerja med slovenskim in italijanskim mlekom	35



## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

MK/FA	maščobna kislina/fatty acid
NMK/SFA	nasičene maščobne kisline/saturated fatty acid
ENMK/MUFA	enkrat nenasičene maščobne kisline/monounsaturated fatty acid
VNMK/PUFA	večkrat nenasičene maščobne kisline/polyunsaturated fatty acid
KLK/CLA	konjugirana linolna kislina/conjugated linoleic acid
GLM	splošni linearni modeli/general linear models
MEMK	metilni estri maščobnih kislin
ISTE	<i>in situ</i> transesterifikacija
MAX	maksimum
MIN	minimum
n	število vzorčenj
STD	standardni odklon/standard deviation
KV	koeficient variabilnosti

## 1 UVOD

Slovenska beseda mleko je podobna poimenovanjem pri vseh slovanskih narodih. V praslovanščini naj bi se ta tekočina imenovala melko in je verjetno tvorba na osnovi indoevropske baze hmelk, ki pomeni potegniti, smukati, brisati, drgniti, v drugotnem pomenu molsti. Beseda se je torej razvila iz opravila – molže, ki pomeni glajenje in potegovanje kravjega, kozjega ali ovčjega vimena (Bogataj 1999).

Ljudem je v preteklosti pogosto primanjkovalo žit in mesa, zato so imeli mleko in mlečni izdelki pomembno vlogo za preživetje. Velik pomen so imeli zlasti pri odraščajoči mladini, nosečnicah, zdravljenih in ostarelih. Zdravilne lastnosti mleka so tako poznali v različnih povezavah in načinih (npr. blažilni učinki mlečnih obkladkov pri čebeljih pikih, pitje vročega mleka z medom kot zdravilo proti prehladu, mazila iz kislega mleka za zdravljenje turov in mozoljev ...) (Bogataj 1999). Možnim negativnim učinkom mleka na zdravje ljudi je bilo takrat namenjeno le malo pozornosti. Danes je povsem drugače, saj razviti svet razpolaga z obilico hrane. Potrošniki se z razvojem znanosti na področjih prehrane, medicine in živilstva vse bolj zavedajo, da sta nezdrava prehrana in nezdrav način življenja dejavnika, ki najbolj negativno vplivata na pojav kroničnih bolezni (Rogelj, 2002a).

Številne ankete so pokazale, da Slovenci danes zaužijemo manj mleka, kot smo ga včasih. Razlogov za to je več. Prav gotovo pa so k temu pripomogla številna sporočila v javnosti, ki govorijo o škodljivosti maščobe mleka zaradi visoke vsebnosti nasičenih in trans nenasičenih maščobnih kislin. Povečano zauživanje le teh je povezano z večjo nevarnostjo razvoja srčno žilnih bolezni. Res pa je, da si ljudje veliko bolj zapomnijo informacije o negativnih lastnostih maščobe mleka in vse pre pogosto prezrejo njene pozitivne učinke. Med maščobne kisline v mleku, ki imajo na zdravje ljudi številne zelo ugodne učinke, sodijo esencialne maščobne kisline in konjugirana linolna kislina, predvsem njena *cis-9 trans-11* izomera, za katero je vse več dokazov o antikarcinogenem delovanju (Rogelj, 2002a). Z vidika zdravja ljudi bi bilo zato ugodno, da v mleku zmanjšamo vsebnost nasičenih in trans nenasičenih maščobnih kislin in povečamo vsebnost večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Levart in sod., 2003).

Vsebnost in sestava maščob mleka nista konstantni. Nanju vpliva vrsta dejavnikov tako genetskih (npr. žival, pasma) in fizioloških (npr. zaporedna laktacija, stadij laktacije) kot tudi okoliških (npr. način reje, prehrana). O vplivu načina reje na MK sestavo mleka v Sloveniji ni veliko znanega, zato je bil namen diplomske naloge ugotoviti, kako način reje (ekološka oziroma konvencionalna) vpliva na maščobnokislinsko sestavo mleka. Pri tem pričakujemo očitne razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, saj v ekološki reji živali krmijo z večjimi količinami doma pridelane voluminozne krme in manjšimi količinami močnih krmil kot v konvencionalnih rejah. Poleg vpliva načina reje smo želeli ugotoviti razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega s krmljenjem krav molznic z zimskim in poletnim obrokom ter razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji ter v Furlaniji Julijski krajini v Italiji.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 POMEN IN SESTAVA MLEKA

Mleko je proizvod mlečne žleze, ki se izloča pri samicah sesalcev nekaj časa po porodu kot prva, popolna in lahko prebavljiva hrana za mladiče (Bajt in Golc-Teger, 2002). Mleko nekaterih domačih živalih, zlasti goveda, pa je vključeno tudi v vsakdanjo prehrano ljudi.

Z besedo mleko imamo običajno v mislih kravje mleko, ostale vrste mleka je potrebno posebej poimenovati, kot na primer: kozje mleko, ovčje mleko, kobilje mleko (Ferčej in Skušek, 1988). Sestava mleka različnih sesalcev se močno razlikuje po količini in porazdelitvi posameznih sestavin (preglednica 1) ter po njihovih lastnostih (senzoričnih, fizikalno-kemičnih in tehnoloških lastnosti). Povezana je z energijskimi potrebami in potrebami glede hitrosti rasti, ki jih imajo mladiči v danih podnebnih razmerah (Rogelj, 1996a).

Preglednica 1: Sestava kravjega, kozjega in ovčjega mleka (Souci in sod., 1994, cit. po Rogelj, 1996a)

Sestavine (g/100g)	Kravje mleko		Kozje mleko		Ovčje mleko	
	povprečje	meje	povprečje	meje	povprečje	meje
Voda	87,50	68,80 - 88,30	86,60	85,80 - 87,40	82,70	81,50 - 84,10
Maščoba	3,78	3,60 - 3,88	3,92	3,40 - 5,10	6,26	2,50 - 13,00
Beljakovine	3,33	3,08 - 3,70	3,69	2,90 - 4,70	5,27	4,95 - 11,60
Laktoza	4,54	4,35 - 4,80	4,20	4,00 - 4,90	4,55	4,25 - 5,20
Minerali	0,74	0,67 - 0,81	0,79	0,70 - 0,85	0,68	0,80 - 0,90

Kadar govorimo o sestavi mleka, največkrat navajamo zgolj glavne sestavine. To so tiste, ki jih je količinsko največ, pri tem pa pozabljamo, da ima mleko veliko prehransko vrednost in tudi funkcionalne učinke, predvsem zaradi pestrosti sestave, ki daje organizmu ob beljakovinah (3,3 %), maščobi (3,8 %) in laktozi (4,7 %) še celo paleto rudninskih snovi, vitaminov in drugih v sledovih prisotnih snovi. Prav zaradi sočasne prisotnosti vseh sestavin je prebavljivost in izkoristljivost mleka oz. njegovih sestavin boljša (Rogelj, 2002a).

Z ekonomskega stališča je sestava mleka pomembna tako za pridelovalca in predelovalca kot tudi za potrošnika. Za slednjega predvsem s prehranskega vidika (Stekar, 1995).

Za pridelovalca mleka je kakovostno mleko tisto, ki vsebuje velik odstotek maščobe, beljakovin, majhno število mikroorganizmov in somatskih celic. Za porabnika pa je, v duhu današnjega časa, kakovostno tisto mleko, ki vsebuje malo maščobe in veliko kalcija (Rogelj, 2001a).

### **2.1.1 Maščobe mleka**

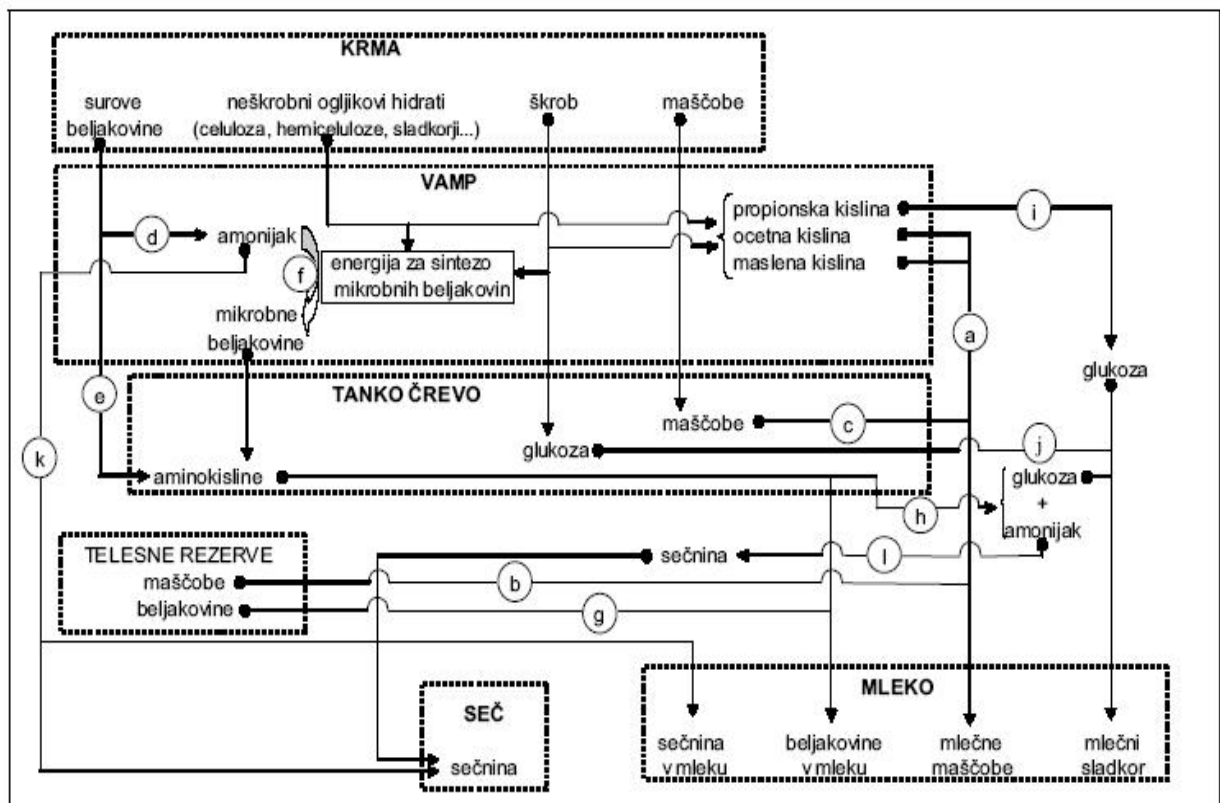
Maščobe so estri maščobnih kislin in sorodnih snovi, ki so topne v organskih topilih in netopne v vodi (Kapš, 2004). Maščoba se nahaja v mleku v maščobnih kroglicah (kapljicah), ki so porazdeljene v vodni fazi v obliki emulzije (Bajt in Golc-Teger, 2002). Maščobne kroglice lahko po velikosti razvrstimo v tri skupine, in sicer majhne, s premerom do 1  $\mu\text{m}$ , srednje, s premerom med 3 in 5  $\mu\text{m}$  in velike, s premerom med 8 in 10  $\mu\text{m}$  (Rogelj, 2002b). Zaradi njihove velikosti spada maščoba mleka med najbolj spremenljive sestavine mleka (Bajt in Golc-Teger, 2002).

### **2.1.2 Sestava in viri maščob v mleku**

Glavnino maščobe mleka (okoli 98 odstotkov) predstavljajo trigliceridi (triacilgliceroli), ki so sestavljeni iz ene molekule glicerola in treh molekul maščobnih kislin (MK). Mleko poleg triacilglicerola vsebuje še manjše količine di- in mono-acilglicerolov, prostih maščobnih kislin, fosfolipidov, holesterola in holesterol-estrov (Rogelj, 1996b).

Maščobe v mleku nastajajo predvsem iz očetne kisline, ki nastaja pri mikrobnih fermentaciji ogljikovih hidratov v predželodcih (slika 1, a). Pomembno vlogo pri nastanku maščob mleka ima tudi maslena kislina, medtem ko propionska vpliva le na mobilizacijo in nalaganje telesnih maščob, ne pa na tvorbo maščobe v mleku. Kakšno je razmerje med temi kisljinami v predželodcih, je odvisno od vrste obroka, ki ga krmimo kravam molznicam. Če obroki vsebujejo veliko strukturnih ogljikovih hidratov, potem mikroorganizmi iz njih tvorijo predvsem očetno kislino, zaradi česar se poveča vsebnost maščob v mleku. Nasprotno pa, če obroki vsebujejo veliko močnih krmil, potem mikroorganizmi iz njih tvorijo predvsem propionsko kislino, zaradi česar se vsebnost maščob v mleku zmanjša. Veliko vsebnost maščob v mleku lahko pričakujemo tudi pri krmljenju obrokov, ki vsebujejo veliko sladkorjev (npr. sladkorna pesa), ki spodbujajo nastajanje maslene kisline v predželodcih prežvekovalcev (Babnik in sod., 2004).

Acetat in 3-hidroksi butirat, ki nastajata pri fermentaciji v predželodcih, sta torej vira ogljika za številne maščobne kisline od maslene (C4:0) do miristinske kisline (C14:0) in dela palmitinske kisline (C16:0). Te maščobne kisline se tvorijo v mlečni žlezi. Pomemben vir maščob mleka so tudi maščobe, ki se sprostijo pri črpanju telesnih rezerv (slika 1, b) ter maščobe krme, ki se po prebavi in presnovi vgradijo v maščobe mleka (slika 1, c). Približno polovica vseh C16:0 in vse maščobne kisline z 18 C in več atomi prihajajo iz obroka, krme in telesnih maščobnih tkiv (Jenkins, 1993).



- a = de novo sinteza MK iz očetne, propionske in maslene MK
- b = sproščanje maščob iz telesnih rezerv
- c = absorbcija maščob iz tankega črevesa

Slika 1: Poenostavljen shematski prikaz presnove, od katere je odvisna sestava mleka (Babnik in sod., 2004)

### **2.1.3 Dejavniki, ki vplivajo na vsebnost in sestavo maščob v mleku**

Pri govedu je maščoba najbolj variabilna komponenta mleka. Spodnja fiziološko sprejemljiva meja je 3 %, zgornja pa 5 % (Babnik in sod., 2004). Dejavniki, ki vplivajo na vsebnost maščob mleka so: način molže (vsebnost maščob med molžo narašča od 1,5 % na začetku do 16 % na koncu), zaporedna laktacija (najvišja vsebnost maščob v drugi laktaciji), stadij laktacije, klimatski pogoji, letni čas, prehrana ter genetski dejavniki (različne pasme, razlike znotraj pasme). Vpliv krme in krmljenja ima daleč največji vpliv na sestavo mleka (Žgajnar, 1990). Odvisen je od sestave tal, gnojenja, sestave krmnih rastlin, postopka pri spravlilu krme in skladiščenju, nato pa se nadaljuje v hlevu, molzišču (Kervina in sod., 1994). Na maščobnokislinsko sestavo mleka vplivajo: maščobnokislinska sestava prehranske maščobe, obseg hidrolize in biohidrogeniranja nenasičenih maščobnih kislin v predželodcih, vpliv prehranskih maščobnih kislin na *de novo* sintezo kratkoverižnih MK v mlečni žlezi in obseg desaturacije nasičenih MK v enkrat nenasičene MK (Levart in sod., 2003). Po raziskavah Jahreis in sod. (1997) spadajo med dejavnike, ki vplivajo na maščobnokislinsko sestavo mleka tudi načini reje živali.

### **2.1.4 Maščobnokislinska sestava mleka**

Danes je maščobnokislinska sestava mleka že kar dobro poznana. Najpogosteje jo določamo s plinsko kromatografijo visoke ločljivosti (GC), ki nam omogoča hkratno določevanje velikega števila MK (Levart in sod., 2003).

Zaradi hitrega razvoja GC tehnike nastajajo težave pri primerjanju rezultatov različnih študij (preglednica 2), saj se z leti povečuje število v mleku določenih MK od 167 leta 1967, na preko 400 leta 1995 (Jensen, 2000).

Preglednica 2: Maščobnokislinska sestava mleka, prirejenega v Sloveniji, Nemčiji in ZDA (%) (<sup>1</sup>Stibilj in Koman-Rajšp, 1997; <sup>2</sup>Precht in Molkentin, 1997; <sup>3</sup>Jensen, 2000)

Nasičene maščobne kisline	Slovenija <sup>1</sup>	Nemčija <sup>2</sup>	ZDA <sup>3</sup>
C4:0		4,1	4,5
C6:0		2,4	2,3
C8:0		1,3	1,3
C10:0		2,9	2,7
C12:0	3,8	3,6	3,0
C14:0	13,14	11,1	10,7
C16:0	36,7	28,6	28,2
C17:0	0,9	0,7	0,7
C18:0	10,0	9,5	12,6
C20:0	0,2	0,2	
<b>Vsota</b>	<b>64,9</b>	<b>64,4</b>	<b>66,0</b>
<b>Enkrat nenasičene maščobne kisline</b>			
C16:1	2,3	1,8	1,6
C18:1	25,8	27,5	23,6
C20:1	0,3	0,2	0,2
<b>Vsota</b>	<b>28,4</b>	<b>29,5</b>	<b>25,4</b>
<b>Večkrat nenasičene maščobne kisline</b>			
C18:2	2,1	1,2	1,2
C18:3	0,8	0,7	0,7
<b>Vsota</b>	<b>2,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>

Maščobne kisline so sestavljene iz alkilne verige ogljikovih in vodikovih atomov ter karboksilne skupine (Lobb, 1992). Splošna formula zanje je  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ , kjer n lahko zavzema vrednosti od 0 do 30 (Ločniškar, 1999).

Glede na dolžino verige maščobne kisline (število C-atomov) jih delimo na (Lobb, 1992):

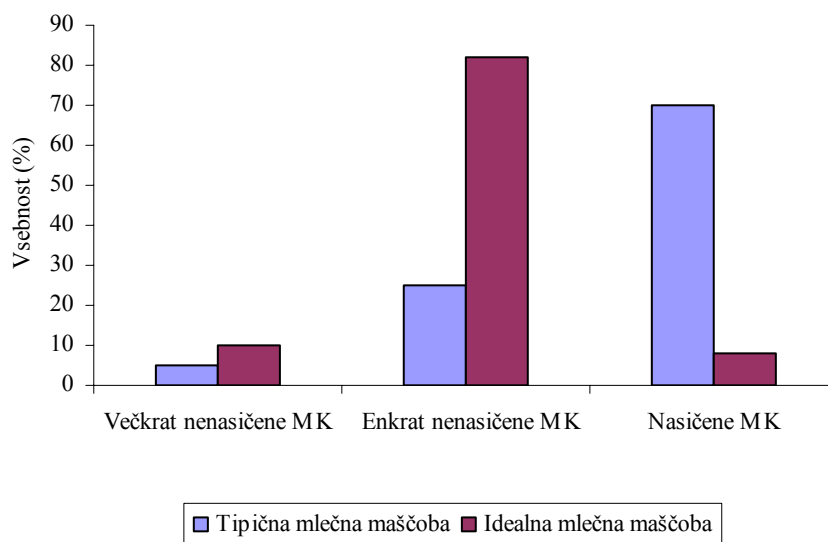
- **Kratkoverižne** (C4 do C10), katerih vsebnost v mleku je precej velika. Med prevladujoče kratkoverižne maščobne kisline v mlečni maščobi spadajo maslena (C4:0), kaprinska (C10:0), kaprojska (C6:0) in kaprilska (C8:0);
- **Srednjeverižne** (C11 do C17), kjer v mleku prevladujejo palmitinska (C16:0), miristinska (C14:0) in lavrinska (C12:0);
- **Dolgoverižne** (C18 in več C-atomov) maščobne kisline, kjer sta poleg oleinske (C18:1) in stearinske (C18:0) najpomembnejši linolna in linolenska kislina.



Nasičene MK ločimo od nenasičenih po številu dvojnih vezi, saj slednje lahko vsebujejo eno, dve, tri ali več dvojnih vezi, nasičene MK pa jih v svoji alkilni verigi ne vsebujejo (Kapš, 2004).

Nenasičene MK delimo glede na različne pozicije dvojne vezi na konjugirane in nekonjugirane, glede na geometrične izomere pa na cis (če vodikovi atomi ležijo na isti strani dvojne vezi) in trans (vodikovi atomi ležijo na nasprotnih si straneh) maščobne kisline (Kapš, 2004).

Ena izmed glavnih značilnosti in hkrati slabosti (gledano z vidika aterogenosti) maščobnokislinske sestave maščobe mleka je velika vsebnost nasičenih maščobnih kislin (NMK) (slika 2), ki predstavljajo približno 70 % vseh maščobnih kislin. Enkrat nenasičenih maščobnih kislin (ENMK) je 27 % ter 3 % večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) (Tratnik, 1998).



Slika 2: Primerjava med tipično in idealno maščobnokislinsko (MK) sestavo mleka (Grummer, 1991)

### 2.1.5 Maščoba mleka v prehrani ljudi

Danes se na črni listi vse pogostje nahajajo mleko in mlečni izdelki, predvsem tisti z večjo vsebnostjo maščobe in holesterola (Rogelj, 2002a). Pre pogosto se v medijih govori o

škodljivosti maščobe mleka in premalokrat omenja njene pozitivne učinke z vidika prehrane ljudi.

Maščoba mleka v prehrani predstavlja pomemben vir energije, saj od celotne energijske vrednosti mleka odpade na maščobo povprečno 54 % energije. Njena energetska vrednost znaša v povprečju 9 kcal/g ali 37 kJ/g (Tratnik, 1998). Poleg energijske vrednosti je pomembna tudi prehranska vrednost maščobe mleka, saj le ta vsebuje za organizem nujno potrebne esecialne maščobne kisline (Kapš, 2004). Vsebuje številne komponente z antikarcinogenim delovanjem, kot sta konjugirana linolna kislina in maslena kislina (Parodi, 1999). Holin, ki je sestavni del fosfolipidov maščobe mleka, pospešuje oksidacijo maščob v jetrih ter ob tem vzdržuje koncentracijo holesterola (Rogelj, 2002a). Maščoba v mleku je nosilec arome in okusa mleka, vpliva tudi na konsistenco mlečnih izdelkov (Bajt in Golc-Teger, 2002).

Povečano zauživanje nasičenih maščobnih kislin je povezano z večjo nevarnostjo razvoja obolenj srca in ožilja, ki so najpogostejši vzrok smrti v industrijsko razvitih deželah (Salobir, 2001). Še večjo nevarnost za nastanek srčno žilnih bolezni pa predstavljajo trans nenasičene maščobne kisline, še posebej trans C18:1 (Mensing in Zock, 1999). Med trans C18:1 pozicijskimi izomerami MK vsebjejo mlečne maščobe največ (40 do 50 %) vakcenske kisline (t-11 C18:1) (Wolff in sod., 1999). Potrebno je poudariti, da imajo različne pozicijske izomere različen učinek v presnovi oz. različno povečujejo nevarnost za nastanek srčno žilnih bolezni. Kot je Aro (1999) povzel rezultate drugih raziskav, koncentracija (t-11 C18:1) ni povezana s povečanjem nevarnosti srčno žilnih bolezni, medtem ko je povezava med elaidisko kislino (t-9 C18:1) in nevarnostjo srčno žilnih bolezni zelo močna.

Prehransko fiziološki učinki oziroma vloge najpomembnejših maščobnih kislin mleka so predstavljeni v preglednici 3.

Preglednica 3: Fiziološki učinki oziroma vloge najpomembnejših maščobnih kislin mleka (Salobir J. in Salobir K., 2003; Rogelj, 2001b)

Vsakanje ime	Oznaka	Učinek, vloga
<i>Nasičene maščobne kisline</i>		
Maslena	C4:0	Zaščita pred nekaterimi rakastimi obolenji
Lavrinska	C12:0	Zvišuje raven holesterola v krvi (aterogena)
Miristinska	C14:0	Najbolj aterogena
Palmitinska	C16:0	Aterogena
Stearinska	C18:0	Pospešuje strjevanje krvi
<i>Enkrat nenasičene maščobne kisline</i>		
Palmitoleinska	C16:1	Znižuje raven holesterola
Oleinska	C18:1	Znižuje raven holesterola
<i>Večkrat nenasičene maščobne kisline</i>		
Linolna	C18:2n-6	Esencialna MK
$\alpha$ - Linolenska	C18:3n-3	Esencialna MK
$\gamma$ - Linolenska	C18:3n-6	Funkcionalna pri multipli sklerozi
Arahidonska	C20:4n-6	Predstopnja tkivnih hormonov n-6 vrste
Eikozapentaenojska (EPA)	C20:5n-3	Predstopnja tkivnih hormonov n-3 vrste
Dokozaheksaenojska (DHA)	C22:6n-3	Gradnik možganov, živčevja, očesne mrežnice

Kot je razvidno iz preglednice 3, VNMK glede na položaj dvojnih vezi delimo na dve družini: n-3 in n-6. Te predstavljajo pomembno vlogo v strukturi celičnih membran in so prekursorji eikozanoidov, biološko zelo reaktivnih spojin (Levart in sod., 2003). Na razmerje eikozanoidov je mogoče vplivati s količino in razmerjem n-6 in n-3 VNMK. Eikozanoidi, ki nastajajo iz arahidonske kisline, pospešujejo koagulacijo krvi, povečujejo krvni tlak in močno stimulirajo imunski odziv organizma in vnetne procese (Salobir J. in Salobir K., 2003).

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) in druge podobne raziskave priporočajo, da naj bo razmerje med n-6 in n-3 MK med 5:1 do 10:1 (Salobir J. in Salobir K., 2003). V evropskih in tudi v naših prehranskih razmerah je to razmerje veliko širše, saj se giblje med 10 do 25:1. VNMK, ki imajo pomembno vlogo pri preventivi srčno žilnih bolezni, so nujno potrebne tudi za rast in razvoj možganov ter imunskega sistema pri otrocih (Willians, 2000).

#### 2.1.5.1 Konjugirana linolna kislina

Vse večji pomen v zvezi z maščobnimi kisljinami v današnjem času pripisujejo konjugirani linolni kislini (KLK). Izraz KLK se uporablja za opis izomer linolne kisline, ki nimajo dvojnih vezi v običajni *cis* 1,4 pentadienski konfiguraciji. Mleko in mlečni izdelki poleg mesa prežvekovalcev predstavljajo glavni prehranski vir KLK. KLK predstavlja mešanico pozicijskih in geometrijskih izomer linolne kisline (C18:2), med katerimi prevladuje *cis*-9 *trans*-11 izomera. KLK je vmesni produkt, ki nastane v predželodcih med procesom biohidrogenacije linolne kisline. KLK se nato s pomočjo encimsko kataliziranih reakcij hidrogenira do *trans*-11 C18:1 in naprej do stearinske kisline (C18:0) (Ulberth, 1999). V predželodcih nastala *cis*-9 *trans*-11 KLK je eden od virov KLK v mleku, večina pa se tvori endogeno v mlečni žlezi iz vakcenske kisline (*t*-11 C18:1) z encimom  $\Delta$ -9 desaturazo (Corl in sod., 2001; Lock in Garnsworthy, 2002; Kelly in sod., 1998).

Številne raziskave, opravljene na živalih, so dokazale celo vrsto ugodnih vplivov te izomere KLK na zdravje (Ulberth, 1999; Pariza, 2001; Rogelj, 2001b). Je učinkovit antikarcinogen, saj zavira razvoj tumorjev med vsemi fazami karcinogeneze (pred in med napredovanjem ter širjenjem), je imunomodulator, pospešuje rast in pridobivanje brezmaščobne telesne mase. Svoje antikancerogeno delovanje kaže KLK že v sorazmerno majhnih koncentracijah, manjših od enega odstotka hrane. Delovanje ni odvisno od prisotnosti oz. kombiniranja z drugimi MK hrane. KLK deluje tudi antiaterogeno, kar so dokazale tudi raziskave na kuncih (Lee in sod., 1994). Koncentracija KLK je odvisna predvsem od režima krmljenja, nanjo pa vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so specifična mikroflora predželodcev pri posameznih živalih in/ali genetska regulacija (Ulberth, 1999).

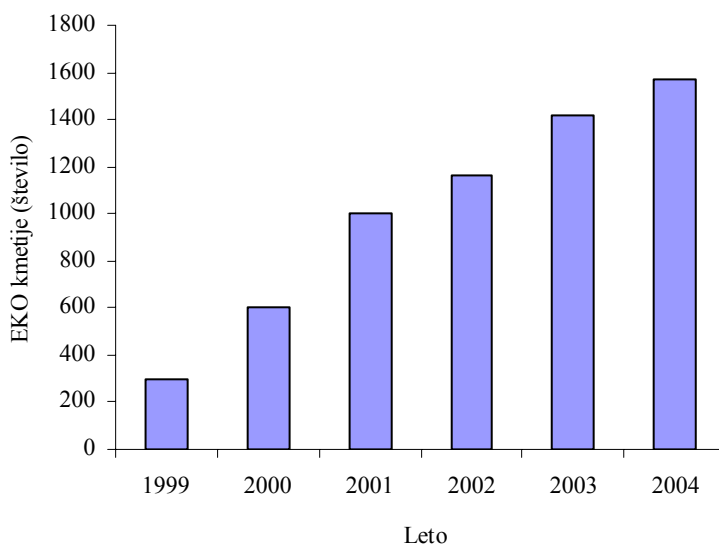
## 2.2 NAČINI REJE V SLOVENJI

Slovenija je država z malo kakovostnih kmetijskih zemljišč. Od tega je približno tretjina njivskih površin, dve tretjini pa predstavljajo travniki. Večina teh površin so absolutne travne površine, ki se jih ne da spremeniti v njive. Zato jih je možno izkoriščati le z rastlinojedimi živalmi, predvsem govedom. Z rejo goveda te površine ohranjamo v funkciji pridelave hrane. Govedo in s tem tudi krave molznice so najučinkovitejše v izkoriščanju energije in beljakovin krme in so zato tudi v Sloveniji nenadomestljive za ohranjanje

rodovitnosti kmetijske zemlje, ohranjanje slabših površin v obdelavi in s tem kulturne krajine, ki so jo naši predniki s kmetovanjem oblikovali dolga stoletja. Čeprav se število krav, zlasti molznic, zadnja leta zmanjšuje, se prireja mleka povečuje, njegova kakovost pa izboljšuje, k čemur je poleg ostalih dejavnikov zagotovo pripomogla vse večja osveščenost slovenskih porabnikov (Osterc, 2002). Ljudje namreč vse bolj odklanjajo pridelke, ki so pridelani na nesonaravne načine. Kakovost živinorejskih proizvodov torej vse bolj vključuje načine pridelave (Osterc, 2001).

### 2.2.1 Razlike med ekološko in konvencionalno prirejo mleka

Zaradi potreb po ohranjanju biotske ter krajinske pestrosti in naravnih virov so za Slovenijo vedno bolj pomembne sonaravne oblike kmetijstva, med katerimi ima poseben pomen in vlogo ekološko kmetovanje, s katerim se v Sloveniji ukvarjamo že od poznih 80. let 20. stoletja. Število ekoloških kmetij se iz leta v leto povečuje (slika 3). Ekološko ali biološko kmetovanje je način trajnostnega kmetovanja in je običajno mešano, saj kombinira rastlinsko pridelavo in rejo živali (ANEK, 2006).



Slika 3: Število kontroliranih ekoloških kmetij v Sloveniji (ANEK, 2006)

Ekološka reja živali se od konvencionalne, ki je v Sloveniji še vedno najbolj razširjena reja, razlikuje zlasti v prehrani živali. Pri ekološkem načinu reje mora biti krma pridelana na ekološki način in izvirati iz lastne kmetije. Obrok na žival lahko vsebuje do 30 % suhe snovi sestavin iz kmetijskih pridelkov, ki niso pridelani na domačem ekološkem kmetijskem gospodarstvu (Repič in sod., 2005). Pri ekološki reji celoletno krmljenje s konzervirano voluminozno krmo ni dovoljeno. Osnovni obrok v ekološki reji poleti predstavlja sveža (zelena) krma ali paša, medtem ko pri konvencionalni reji ta ni obvezna (tudi v poletnem času lahko krmijo le konzervirano krmo). Osnovni obrok v ekološki reji večinoma dopolnujemo z doma pridelanimi žiti in dokupljenimi mineralno-vitaminskimi mešanicami, ki so pripravljene izključno za ekološko rejo. Ker je uporaba močne krme v primerjavi s konvencionalnim načinom reje omejena, tako glede dnevnih količin kot tudi dovoljenega dokupa krmil iz konvencionalne pridelave, je v ekološki reji krav molznic količina prirejenega mleka na kravo manjša (Bavec in sod., 2001). V zimskih mesecih so si obroki krav molznic v obeh načinih reje zelo podobni. Osnovni zimski obrok v ekološki reji predstavlja seno ali travna silaža, medtem ko v konvencionalni reji uporabljamo še koruzno silažo. V konvencionalni reji živalim ponudimo tudi večje količine močnih krmil kot pri ekološki reji.

V ekološki reji je dodajanje posameznih izoliranih aminokislin in antibiotikov namenjenih pospeševanju rasti, prireje ali zmogljivosti, prepovedano. Prav tako ne smemo uporabljati krmil, ki so bila predhodno obdelana s topili, kot so sojine ali sončnične tropine, ali pa izvirajo iz gensko spremenjenih organizmov (Repič in sod., 2005).

Živali pri ekološki reji za razliko od konvencionalne reje ne smejo biti privezane, razen v točno določenih primerih. Živalim moramo omogočiti vsaj 180 dni izpusta na leto. Pomembne so tudi bivalne razmere (gostota živali, osvetlitev, zračnost hleva, velikost ležišč, primernost tal itd.) (Bavec in sod., 2001).

Bolezni v ekološki reji lahko preprečujemo z izbiro primerne pasme živali, tehnologije reje in kakovosti ekološke krme. V primeru bolezni živali se veterinarji poslužujejo izdelkov rastlinskega izvora (razen antibiotikov) in homeopatskih izdelkov (npr. rastlinskih, živalskih ali mineralnih snovi). Če zdravljenje s temi sredstvi ni učinkovito, lahko pod nadzorom veterinarja uporabimo tudi druge veterinarske medicinske izdelke ali antibiotike

(Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oz. živil, 2001). Pri konvencionalni reji ni omejitev glede uporabe veterinarsko farmacevtskih pripravkov.

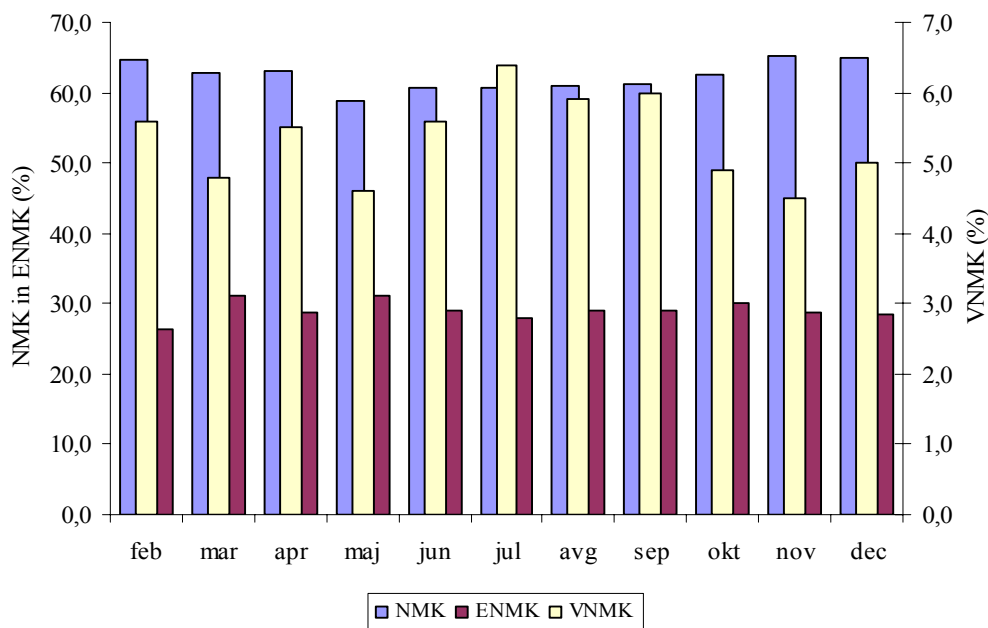
Ekološko kmetovanje urejajo trije pravilniki:

- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oz. živil (2001),
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil (2003),
- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oz. živil (2006).

V Sloveniji Zveza združenj ekoloških kmetov združuje osem regionalnih društev slovenskih ekoloških kmetov. Zveza je članica mednarodne zveze gibanj za ekološko kmetijstvo – IOFAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) (Bavec in sod., 2001).

### **2.2.2 Vpliv načina reje, prehrane in sezone oz. obroka na maščobnokislinsko sestavo mleka**

Razlike med konvencionalno in ekološko rejo v maščobnokislinski sestavi mleka so v veliki meri pogojene s prehrano živali, ki se med letom spreminja (poletni in zimski obrok) (Ellis in sod., 2006). Poleti, ko se živali pasejo na travnikih, se vsebnost nenasičenih maščobnih kislin v mleku poveča tako pri ekološki kot tudi konvencionalni reji, vendar le v primeru, da so živali na paši ali dobivajo sveže košeno travo krmljeno v hlevu. V zimskih mesecih, ko živali zauživajo popolno krmno mešanico, sestavljeno iz sena, konzervirane krme, koncentratov in mineralno vitaminskih dodatkov (zimski obrok), pa se v mleku poveča vsebnost nasičenih maščobnih kislin (slika 4) (Lock in Garnsworthy, 2003).



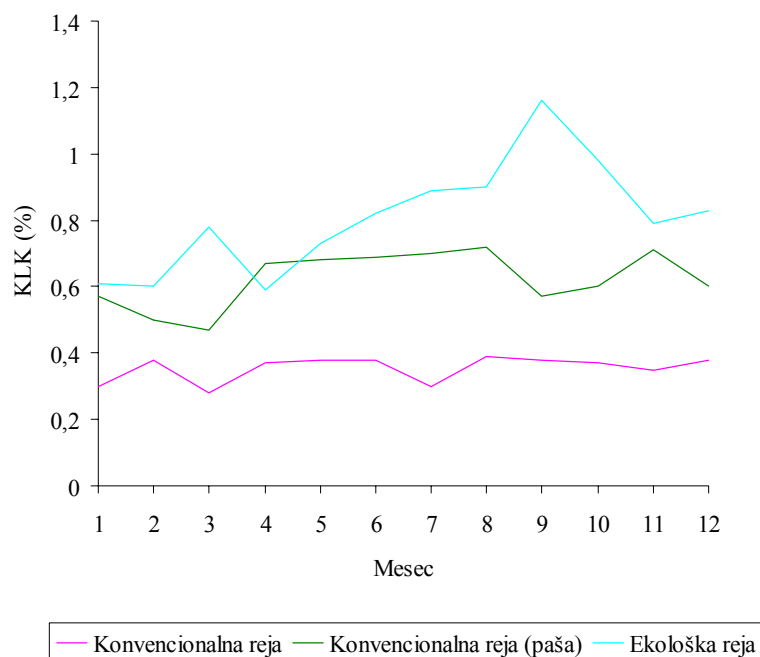
Slika 4: Letno spreminjanje nasičenih (NMK), enkrat nenasičenih (ENMK) in večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) v mleku (Lock in Garnsworthy, 2003)

Po raziskavah Stanton in sod. (1997), Kelly in sod. (1998) ter Parodi (1999) se poleti, ko se živali pasejo, v mleku znatno poveča vsebnost KLK. Njena vrednost je v tem obdobju 2 do 3 krat večja kot pozimi, ko so živali krmljene s konzervirano krmo. Prav tako so Dhiman in sod. (1999) z raziskavo dokazali, da se vsebnost KLK v mleku povečuje linearno s povečanjem vsebnosti sveže trave v obroku.

Poleg zaželene konjugirane linolne kisline se v času paše v mleku sintetizira tudi več trans maščobnih kislin. Največji delež zavzema vakcenska kislina, ki je po raziskavah Jahreis in sod. (1997) linearno povezana z nastajanjem konjugirane linolne kisline. V svoji študiji so Jahreis in sod. (1997) primerjali vpliv treh načinov reje na vsebnost KLK v mleku, in sicer:

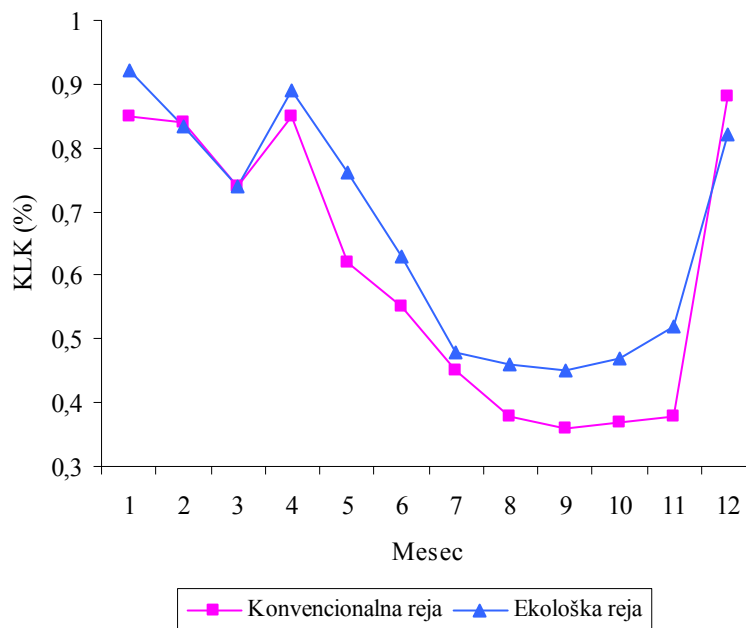
- konvencionalno rejo (živali so celo leto v hlevu, krmljene s koruzno silažo in veliko močnih krmil);
- konvencionalno rejo (poleti paša, pozimi travna in koruzna silaža, malo močnih krmil);
- ekološko rejo (poleti paša, pozimi deteljna, lucernina in travna silaža, malo močnih krmil).





Slika 5: Vsebnost konjugirane linolne kisline (KLK; %) v bazenskih vzorcih pri treh režimih krmljenja (Jahreis in sod., 1997)

Kot kaže slika 5, je delež KLK največji v maščobah mleka molznic na zeleni krmil. V zimskem obdobju je delež KLK večji, če je delež močnih krmil majhen (Jahreis in sod., 1997). Podobne ugotovitve podajajo tudi Bergamo in sod. (2003), medtem ko so Toledo in sod. (2002) v svoji raziskavi ugotovili, da vpliv načina reje (konvencionalna ali ekološka reja) na vsebnost KLK nima statistično značilnega vpliva, kar so v svoji študiji ugotovili tudi Ellis in sod. (2006) (slika 6).



Slika 6: Vsebnost konjugirane linolne kisline (KLK; %) v mleku, prirejenem v ekološki in konvencionalni reji (Ellis in sod., 2006)

V raziskavi Ellis in sod. (2006) se je mleko prirejeno na ekološki način od konvencionalno prirejenega mleka razlikovalo v le v deležu ENMK, VNMK ter n-3 VNMK. Ekološko prirejeno mleko je bilo bogatejše z VNMK, medtem ko je konvencionalno prirejeno mleko vsebovalo večji delež ENMK (preglednica 4).

Preglednica 4: Povprečne vrednosti skupin maščobnih kislin mleka, prirejenega na ekološki in konvencionalni način (%) (Ellis in sod., 2006)

Skupine maščobnih kislin	Vrsta mleka	
	Konvencionalno	Ekološko
Nasičene maščobne kisline (NMK)	67,25 (3,54)	68,13 (3,51)
Enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK)	27,63 (2,94) <sup>a</sup>	26,19 (3,01) <sup>b</sup>
Večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK)	3,33 (0,66) <sup>a</sup>	3,89 (0,61) <sup>b</sup>
n-3 VNMK	0,66 (0,22) <sup>a</sup>	1,11 (0,25) <sup>b</sup>
n-6 VNMK	1,68 (0,46)	1,68 (0,44)

Velike spremembe v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega na ekološki ali konvencionalni način, lahko torej razložimo s sestavo krmnega obroka (preglednica 5). Sveža trava vsebuje v zmernem geografskem pasu od 1 do 3 % maščobnih kislin, z večjo vsebnostjo spomladi in jeseni (Dhiman in sod., 2005). Posebnost zelene krme je velika

vsebnost VNMK, predvsem C18:3 n-3 ( $\alpha$ -linolenska kislina), ki predstavlja 48 do 56 % vseh maščobnih kislin v zeleni krmi (Dhiman in sod., 1999) in je pomemben substrat za biohidrogenacijo v predželodcih (Elgersma in sod., 2004).

V senu se delež VNMK zaradi občutljivosti na kisik in svetlobo s časom zmanjšuje (oksidacija) (Dewhurst in King, 1998), zato je njihov vpliv na maščobnokislinsko sestavo mleka manjši kot pri sveži krmi.

Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava maščob (%) v voluminozni krmi (<sup>1</sup>Mathes in sod., 1996; <sup>2</sup>Lopez-Bote in sod., 1998; <sup>3</sup>Loor in sod., 2002)

Maščobne kisline	Seno <sup>1</sup>	Trava <sup>1</sup>	Trava <sup>2</sup>	Trava <sup>3</sup>	Detelja <sup>3</sup>
C16:0	29,01	13,62	18,52	20,9	24,20
C16:1	1,67	1,34	0,42	0,33	0,35
C18:0	3,16	1,66	2,40	1,79	3,50
C18:1 n-9	5,81	1,89	11,13	2,06	3,19
C18:2 n-6	29,08	18,72	14,06	21,10	22,36
C18:3 n-3	27,89	55,78	53,46	53,21	45,39
n-6:n-3	1,04	0,33	0,26	0,40	0,50

Na maščobnokislinsko sestavo mleka, prirejenega na paši, vplivata botanična sestava pašnika in nadmorska višina (Collomb in sod., 2001, 2002). Vsebnost KLK v mleku se je z nadmorsko višino pašnika povečevala od 0,85 % (nižinski pašniki, 600 do 650 m), preko 1,61 % (sredogorje, 900 do 1210 m) na 2,36 % v visokogorju (1250 do 2120 m), hkrati pa se je v mleku povečevala tudi vsebnost trans-C18:1 kislin (2,11 %, 3,66 %, 5,10 %, v nižini, sredogorju in visokogorju). Te razlike si razlagamo tako, da zaradi večjega zauživanja VNMK s krmo prihaja do intenzivnejše biohidrogenacije v predželodcih. Večjo vsebnost VNMK v mleku, prirejenem v visokogorju, lahko pripisujemo tudi drugim faktorjem, kot so nižja temperatura, več gibanja živali, zmanjšano zauživanje maščob (Bugaud in sod., 2001).

Vpliv krmljenja silaže in močnih krmil na maščobnokislinsko sestavo maščob mleka prikazuje preglednica 6. Iz nje je razvidno, da je mleko živali, krmljenih s koruzno silažo v primerjavi z mlekom živali, krmljenih s travno silažo, vsebovalo več C16:1 in C18:2 n-6, manj pa C16:0, C18:0 in C18:3 n-3 MK. V mleku živali, ki so se pasle, se v primerjavi z mlekom živali, krmljenih s travno ali koruzno silažo, poveča vsebnost C18:0, C18:1 n-9, C18:2 n-6, C18:3 n-3 in zmanjša vsebnost C14:0 in C16:0 (Chilliard in sod., 2001). Dewhurst in sod. (2003) so v raziskavi, kjer so primerjali vpliv krmljenja travne silaže in

deteljne silaže, ugotovili večjo vsebnost VNMK, zlasti  $\alpha$ -linolenske kisline, ter manjšo vsebnost palmitinske kisline v mleku krav, krmljenih s deteljno silažo.

Preglednica 6: Maščobnokislinska sestava mleka krav (%), ki so zauživale različne obroke na osnovi voluminozne krme (Chilliard in sod., 2001)

Maščobne kisline	Paša	Travna silaža	Travna silaža in koncentradi	Koruzna silaža in koncentradi
C14:0	9,9		12,5	12,4
C16:0	25,8	27,8	35,6	32,7
C16:1	1,7		1,6	2,2
C18:0	11,14	10,3	9,9	8,1
C18:1 n-9	27,9	30,8	20,9	19,5
C18:2 n-6	2,6		1,5	2,2
C18:3 n-3	1,4		0,5	0,3
n-6:n-3	1,85		3,0	7,3

Delež KLK se v mleku živali, ki poleg paše dobivajo močna krmila (žitna zrna), zmanjša. V primeru paše (brez močnih krmil) je bil delež KLK v mleku 2,21 %, pri dopolnitvi paše s 6 oz. 12 kg močnih krmil, pa se je delež KLK zmanjšal 1,43 oz. 0,89 % (Dhiman in sod., 1999). Zmanjšanje deleža KLK v mleku se dogodi tudi pri živalih, ki poleg travne silaže zauživajo močna krmila na osnovi žit oz. namesto travne silaže zauživajo koruzno silažo, ki vsebuje 20 do 40 % zrn (Jahreis in sod., 1997). Velika količina močnih krmil (žitnega zrnja) zmanjšuje pH v predželodcih, kar spremeni mikrobovo populacijo (McDonald in sod., 1995). Zato se zmanjša populacija celulolitičnih mikroorganizmov in drugih mikrobov, ki so vključeni v biohidrogenacijo MK in s tem tvorbo KLK in vakuenske kisline (Jiang in sod., 1996).

Poleg kakovosti voluminozne krme ter njenega deleža v obroku, razmerja med voluminozno krmo in močnimi krmili, sestavo, vrsto močnih krmil, vpliva na vsebnost maščobnih kislin v mleku tudi hitrost spreminjanja sestave obroka. Če je v obroku preveč surove vlaknine, živali zaužijejo manj krme, če pa je vlaknine premalo, pade vsebnost maščob v mleku. Poleg zmanjšanja količine maščob se spremeni tudi čvrstost (konzistenca) maščobe mleka (postane mehkejša). Ta pojav je posebno pogost pri spomladanskem prehodu iz zimskega na poletni obrok z veliko mlade zelene krme. Prehod mora biti zato postopen, obrok pa vsaj na začetku dopolnjen s senom (Kervina in sod., 1994).

Vsebnost VNMK, predvsem iz skupine n-3 (VNMK) v mleku, lahko povečamo z vključevanjem različnih maščobnih dodatkov v krmne obroke (Levart in sod., 2003). Bogat vir VNMK so nekatera rastlinska olja (sojino, sončnično, repično, laneno, bombažno, koruzno olje), semena ter ribje olje (Salobir, 2001). Murphy in sod. (1990 in 1995) so v svojih raziskavah ugotovili, da dodajanje polnomastne soje in oljne repice živalim na paši ali živalim, krmljenim s travno silažo, v mleku poveča vsebnost C18:1, zmanjša pa vsebnost C16:0. Do podobnih rezultatov so prišli tudi z dodajanjem sojinega olja in olja repice. Vsebnost nasičenih MK v mleku se je zmanjšala za 20 %, povečala se je vsebnost KKK in trans MK (Loor in Herbein, 2003).

Ribje olje je bogato z dolgoverižnimi VNMK, med katerimi sta najpomembnejši C20:5 n-3 (eikozapentanojska kislina) in C22:6 n-3 (dokozaheksanojska kislina). Maščobnokislinska sestava ribjih olj močno varira in je odvisna od vrste rib, geografskega porekla in sezone lova (Levart in sod., 2003). V raziskavi dodatka ribjega olja v krmni obrok na maščobnokislinsko sestavo mleka so Whitlock in sod. (2002) ugotovili, da je dodatek olja povečal delež KKK v mleku.

Spreminjanje maščobnokislinske sestave mleka pa je z dodajanjem VNMK in ENMK v krmo zaradi njihovega biohidrogeniranja v predželodcih problematično. Večja vsebnost maščob v krmi negativno vpliva na aktivnost mikroorganizmov v predželodcih, kar poslabša fermentacijo celuloze in posledično zauživanje suhe snovi (Lavrenčič, 1999).

S prehrano delež nenasičenih MK v mleku prežvekovalcev povečamo tako, da uporabimo zaščitene maščobe (obidemo mikrobno aktivnost v predželodcih) ali da povečamo obseg desaturiranja MK v mlečni žlezi in tkivih (zagotovimo dovolj substrata, predvsem C18:0) (Fearon, 2001).

### **3 MATERIAL IN METODE**

#### **3.1 MATERIAL**

##### **3.1.1 Vzorci mleka**

V prvi del naše raziskave smo vključili 48 bazenskih vzorcev mleka, odvzetih z 20 kmetij in 4 mlekarne. Odvzem vzorcev je potekal med 12. 3. in 21. 3. 2005 ter med 20. 7. in 5. 8. 2005, na planinah Krstenica in v Čadrgu pa konec avgusta, in sicer 28. in 29. 8. 2005. Vzorčenje je potekalo na celotnem območju Slovenije: od severne Primorske, osrednje Slovenije, do Štajerske. Kmetije so se razlikovale po načinu prireje mleka (ekološke: št. vzorcev mleka ( $n$ ) = 20 in konvencionalne kmetije, h katerim so prištete še vse štiri mlekarne:  $n$  = 28). Vzorce mleka smo odvzeli v času krmljenja krav s poletnim in zimskim obrokom. Poletni obrok v ekološki reji temelji predvsem na paši, medtem ko pri konvencionalni reji paše poleti ni ali pa predstavlja le del osnovnega obroka, medtem ko glavnilino predstavljata travna in koruzna silaža ter mrva. Osnovni zimski obrok v ekološki reji predstavlja seno ali travna silaža, medtem ko v konvencionalni reji uporabljamo še koruzno silažo.

Za vrednotenje prehranske kakovosti mleka, prirejenega v Sloveniji, smo v drugi del naše raziskave vključili vzorce, zbrane v projektu Interreg IIIa Italija–Slovenija (2000-2006). Vzorčenje 10 vzorcev mleka (3 vzorci iz ekološke in 7 iz konvencionalne kmetije), prirejenega na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji je potekalo od 6. 5. do 12. 5. 2005. V Furlaniji in Julijski krajini (Italija) pa smo odvzeli 9 vzorcev mleka (3 vzorci iz ekoloških in 6 iz konvencionalnih kmetij). Vzorčenje je potekalo od 2. 5. do 18. 5. 2005. Ekološka reja živali v Italiji še ni certificirana, se pa približuje ekološki reji v Sloveniji.

#### **3.2 METODE DELA**

##### **3.2.1 Določanje sestave mleka**

Analize kemijske sestave vzorcev mleka so predhodno določili v Laboratoriju za mlekarstvo.

Vsebnosti maščobe, beljakovin in laktoze v mleku so določali z uporabo IR instrumenta po metodi ISO 9622/IDF 141C (aparatura: MilcoScan FT, 6000, Foss Electric, Danska), medtem ko so število somatskih celic določali po metodi ISO 13366 – 3 (aparatura: Fossomatic 5000, Foss Electric, Danska). Za določanje vsebnosti sečnine uporabljajo metodo ISO 14637/ IDF195 (aparatura: Microlab EFA, Eurochem, Italija), za določanje skupnega števila bakterij pa IDF 161A (aparatura BactoScan 8000, Foss Electric, Danska).

### **3.2.2 Priprava metilnih estrov maščobnih kislin za analizo maščobnokislinske sestave**

Estrenje maščobnih kislin smo izvedli po metodi, ki sta jo razvila Park in Goins (1994) brez predhodne ekstrakcije maščob iz vzorca mleka. Zamrznjene vzorce mleka smo pred pričetkom analize odmrznili ter jih v vodni kopeli segreli na 38 °C. Nato smo v steklene epruvete z zamaški (Hachove epruvete) odpipetirali 0,5 g homogeniziranega vzorca mleka, dodali 0,3 ml metilen klorida ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) in 3 ml sveže pripravljene 0,5 M NaOH v metanolu (2 g NaOH/100 ml  $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Epruvete smo prepihali z dušikom (inertna atmosfera, tako smo preprečili oksidacijo s kisikom iz zraka), jih dobro zaprli z zamaškom, dobro premešali in segrevali 10 min pri 90 °C v termičnem bloku. Epruvete smo nato hitro ohladili v ledeni vodni kopeli na sobno temperaturo. Po ohladitvi vsebine vzorca smo v digestoriju v epruveto dodali 3 ml 12 % borovega trifluorida ( $\text{BF}_3$ ) v metanolu, jih prepihali z dušikom, dobro zaprli, premešali in ponovno segrevali 10 minut v termičnem bloku pri temperaturi 90 °C. Po ohladitvi vzorcev v ledeni kopeli smo v epruvete odpipetirali 3 ml deionizirane vode in 1,5 ml heksana. Metilne estre maščobnih kislin (MEMK) smo ekstrahirali v nepolarno topilo tako, da smo epruvete močno stresali 1 minuto. Reakcijsko zmes smo nato centrifugirali 10 minut pri 2000 obratih na minuto, s čimer se je ločila heksanska (vrhnja plast) od vodne faze. S Pasteurjevo pipeto smo previdno odvzeli zgornjo heksansko plast in jo prenesli v majhne temne stekleničke, v katerih smo hranili vzorce do analize. Pri odvzemu smo morali paziti, da s heksansko plastjo ne bi zajeli še vodne plasti. Označene stekleničke smo prepihali z dušikom. Tako so bili vzorci pripravljene za plinsko kromatografijo. Če vzorcev nismo analizirali takoj, smo jih shranili v zmrzovalnik pri temperaturi –20 °C.

### 3.2.3 Določanje maščobnokislinske sestave mleka s plinsko kromatografijo

Metilne estre maščobnih kislin smo po estrenju z metanolom in ekstrahiranju nastalih metilnih estrov v heksan ločili s pomočjo plinskega kromatografa Agilent 6890 Series GC, opremljenega z avtomatskim injektorjem in podajalnikom vzorcev ter FID detektorjem. Za ločitev maščobnih kislin smo uporabili kapilarno kolono (Omegawax 320) iz silike, s kemijsko vezano stacionarno fazo polietilenglikola dolžine 30 m, notranjega premera 0,32 mm ter debeline filma stacionarne faze 0,25  $\mu\text{m}$ .

Kromatografski pogoji analize maščobnih kislin so podani v preglednici 7 (temperaturni program) in 8 (pretoki plinov).

Preglednica 7: Temperaturni program za ločbo metilnih estrov maščobnih kislin v vzorcih mleka

Začetna temperatura [°C]:	185
Začetni zadrževalni čas [min]:	0
Hitrost dviganja temperature [°C/min]:	1
Končna temperatura [°C]:	215
Končni zadrževalni čas [min]:	9
Temperatura injektorja [°C]:	250
Temperatura detektorja [°C]:	250

Preglednica 8: Pretoki plinov za ločbo metilnih estrov maščobnih kislin v vzorcih mleka

Helij (nosilni plin) [ml/min]:	2,0
Dušik (make-up plin) [ml/min]:	25
Vodik (gorilni plin) [ml/min]:	40
Sintetični zrak [ml/min]:	450
ČAS ANALIZE [min]	46
VOLUMEN INJECIRANJA [ $\mu\text{l}$ ]	1
NAČIN INJECIRANJA	split
SPLIT RAZMERJE	20:1

Na osnovi primerjave retencijskih časov v vzorcu z retencijskimi časi kromatografskih vrhov v standardnih raztopinah posameznih metilnih estrov smo identificirali posamezne metilne estre maščobnih kislin. Faktor odzivnosti (Response factor; Rf) za posamezne metilne estre maščobnih kislin (kalibriranje instrumenta) smo določali na osnovi mešanga standarda Nucheck 85, mešanice metilnih estrov maščobnih kislin z znanimi utežnimi deleži. Po določitvi faktorja odzivnosti smo izračunali masne deleže metilnih estrov maščobnih kislin v vzorcih (g posamezne MK/100g vseh določenih MK), katere bomo v tekstu označevali s %.



### 3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Zbrane podatke smo vnesli in uredili s programom Microsoft Excel. V statistično obdelavo, pri kateri smo uporabili programski paket SAS/STAT (SAS, 1994), smo vključili le tiste maščobne kisline, ki pozitivno ali negativno vplivajo na zdravje ljudi: C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1, KLK, C18:2 n-6, C18:3 n-3, skupine maščobnih kislin, NMK, ENMK, VNMK, n-3 VNMK, n-6 VNMK ter razmerje med n-3 in n-6 VNMK. S tem programom smo za bazenske vzorce mleka izračunali osnovno statistiko (PROC MEANS).

Z metodo najmanjših kvadratov v proceduri GLM (General linear models) smo preverjali vplive na vsebnost maščobnih kislin v mleku. Statistično značilnost posameznih vplivov smo vrednotili s pomočjo Tukey-Kramerjevega testa.

#### 3.3.1 Statistični model

V prvi statistični model smo po predhodnih analizah vključili vpliv načina reje (konvencionalna, ekološka), obrok (poletni, zimski) ter interakcijo med rejo in obrokom. Uporabili smo model, prikazan v enačbi 1.

Uporabili smo statistični model:

$$y_{ij} = \mu + O_i + R_j + OR_{ij} + e_{ij} \quad \dots (1)$$

kjer je:  $y_{ij}$  – opazovana lastnost,  $\mu$  – srednja vrednost;  $O_i$  – obrok ( $i$  = poletni, zimski);

$R_j$  – način reje ( $j$  = ekološka ali konvencionalna);  $OR_{ij}$  – interakcija med obrokom in rejo;  $e_{ij}$  – ostanek.

V primerjavi podatkov Interreg IIIa Slovenija-Italija pa smo v model kot sistematski vpliv vključili le državo in tako, na podlagi rezultatov, primerjali maščobnokislinsko sestavo mleka, prirejenega v Sloveniji in Italiji (enačba 2).

Uporabili smo statistični model:

$$y_i = \mu + D_i + e_i \quad , \quad \dots (2)$$

kjer je:  $y_i$  – opazovana lastnost;  $\mu$  – srednja vrednost;  $D_i$  – država (Slovenija ali Italija);  
 $e_i$  – ostanek.

## 4 REZULTATI

### 4.1 KEMIJSKA SESTAVA VZORCEV MLEKA V SLOVENIJI

V preglednici 9 je podana kemijska sestava zbranih vzorcev mleka. Vzorci kravjega mleka, prirejenega v Sloveniji, so v povprečju vsebovali 8,64 % suhe snovi brez maščobe, 3,97 % maščob in 3,28 % beljakovin. Najmanjša in največja vsebnost beljakovin sta bili 2,83 % in 3,71 %, maščob pa 2,89 % in 5,10 %. Povprečna vsebnost laktoze je bila 4,54 %, sečnine pa 21,62 mg/100 ml mleka. Vzorci mleka so v povprečju vsebovali 348 tisoč somatskih celic/ml (od 68 do 2408 tisoč).

Preglednica 9: Kemijska sestava zbranih vzorcev kravjega mleka v Sloveniji (n = 48)

Sestava	Povprečje	STD	KV	MIN	MAX
Suha snov brez maščobe (%)	8,64	0,61	7,08	8,15	12,55
Maščobe (%)	3,97	0,42	10,56	2,89	5,10
Beljakovine (%)	3,28	0,18	5,35	2,83	3,71
Laktoza (%)	4,54	0,11	2,40	4,38	4,84
Sečnina (mg/100 ml)	21,62	8,02	37,12	5,64	45,66
Somatske celice ( $\times 10^3$ /ml)	348	370	106	68	2408

STD – standardni odklon; KV (%) – koeficient variabilnosti

Ekološko prirejeno mleko je v času krmljenja s poletnim obrokom v povprečju vsebovalo manj maščob, beljakovin, laktoze, suhe snovi brez maščobe ter več sečnine kot mleko, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka na konvencionalni način (preglednica 10). Povprečna vrednost suhe snovi brez maščobe in beljakovin je v ekološko prirejenem mleku v času krmljenja s poletnim obrokom znašala 8,42 in 3,19 %, pri mleku prirejenem na konvencionalni način pa 8,59 in 3,30 %. V obdobju krmljenja krav molznic z zimskim obrokom je mleko, prirejeno na ekološki način, v povprečju vsebovalo več maščob, laktoze ter manj beljakovin, sečnine ter suhe snovi brez maščobe v primerjavi s konvencionalno prirejenim mlekom (zimski obrok). Povprečna vrednost suhe snovi brez maščobe je bila v ekološko prirejenem mleku v času krmljenja krav z zimskim obrokom enaka (8,59 %) kot v mleku, prirejenem na konvencionalni način reje s poletnim obrokom. Največje število somatskih celic je vsebovalo v konvencionalni reji prirejeno mleko v času krmljenja krav molznic s poletnim obrokom, in sicer 529 tisoč/ml mleka.

Preglednica 10: Kemijska sestava vzorcev kravjega mleka ( $\bar{x} \pm SE$ ), prirejenega na ekoloških in konvencionalnih kmetijah s poletnim in zimskim obrokom

Sestava	Način reje			
	Ekološka		Konvencionalna	
	Obrok			
	Poletni (n = 11)	Zimski (n = 9)	Poletni (n = 13)	Zimski (n = 15)
Suha snov brez maščobe (%)	8,42 ± 0,04	8,59 ± 0,08	8,59 ± 0,06	8,89 ± 0,27
Maščobe (%)	3,85 ± 0,13	4,08 ± 0,19	3,92 ± 0,06	4,03 ± 0,12
Beljakovine (%)	3,19 ± 0,03	3,23 ± 0,09	3,30 ± 0,04	3,36 ± 0,04
Laktoza (%)	4,49 ± 0,03	4,63 ± 0,04	4,56 ± 0,03	4,51 ± 0,02
Sečnina (mg/100 ml)	29,24 ± 2,42	14,46 ± 1,99	23,02 ± 1,51	19,10 ± 1,57
Somatske celice ( $\times 10^3/ml$ )	352 ± 65	188 ± 46	529 ± 166	274 ± 56

SE– standardna napaka

Ekološko prirejeno mleko je v povprečju vsebovalo manj beljakovin (3,21 %) kot pa mleko, prirejeno na konvencionalni način reje (3,33 %). Povprečna vsebnost maščob, laktoze in sečnine se med rejama ni bistveno razlikovala. Mleko, prirejeno na konvencionalen način, je v povprečju vsebovalo 401 tisoč somatskih celic/ml, medtem ko je v mleku, prirejenem na ekološki način, število somatskih celic znašalo 279 tisoč/ml

Mleko, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, je v povprečju vsebovalo manj maščob (3,89 %), beljakovin (3,25 %), suhe snovi brez maščobe (8,51 %) ter več sečnine (25,87 mg/100 ml) kot mleko, prirejeno z zimskim obrokom, kjer je povprečna vsebnost maščob znašala 4,05 %, 3,31 % je bilo beljakovin, 8,78 % suhe snovi brez maščobe ter 17,36 mg/100 ml sečnine. Z zimskim obrokom prirejeno mleko je v povprečju vsebovalo manjše število somatskih celic kot mleko, prirejeno s poletnim obrokom.

#### 4.2 DELEŽ POSAMEZNIH MAŠČOBNIH KISLIN TER SKUPIN MAŠČOBNIH KISLIN V VZORCIH SLOVENSKEGA MLEKA

S pomočjo kapilarne plinske kromatografije smo uspeli določiti in kvantificirati 46 maščobnih kislin. V statistično analizo smo vključili le tiste maščobne kisline, ki pozitivno ali negativno vplivajo na zdravje ljudi.

Preglednica 11: Osnovni statistični parametri vsebnosti posameznih maščobnih kislin (%) v mleku, prirejenem v Sloveniji (n = 48)

Maščobne kisline	Srednja vrednost (%)	STD	KV (%)	MIN (%)	MAX (%)
C6:0	1,61	0,17	10,25	1,30	2,07
C8:0	1,13	0,17	14,90	0,78	1,47
C10:0	2,83	0,52	18,39	1,43	3,80
C12:0	3,52	0,62	17,70	2,36	4,74
C14:0	11,80	1,34	11,32	8,72	14,99
C16:0	30,75	3,37	10,97	24,07	38,11
C18:0	10,81	1,54	14,24	7,32	14,80
C18:1	24,66	3,55	14,41	18,38	33,19
KLK	0,89	0,49	55,01	0,32	2,35
C18:2 n-6	2,14	0,35	16,13	1,29	2,91
C18:3 n-3	0,77	0,33	43,07	0,32	1,70

n - število vzorčenj; STD – standardni odklon; KV (%) – koeficient variabilnosti

Maščobe mleka (preglednica 11) so v povprečju vsebovale 1,61 % kaprojske (C6:0), 1,13 % kaprilske (C8:0) ter 2,83 % kaprinske (C10:0) MK. Delež lavrinske (C12:0) in miristinske kisline (14:0) je v povprečju znašal 3,52 % in 11,80 %. Največji delež C14:0 je znašal 14,99 %, najmanjši pa 8,72 %. V mleku je prevladovala palmitinska kislina (C16:0), katere vrednost je bila povprečno 30,75 %. Povprečni deleži stearinske (C18:0) in oleinske (C18:1) so znašali 10,81 % in 24,66 %. Delež KLK je v vzorcih mleka v povprečju znašal 0,89 %, z razponom od 0,32 % do 2,35 % maščobnih kislin.

V preglednici 12 smo prikazali deleže maščobnih kislin, razvrščenih po skupinah. Skupina NMK je zavzemala največji delež vseh določenih maščobnih kislin (67,16 %), z razponom od 56,84 do 74,78 %. 28,40 % MK je bilo ENMK ter 4,44 % VNMK. Največji delež VNMK mleka je znašal 6,94 %, najmanjši pa 3,18 %. V skupini n-3 VNMK (1,0 %) je prevladovala linolenska kislina (0,77 %), v skupini n-6 VNMK, katerih delež je bil 2,52 % vseh maščobnih kislin, pa linolna kislina (2,14 %). Največji in najmanjši delež n-3 VNMK v mleku je znašal 2,08 % in 0,45 %. Razmerje n-6 in n-3 VNMK je bilo v povprečju 2,94, z razponom od 1,23 do 7,44.

Preglednica 12: Osnovni statistični parametri nekaterih skupin in razmerij maščobnih kislin mleka (%), prirejenega v Sloveniji (n = 48)

Skupine kislin	Srednja vrednost (%)	STD	KV (%)	MIN (%)	MAX (%)
Nasične maščobne kisline (NMK)	67,16	4,25	6,32	56,84	74,78
Enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK)	28,40	3,48	12,25	22,03	37,61
Večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK)	4,44	0,95	21,32	3,18	6,94
n-3 VNMK	1,00	0,40	39,62	0,45	2,08
n-6 VNMK	2,52	0,37	14,84	1,66	3,37
Razmerje					
n-6:n-3 VNMK	2,94	1,40	47,82	1,23	7,44

n – število vzorčenj; STD- standardni odklon; KV(%) – koeficient variabilnosti

#### 4.3 VPLIV OBROKA KRAV MOLZNIC IN NAČINA REJE NA MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO MLEKA

Rezultati statistične analize so pokazali, da se je mleko, prirejeno na ekološki in konvencionalni način, v času krmljenja krav molznic s poletnim obrokom, v deležih različnih MK med seboj statistično značilno razlikovalo (preglednica 13). Mleko iz konvencionalnih rej, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, je vsebovalo statistično značilno večji delež C12:0 (3,50 %), C14:0 (11,66 %) in C16:0 (29,87 %) kot mleko krav, krmljenih z istim obrokom na ekoloških kmetijah (2,78 %, 10,23 % in 26,84 %).

Delež KKK je v ekološko prirejenem mleku v času krmljenja krav s poletnim obrokom znašal 1,60 %, kar je 1,9 krat več kot v mleku, prirejenem na konvencionalni način, kjer je ta delež znašal 0,85 %. Razlike med ekološko in konvencionalno prirejenem mleku v času krmljenja krav s poletnim obrokom smo ugotovili tudi v deležu C18:3 n-3. Ekološko prirejeno mleko je vsebovalo večji delež C18:3 n-3 (1,19 %) kot mleko, prirejeno na konvencionalni način reje (0,64 %). Statistično značilne razlike med ekološko in konvencionalno prirejenem mleku krav molznic, krmljenih z zimskim obrokom, so bile le v deležu C18:3 n-3 MK, ki je v mleku, prirejenem na ekološki način, znašal 0,81 %, v konvencionalno prirejenem mleku pa manj, samo 0,57 %.

Preglednica 13: Razlike v deležih maščobnih kislin v mleku med ekološko in konvencionalno rejo v času krmljenja živali s poletnim in zimskim obrokom

	Način reje				Analiza variance			
	Poletni obrok		Zimski obrok		R <sup>2</sup>	Obrok	Reja	O*R
	Ekološka (n = 11)	Konvencionalna (n = 13)	Ekološka (n = 9)	Konvencionalna (n = 15)				
Maščobne kisline	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$				
C6:0	1,44 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,61 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,73 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,68 ± 0,03 <sup>ba</sup>	0,41	***	ns	**
C8:0	0,93 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,12 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,23 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,24 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,53	***	**	*
C10:0	2,29 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,85 ± 0,10 <sup>a</sup>	3,07 ± 0,19 <sup>a</sup>	3,06 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,36	***	*	*
C12:0	2,78 ± 0,10 <sup>c</sup>	3,50 ± 0,12 <sup>b</sup>	3,78 ± 0,25 <sup>b</sup>	3,94 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,50	***	**	*
C14:0	10,23 ± 0,34 <sup>c</sup>	11,66 ± 0,23 <sup>b</sup>	12,67 ± 0,46 <sup>a</sup>	12,56 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,51	***	*	**
C16:0	26,84 ± 0,80 <sup>c</sup>	29,87 ± 0,40 <sup>b</sup>	33,73 ± 1,10 <sup>a</sup>	32,60 ± 0,45 <sup>a</sup>	0,58	***	ns	**
C18:0	12,09 ± 0,54 <sup>a</sup>	11,11 ± 0,22 <sup>b</sup>	9,80 ± 0,59 <sup>c</sup>	10,24 ± 0,25 <sup>bc</sup>	0,30	***	ns	ns
C18:1	28,78 ± 0,77 <sup>a</sup>	25,67 ± 0,54 <sup>b</sup>	21,46 ± 0,95 <sup>c</sup>	22,67 ± 0,56 <sup>c</sup>	0,59	***	ns	**
KLK	1,60 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,66 ± 0,09 <sup>cb</sup>	0,55 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,69	***	***	***
C18:2 n-6	2,30 ± 0,11 <sup>a</sup>	2,29 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,89 ± 0,11 <sup>b</sup>	2,06 ± 0,07 <sup>ba</sup>	0,22	**	ns	ns
C18:3 n-3	1,19 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,64 ± 0,05 <sup>cb</sup>	0,81 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,05 <sup>c</sup>	0,54	**	***	*

Vrednosti označene z različnimi črkami, se statistično značilno ( $P < 0,05$ ) razlikujejo.

SE - standardna napaka

R<sup>2</sup> - delež pojasnjene variance

O\*R - interakcija med obrokom in rejo

Statistično značilne razlike med mlekom iz ekoloških in konvencionalnih kmetij so bile v deležih C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, KLK ter C18:3 n-3 MK. Tako pri ekološko kot tudi pri konvencionalno prirejenem mleku je prevladovala C16:0 (29,94 %) pri ekološko in (31,33 %) pri konvencionalno prirejenem mleku. Sledili so ji C18:1, C14:0 in C18:0 MK. Delež KLK je v ekološko prirejenem mleku znašal 1,18 %, medtem ko je mleko, prirejeno na konvencionalni način, v povprečju vsebovalo le 0,69 % KLK, kar je 1,7 krat manj. Povprečni delež C18:3 n-3 je v ekološko prirejenem mleku znašal 1,02 %, v mleku, prirejenem na konvencionalnih način reje pa, manj, in sicer 0,60 %.

Vpliv vrste obroka (poletni, zimski) je bil statistično značilen pri vseh maščobnih kislinah. Delež C12:0, C14:0 in C16:0 je bil v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka manjši, kot v mleku krav, krmljenih z zimskim obrokom. Delež C18:0 in C18:1 je v mleku, prirejenem s krmljenjem krav molznic s poletnim obrokom, znašal 11,56 % in 27,10 %, medtem ko je mleko krav, krmljenih z zimskim obrokom, v povprečju vsebovalo 10,07 %

C18:0 in 22,21 % C18:1 MK. Mleko, prirejeno s poletnim obrokom, vsebuje 2 krat večji delež KKK (1,19 %) in večji delež esencialnih maščobnih kislin (linolne in linolenske).

Preglednica 14: Razlike v deležih skupin maščobnih kislin v mleku med ekološko in konvencionalno rejo v času krmljenja živali s poletnim in zimskim obrokom

	Poletni obrok		Zimski obrok		Analiza variance			
	Način reje							
	Ekološka (n = 11)	Konvencionalna (n = 13)	Ekološka (n = 9)	Konvencionalna (n = 15)	R <sup>2</sup>	Obrok	Reja	O*R
<b>Skupine maščobnih kislin</b>	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$				
NMK	61,82 ± 0,90 <sup>c</sup>	66,16 ± 0,59 <sup>b</sup>	70,77 ± 1,12 <sup>a</sup>	69,76 ± 0,57 <sup>a</sup>	0,64	***	*	**
ENMK	32,38 ± 0,79 <sup>a</sup>	29,46 ± 0,52 <sup>b</sup>	25,22 ± 0,96 <sup>c</sup>	26,48 ± 0,52 <sup>c</sup>	0,59	***	ns	**
VNMK	5,80 ± 0,23 <sup>a</sup>	4,39 ± 0,14 <sup>b</sup>	4,01 ± 0,20 <sup>cb</sup>	3,76 ± 0,09 <sup>c</sup>	0,69	***	***	***
n-3 VNMK	1,49 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,07 <sup>c</sup>	1,08 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,75 ± 0,06 <sup>c</sup>	0,54	**	***	*
n-6 VNMK	2,68 ± 0,12 <sup>a</sup>	2,68 ± 0,09 <sup>a</sup>	2,24 ± 0,12 <sup>b</sup>	2,44 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,21	**	ns	ns
<b>Razmerje</b>								
n-6:n-3	1,89 ± 0,17 <sup>b</sup>	3,54 ± 0,42 <sup>a</sup>	2,19 ± 0,20 <sup>b</sup>	3,63 ± 0,38 <sup>a</sup>	0,31	ns	***	ns

Vrednosti označene z različnimi črkami, se statistično značilno ( $P < 0,05$ ) razlikujejo.

SE - standardna napaka

R<sup>2</sup> - delež pojasnjene variance

O\*R - interakcija med obrokom in rejo

V mleku iz ekoloških rej, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka, smo določili statistično značilno manjši delež NMK (61,82 %) kot v mleku krav, krmljenih z istim obrokom iz konvencionalnih rej (66,16 %) (preglednica 14). Nasprotno pa je bil delež ENMK, VNMK in n-3 VNMK v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka, na ekoloških kmetijah statistično značilno večji (32,38 %, 5,80 % in 1,49 %) kot v mleku, prirejenem na konvencionalni način reje z istim obrokom (29,46 %, 4,39 %, in 0,83 %), medtem ko je delež n-6 VNMK ostal nespremenjen. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je pri krmljenju poletnega obroka pri konvencionalno prirejenem mleku znašalo 3,54, pri mleku, prirejenem na ekološki način, pa 1,89.

Statistično značilnih razlik v deležu NMK, VNMK, ENMK, n-6 in KKK med mlekom, prirejenem v času krmljenja zimskega obroka na konvencionalnih in ekoloških kmetijah, ni bilo. Mleko, prirejeno na ekološki kmetiji z zimskim obrokom, je imelo večji delež n-3 VNMK (1,08 %) kot konvencionalno prirejeno mleko (0,75 %). Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je pri ekološko prirejenem mleku znašalo 2,19, pri mleku, prirejenem na konvencionalni način reje, pa 3,63.

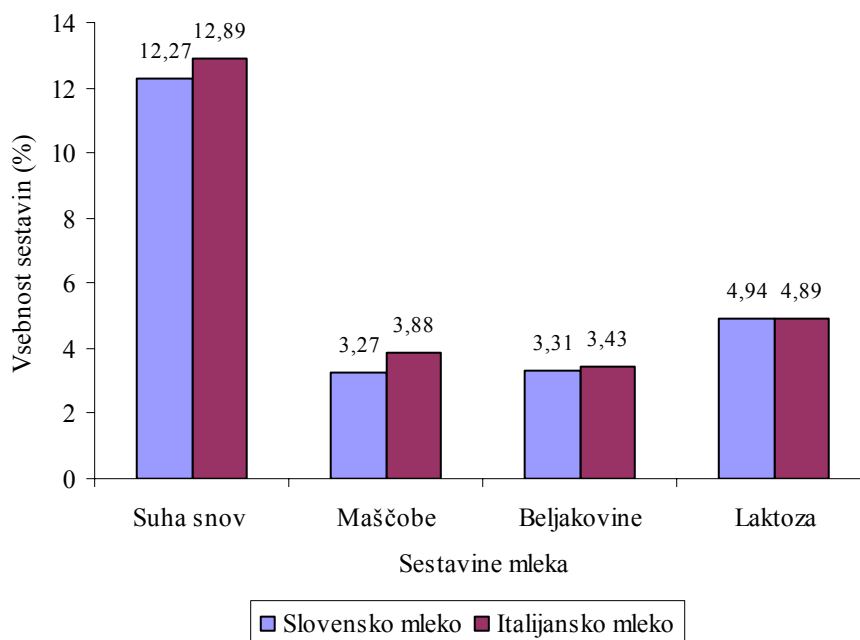


Nasičenih maščobnih kislin je v povprečju največ vsebovalo mleko iz konvencionalne reje, kjer je njihov delež znašal 68,09 %, v mleku, prirejenem na ekološki način, pa 65,85 %. Način reje na delež ENMK ni imel statistično značilnega vpliva. Mleko iz ekoloških kmetij je vsebovalo večji delež VNMK kot mleko, prirejeno na konvencionalni način reje. Povprečni delež VNMK je pri ekološko prirejenem mleku znašal 4,99 %, pri konvencionalnem pa 4,05 %. Statistično značilen vpliv je imela reja na delež n-3 VNMK, medtem ko pri n-6 VNMK, kjer je prevladovala linolna kislina, statistično značilnih razlik med rejama ni bilo. Mleko iz ekoloških kmetij je vsebovalo večji delež n-3 VNMK (1,31 %) kot mleko, prirejeno na konvencionalni način (0,79 %). Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je pri ekološko prirejenem mleku znašalo 2,03, pri mleku, prirejenem na konvencionalen način, pa 3,59.

Vpliv obroka je bil na skupine MK statistično značilen, z izjemo razmerja med n-6 in n-3 VNMK. Mleko krav, krmljenih s poletnim obrokom, je vsebovalo manjši delež NMK (64,17 %) ter večji delež ENMK (30,79 %) in VNMK (5,03 %) v primerjavi z mlekom, prirejenim s krmljenjem zimskega obroka, kjer so ti deleži znašali 70,14 %, 26,01 % ter 3,85 %. Delež n-3 in n-6 VNMK je v mleku, prirejenem s poletnim obrokom, v povprečju znašal 1,14 % in 2,68 %, v mleku krav, krmljenih z zimskim obrokom, pa 0,87 % in 2,37 %.

#### 4.4 KEMIJSKA SESTAVA MLEKA, PRIREJENEGA V SLOVENIJI IN ITALIJI

Za vrednotenje prehranske kakovosti mleka smo primerjali kemijsko sestavo vzorcev mleka, prirejenega na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji ter mleka, prirejenega v Furlaniji Julijski krajini (Italija) (slika 7). Deset vzorcev mleka, prirejenega na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji smo zbirali od 6. 5. 2005 do 12. 5. 2005, v Furlaniji Julijski krajini pa je odvzem 9 vzorcev mleka potekal med 2. 5. 2005 in 18. 5. 2005.



Slika 7: Primerjava kemijske sestave mleka, prirejenega v Sloveniji in Italiji

Mleko, prirejeno na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji, je v povprečju vsebovalo manj suhe snovi, maščob in beljakovin v primerjavi z mlekom, prirejenim v Furlaniji in Julijski krajini v Italiji. V vsebnosti laktoze so razlike med mlekom, prirejenim v Sloveniji in Italiji, zelo majhne.

#### 4.5 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA MLEKA, PRIREJENEGA V SLOVENIJI IN ITALIJI

V preglednici 15 so prikazani podatki o deležih maščobnih kislin in skupin MK v mleku, prirejenem na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji in Furlaniji Julijski krajini v Italiji.

Preglednica 15: Razlike v deležih MK v mleku, prirejenem v Sloveniji in Italiji

	Država		SEM	p- vrednost
	Slovenija (n = 10)	Italija (n = 9)		
<b>Maščobne kisline</b>	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$		
C6:0	1,71 ± 0,04	1,62 ± 0,04	0,1210	0,1369
C8:0	1,29 ± 0,04	0,83 ± 0,04	0,1111	<0,0001
C10:0	3,13 ± 0,08	3,01 ± 0,13	0,3185	0,4445
C12:0	3,82 ± 0,09	3,82 ± 0,18	0,4363	0,9708
C14:0	12,26 ± 0,33	12,20 ± 0,43	1,1600	0,9158
C16:0	30,00 ± 0,88	32,19 ± 0,53	2,2985	0,0536
C18:0	10,57 ± 0,38	10,82 ± 0,63	1,5584	0,7237
C18:1	24,30 ± 0,91	23,72 ± 0,72	2,5653	0,6291
KLK	0,79 ± 0,09	0,45 ± 0,03	0,2246	0,0041
C18:2 n-6	2,20 ± 0,10	2,65 ± 0,11	0,3301	0,0089
C18:3 n-3	0,85 ± 0,04	0,41 ± 0,04	0,1242	<0,0001
<b>Skupine kislin</b>				
NMK	67,46 ± 1,03	68,77 ± 0,74	2,8134	0,3242
ENMK	28,05 ± 0,92	27,07 ± 0,65	2,5027	0,4065
VNMK	4,49 ± 0,17	4,15 ± 0,17	0,5187	0,1796

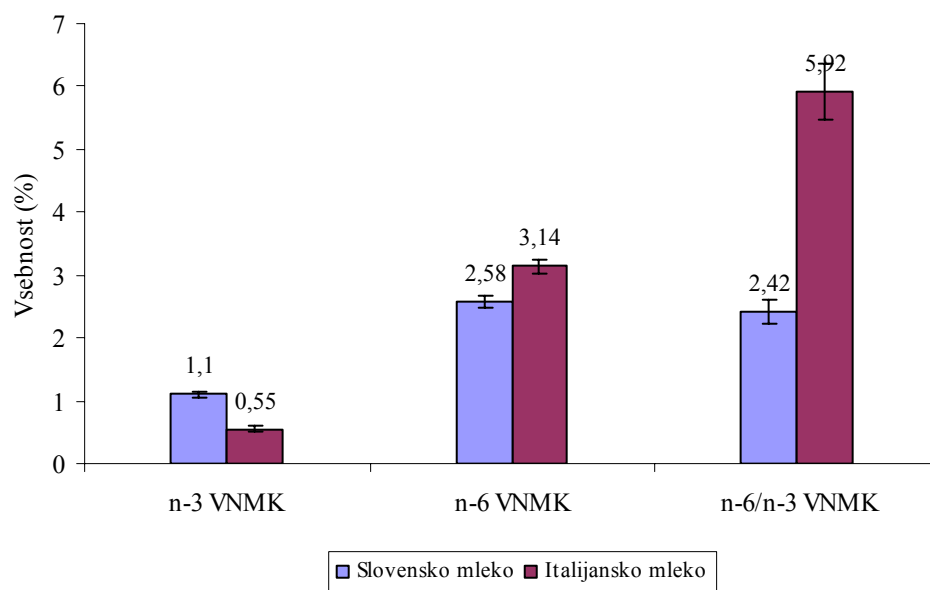
SE - standardna napaka

SEM - standardna napaka srednje vrednosti

V deležu posameznih NMK, z izjemo C8:0, se mleko iz obeh držav ni statistično značilno razlikovalo. Tako v Sloveniji kot v Italiji je v mleku prevladovala palmitinska kislina s povprečnim deležem 30,00 % v slovenskem mleku ter 32,19 % v italijanskem mleku.

Mleko, prirejeno v Sloveniji, se je statistično značilno razlikovalo v deležu KLK od mleka, prirejenega v Italiji. Delež KLK je bil v mleku, prirejenem v Sloveniji, 1,7 krat večji (0,79 %) kot v mleku iz Italije (0,45 %). Slednje je vsebovalo večji delež esencialnih maščobnih kislin C18:2 n-6, medtem ko je bil delež C18:3 n-3 v mleku, prirejenem v Sloveniji, 2 krat večji (0,85 %) kot v mleku iz Italije (0,41 %).

V deležu NMK, ENMK in VNMK v mleku se državi statistično značilno nista razlikovali. Delež n-3 VNMK je bil večji v mleku, prirejenem v Sloveniji, z n-6 VNMK pa je bilo bogatejše italijansko mleko (slika 8). Razmerje med n-3 in n-6 VNMK je bilo širše v mleku, prirejenem v Italiji.



Slika 8: Primerjava n-3 in n-6 skupin večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) ter njunega razmerja med slovenskim in italijanskim mlekom

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

#### 5.1.1 Vpliv obroka na maščobnokislinsko sestavo mleka

Rezultati raziskave prikazujejo razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega s krmljenjem različnega obroka (poletni, zimski) kravam molznicam. Poleg vpliva obroka smo proučevali razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega na ekološki in konvencionalni način, saj med obema načinoma reje obstajajo velike razlike v sestavi krmnega obroka. Predvsem nas je zanimal vpliv obroka in načina reje molznic na MK sestavo mleka z vidika humane prehrane, saj se kljub pomembnosti maščob in MK v javnosti govori in razmišlja kot o zdravju škodljivih sestavinah hrane.

V naši raziskavi smo ugotovili, da je imel obrok statistično značilni vpliv na vse posamezne MK, ki smo jih zajeli v obdelavo ter na vse skupine MK. Statistično neznačilen vpliv je imel le na razmerje med n-6 in n-3 VNMK. Delež NMK, ki predstavljajo prevladujočo skupino MK v mleku, je bil v času krmljenja živali z zimskim obrokom (konzervirana voluminozna krma, z dodatkom močnih krmil) večji (70,14 %) kot v času krmljenja poletnega obroka, katerega glavna sestavina je bila paša (64,17 %). Med NMK je prevladovala palmitinska kislina (C16:0), katere delež je bil v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka, večji (33,02 %) kot v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka (28,48 %). Poleg palmitinske kisline vsebuje mleko, prirejeno v času krmljenja živali z zimskim obrokom v primerjavi z mlekom, prirejenem v času krmljenja poletnega obroka, tudi večji delež lavrinske (C12:0) in miristinske (C14:0) kisline, ki naj bi bila najbolj aterogena (Salobir, 2001). Delež stearinske kisline (C18:0) je bil mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka, večji (11,56 %) kot v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka (10,07 %). Podobne ugotovitve podajata tudi Lock in Garnsworthy (2003), ki sta v svoji triletni študiji opazila večjo vsebnost NMK v mleku krav, krmljenih z zimskim obrokom, kot poleti, ko so bile živali na paši. Delež palmitinske kisline je bil v njuni študiji najmanjši prav v mesecu juliju, v času, ko smo vzorce za raziskavo vpliva poletnega obroka na MK sestavo mleka odvzeli tudi mi.

Mleko, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, je vsebovalo znatno večji delež ENMK (30,79 %) ter VNMK (5,03 %) kot mleko, prirejeno s krmljenjem zimskega obroka, ko so ti deleži znašali 26,01 ter 3,85 %. Velik delež VNMK v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka, lahko pripišemo večjemu deležu VNMK v zeleni krmi (paša, prilast), ki je bogata predvsem z  $\alpha$ -linolensko kislino (Loor in sod., 2002). Z večjim deležem VNMK v poletnih obrokih se v mleku poveča delež trans maščobnih kislin, ki jih povezujejo z razvojem srčno žilnih bolezni. Treba je poudariti, da vsebujejo maščobe mleka največ vakcenske kisline (t-11 C18:1), ki pa ni povezana z nastankom srčno žilnih bolezni (Aro, 1999).

Mleko, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, je z vidika humane prehrane ugodnejše, saj vsebuje dva krat večji delež KKK (1,19 %) kot mleko krav, krmljenih z zimskim obrokom. Podobne ugotovitve, poleg Jahreis in sod. (1997) in Parodi in sod. (1999), podajata tudi Lock in Garnsworthy (2003), ki sta določila največje deleže KKK v mleku v času paše (maj, junij in julij). Delež KKK je bil takrat dvakrat večji v primerjavi z deležem KKK v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka (oktober do december). Številne raziskave so pokazale, da se vsebnost KKK v mleku povečuje linearno s povečanjem količine (deleža) sveže trave v obroku (Dhiman in sod., 1999; White in sod., 2002; Ward in sod., 2003).

Delež n-3 VNMK, ki so v prehrani zaželeni, je bil v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka, 1,3 krat večji (1,14 %) v primerjavi z mlekom krav, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka (0,87 %). Poleg n-3 VNMK je s krmljenjem poletnega obroka prirejeno mleko vsebovalo tudi večji delež n-6 VNMK. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Ellis in sod. (2006), ki navajajo, da se delež n-3 VNMK poleti poveča zaradi paše.

Bolj kot sama koncentracija posameznih maščobnih kislin iz skupin n-6 in n-3 VNMK je za zdravje ljudi pomembno njihovo razmerje. V naši raziskavi smo ugotovili, da ima mleko, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, v primerjavi z mlekom, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka, ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK.

### 5.1.2 Vpliv načina reje na maščobnokislinsko sestavo mleka

Največji vpliv na maščobnokislinsko sestavo mleka ima prehrana krav molznic, ki se razlikuje tudi med načini reje. V naši raziskavi je mleko, prirejeno na konvencionalni način reje, vsebovalo večji delež NMK (68,09 %) kot ekološko prirejeno mleko (65,85 %). Deleži posameznih NMK, C12:0, C14:0 ter C16:0 - so bili manjši v mleku, prirejenem na ekoloških kmetijah. Delež VNMK je bil v ekološko prirejenem mleku večji kot v mleku, prirejenem na konvencionalni način.

V času krmljenja poletnega obroka so bile razlike v deležu NMK in VNMK v mleku med rejama še večje, saj so maščobe ekološko prirejenega mleka vsebovale 61,82 % in 5,80 % NMK oz. VNMK, maščobe mleka, prirejenega na konvencionalni način, pa 66,16 % in 4,39 %. Večje razlike med konvencionalno in ekološko rejo v deležu NMK in VNMK v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka, lahko pripišemo zgolj različni prehrani krav molznic v tem obdobju. Pri ekološki reji, v primerjavi s konvencionalno rejo, celoletno krmljenje s konzervirano krmo ni dovoljeno (Bavec in sod., 2001). Osnovno krmo poleti v ekološki reji predstavlja predvsem paša. Možno je tudi zeleno krmljenje v hlevu, vendar ima paša prednost pred krmljenjem v hlevu (prosto gibanje živali, izbiranje vrste rastlin, ki jo živali zaužijejo). Zelena krma je bogata z VNMK, zato se z njo poveča delež VNMK v mleku (Lock in Garnsworthy, 2003). Pri konvencionalni reji paše poleti ni ali pa predstavlja le del osnovnega obroka, medtem ko glavino predstavljata silaži (travna in koruzna silaža) ter mrva. V senu se delež VNMK zaradi občutljivosti na svetlobo in temperaturo s časom zmanjšuje (Dewhurst in King, 1998). V zimskih mesecih, ko živali pri obeh načinih reje zauživajo obroke na osnovi sena trave in/ali koruzne silaže ter močnih krmil (obroka sta si zelo podobna), pa se v mleku tako pri ekološki kot tudi konvencionalni reji poveča delež NMK. Do podobnih rezultatov so prišli tudi Lock in Garnsworthy (2003) ter Elgersma in sod. (2004), ki so s krmljenjem zelene krme ugotovili večji delež VNMK ter manjši delež NMK v mleku, kot pri krmljenju silaže.

V naši raziskavi je bil delež NMK v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka na konvencionalni način reje, celo manjši kot v mleku, prirejenem v istem obdobju v ekoloških rejah, kar je lahko posledica krmljenja večjih količin koruzne silaže (pa tudi močnih krmil in koncentratov) kravam molznicam. Po raziskavah Jahreis in sod. (1997) naj

bi krmljenje koruzne silaže, ki jo na ekoloških kmetijah le redko pripravljajo, zmanjšala delež NMK ter povečala delež ENMK in VNMK v mleku.

Razliko med ekološko in konvencionalno prirejenim mlekom smo ugotovili tudi v deležu n-3 VNMK. Ekološko prirejeno mleko je vsebovalo večji delež n-3 VNMK (1,31 %) kot mleko, prirejeno na konvencionalni način (0,79 %). Večji delež n-3 VNMK v mleku, prirejenem na ekoloških kmetijah, lahko pripisujemo predvsem paši. Poleg paše naj bi na večji delež n-3 VNMK v ekološko prirejenem mleku vplivala tudi pogosta uporaba deteljne silaže v Evropi (Ellis in sod., 2006). Dewhurst in sod. (2003) so v mleku krav, krmljenih s črno deteljo, ugotovili povečan delež VNMK, zlasti  $\alpha$ -linolenske kisline. Ker je pasaža deteljne silaže skozi predželodec prežvekovalcev hitrejša od pasaže travne silaže, je zato manj dovzetna za biohidrogenacijo v predželodcih. Zato je delež  $\alpha$ -linolenske kisline v mleku krav krmljenih z deteljno silažo, trikrat večji kljub enakemu deležu  $\alpha$ -linolenske kisline v obeh silazah. (Dewhurst in sod., 2003). Delež n-6 VNMK je bil v mleku pri obeh načinih reje podoben in se ni statistično značilno razlikoval. Do enakih ugotovitev so prišli tudi Ellis in sod. (2006), ki so v svoji raziskavi primerjali sestavo mleka z ekoloških in konvencionalnih kmetij v Veliki Britaniji.

V raziskavi je imel način reje statistično značilen vpliv na delež KLK. Največji delež KLK smo določili v vzorcih mleka, prirejenega s krmljenjem poletnega obroka na ekoloških kmetijah, najmanjši pa v konvencionalno prirejenem mleku v času krmljenja živali z zimskim obrokom. Podobne ugotovitve podajajo tudi Jahreis in sod. (1997), ki so v svoji raziskavi proučevali tri načine reje (ekološko ter dve konvencionalni reji, ki se razlikujeta po količini uporabljenih močnih krmil ter paši poleti). Dokazali so, da je delež KLK največji v maščobah mleka molznic, krmljenih z zeleno krmo, v času krmljenja krav z zimskim obrokom pa je večji, če je količina močnih krmil manjša. Tudi Bergamo in sod. (2003) so prišli do podobnih ugotovitev. V nasprotju z Jahreis in sod. (1997) in Bergamo in sod. (2003) so Toledo in sod. (2002) v svoji raziskavi, ugotovili, da vpliv način reje (konvencionalna, ekološka) nima statistično značilnega vpliva na vsebnost KLK, kar so v svoji raziskavi ugotovili tudi Ellis in sod. (2006).



Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo ožje v ekološko prirjenem mleku tako v času krmljenja krav molznic s poletnim kot z zimskim obrokom. O ožjem razmerju med n-6 in n-3 VNMK v mleku, prirjenem na ekološki način, poročajo tudi Ellis in sod. (2006).

### **5.1.3 Primerjava maščobnokislinske sestave mleka, prirejenega v Sloveniji in Italiji**

V drugem delu naše raziskave smo ugotavljali, kakšne so razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji ter v Furlaniji Julijski krajini v Italiji. V deležu NMK, ENMK ter VNMK v mleku se državi nista statistično značilno razlikovali. V mleku so prevladovale NMK, katerih delež je bil v slovenskem mleku 67,46 %, v italijanskem pa 68,77 %. Deleži NMK tako v slovenskem kot italijanskem mleku so nekoliko večji, kot so jih v svoji raziskavi določili Stibilj in Koman-Rajšp (1997) v slovenskem mleku. Razlike so posledica različnega števila MK, ki smo jih analizirali – v našem primeru od C6:0 naprej, v raziskavi Koman-Rajšp (1997) pa od C12:0 naprej. Med NMK je v mleku, prirejenem v Sloveniji in Italiji, prevladovala palmitinska kislina, katere delež je bil večji v italijanskem (32,19 %), kot pa v slovenskem mleku (30,0 %).

Velike razlike smo ugotovili tudi v deležu C18:2 n-6, ki je bili večji v italijanskem mleku (2,65 %) kot v mleku, prirejenem v Sloveniji (2,20 %). Mleko, prirejeno v Sloveniji, je vsebovalo statistično značilno večji delež C18:3 n-3 (0,85 %) kot mleko, prirejeno v Italiji (0,41 %).

Maščobe slovenskega mleka so, za razliko od maščob italijanskega mleka, vsebovale statistično značilno večji delež n-3 VNMK (1,1 % v slovenskem in 0,55 % v mleku iz Furlanije Julijske krajine) in večji delež KLK (0,79 % v slovenskem in 0,45 % v mleku iz Furlanije Julijske krajine) ter manjši delež n-6 VNMK (2,58 % v slovenskem in 3,14 % v mleku iz Furlanije Julijske krajine). Relativno majhen delež KLK v mleku, pridelanem v Italiji, lahko pripisujemo večjemu krmljenju živali z mrvo, silažo in krmnimi mešanicami.

## 5.2 SKLEPI

Iz rezultatov analiz MK sestave mleka v Sloveniji (in Italiji) lahko zaključimo naslednje:

- Med obravnavanimi maščobnimi kislinami je mleko krav, prirejeno s krmljenjem poletnega obroka, vsebovalo manjše deleže kaprojske (C6:0), kaprilske (C8:0), kaprinske (C10:0), lavrinske (C12:0), miristinske (C14:0) ter palmitinske kisline (C16:0) kot mleko, prirejeno s krmljenjem zimskega obroka. Maščobe mleka, prirejenega s krmljenjem poletnega obroka, so vsebovale večji delež KLK (1,19 %) in večji delež C18:3 n-3 (0,89 %) kot mleko, prirejeno s krmljenjem krav z zimskim obrokom (0,59 % KLK in 0,66 % C18:3 n-3).
- Mleko krav, krmljenih z zimskim obrokom, je vsebovalo večji delež NMK (70,14 %) ter manjši delež ENMK (26,01 %) in VNMK (3,85 %) v primerjavi z mlekom, prirejenim s krmljenjem poletnega obroka (64,17 % NMK, 30,79 % ENMK in 5,03 % VNMK).
- Deleži n-3 in n-6 VNMK so bili večji v mleku, prirejenem s krmljenjem krav s poletnim obrokom (1,14 % in 2,68 %) kot deleži teh kislin v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskih obrokov. Razmerje med n-3 in n-6 VNMK se v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega in zimskega obroka, ni statistično značilno razlikovalo.
- Mleko, prirejeno na ekološki način, je vsebovalo manjši delež kaprilske, kaprinske, lavrinske in miristinske kisline. V deležu palmitinske kisline v mleku med rejama ni bilo statistično značilnih razlik (29,94 % v ekološko in 31,33 % v konvencionalno prirejenem mleku). Mleko ekoloških kmetij je vsebovalo večji delež KLK (1,18 %) ter C18:3 n-3 (1,02 %) kot mleko, prirejeno na konvencionalni način (0,69 % KLK in 0,60 % C18:3 n-3).
- Mleko krav, prirejeno na ekoloških kmetijah, je vsebovalo manjši delež NMK (65,85 %) ter večji delež VNMK (4,99 %) in n-3 VNMK (1,31 %) v primerjavi z

mlekom, prirejenim na konvencionalni način (68,09 % NMK, 4,05 % VNMK in 0,79 % n-3 VNMK). V deležu ENMK in n-6 VNMK v mleku se reji nista statistično značilno razlikovali.

- Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo ožje v vzorcih mleka, prirejenih na ekoloških kmetijah (2,03) v primerjavi z mlekom, prirejenem na konvencionalni način (3,59).
- Mleko, prirejeno na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji, je vsebovalo večji delež KKK (0,79 %) in C18:3 n-3 (0,85 %) ter manjši delež C18:2 n-6 (2,20 %) MK kot mleko, prirejeno v Furlaniji Julijski krajini v Italiji (0,45 % KKK, 0,41 % C18:3 n-3, 2,65 % C18:2 n-6).
- Deleži NMK, ENMK ter VNMK so bili v obeh državah približno enaki. Maščobe slovenskega mleka so vsebovale večji delež n-3 VNMK (1,1 %) in manjši delež n-6 VNMK (2,58 %) ter so imele ožje razmerje med n-3 in n-6 VNMK (2,42) kot mleko, prirejeno v Italiji (0,55 % n-3 VNMK, 3,14 % n-6 VNMK in 5,92 razmerje med n-3 in n-6 VNMK).

## 6 POVZETEK

V prvem delu naše naloge smo proučevali vpliv obroka (poletni, zimski) in načina reje (ekološka, konvencionalna reja) na maščobnokislinsko sestavo mleka. Ker ima prehrana molznic velik vpliv na vsebnost maščob in njihovo sestavo, smo pričakovali, da se bo maščobnokislinska sestava mleka spremenila skladno s prehodom molznic iz zimskega na poletni obrok. Prav tako smo razlike v maščobnokislinski sestavi mleka pričakovali tudi med ekološko in konvencionalno rejo, saj med obema načinoma reje obstajajo velike razlike v sestavi krmnih obrokov. V ekoloških rejah uporabljajo (krmijo) večje količine doma pridelane voluminozne krme in manjše količine močnih krmil kot v konvencionalnih rejah. V raziskavi smo obravnavali 48 bazenskih vzorcev konzumnega mleka, odvzetih na 20 kmetijah ter 4 mlekarnah. Kmetije so se razlikovale po načinu prireje mleka (ekološke in konvencionalne kmetije, h katerim so prištete še vse štiri mlekarne). Vzorci mleka so bili odvzeti v času krmljenja krav s poletnim in zimskim obrokom. V drugem delu naše raziskave pa so nas zanimale razlike v maščobnokislinski sestavi mleka, pridelanega na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji ter v Furlaniji Julijski krajini v Italiji.

Z metodo ISTE (*in situ* transesterifikacijo) po Park in Goins (1994) smo iz vzorcev mleka pripravili metilne estre maščobnih kislin ter jih analizirali s kapilarno plinsko kromatografijo.

V vzorcih mleka smo določili 46 maščobnih kislin. Pri proučevanju razlik v maščobnokislinski sestavi mleka, prirejenega s krmljenjem različnih obrokov ter z različnimi načini reje, smo se osredotočili le na maščobne kisline, ki so v humani prehrani pomembnejše, predvsem na NMK, kot so lavrinska, miristinska, palmitinska in stearinska kislina, ENMK, VNMK, kot sta linolna in linolenska kislina, n-3 VNMK, n-6 VNMK ter na razmerje med n-3 in n-6 VNMK. Ugotovili smo, da je imel obrok (poletni, zimski) statistično značilen vpliv na vse posamezne MK ter skupine MK, izjema je bilo le razmerje med n-3 VNMK in n-6 VNMK. Delež NMK je bil večji v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka (konzervirana voluminozna krma, z dodatkom močnih krmil) kot v mleku krav, krmljenih s poletim obrokom, ko so bile živali predvsem na paši. Mleko krav, krmljenih s poletnim obrokom, je vsebovalo manjši delež lavrinske (3,17 %), miristinske

(11,0 %) in palmitinske kisline (28,48 %) ter večji delež stearinske (11,56 %) kot mleko krav, krmljenih z zimskim obrokom (3,88 % lavrinske, 12,60 % miristinske, 33,02 % palmitinske in 10,07 % stearinske kisline). Maščobe mleka, prirejenega s krmljenjem poletnega obroka, so vsebovale večji delež ENMK, VNMK (30,79 % in 5,03 %) kot maščobe mleka, prirejenega s krmljenjem zimskega obroka (26,01 % ENMK in 3,85 % VNMK). Delež n-3 VNMK in n-6 VNMK je bil v mleku, prirejenem s krmljenjem zimskega obroka, manjši (0,87 % in 2,37 %) kot v mleku, prirejenem s krmljenjem poletnega obroka (1,14 % n-3 VNMK in 2,68 % n-6 VNMK).

Razlike med konvencionalno in ekološko rejo v maščobnokislinski sestavi mleka so v veliki meri pogojene s prehrano živali oz. sestavo krmnega obroka. Mleko, prirejeno na ekoloških kmetijah, je v povprečju vsebovalo večji delež VNMK (4,99 %) in ENMK (29,16 %) ter manjši delež nezaželenih NMK (65,85 %) kot mleko, prirejeno na konvencionalni način (4,05 % VNMK 27,86 % ENMK in 68,09 % NMK). Deleži lavrinske, miristinske ter palmitinske kisline so bili v konvencionalno prirejenem mleku večji kot v mleku, prirejenem na ekološki način. Mleko, prirejeno na ekološki način, odlikuje večji delež KLK, zlasti poleti, ko so živali na paši (1,60 %). Poleg tega odlikuje omenjeno mleko tudi večja vsebnost n-3 VNMK (1,31 %) v primerjavi s konvencionalno prirejenim mlekom (0,79 %). Reja je imela statistično značilen vpliv tudi na razmerje med n-6 in n-3 VNMK, ki je bilo pri ekološko prirejenem mleku ožje (2,03) kot pri mleku, prirejenem na konvencionalni način (3,59).

Maščobnokislinska sestava mleka se je med državama razlikovala le v deležu C8:0, KLK, C18:2 n-6, C18:3 n-3, n-3 VNMK, n-6 VNMK ter razmerju med n-3 in n-6 VNMK. Mleko, prirejeno na Obalno kraški in Goriški regiji v Sloveniji, je vsebovalo predvsem večji delež KLK in C18:3 n-3 (0,79 % in 0,85 %) ter manjši delež C18:2 n-6 MK (2,20 %) kot mleko, prirejeno v Furlaniji Julijski krajini, ki je vsebovalo 0,45 % KLK, 0,41 % C18:3 n-3 ter 2,65 % C18:2 n-6. Mleko iz obeh držav se v deležih NMK, ENMK in VNMK ni statistično značilno razlikovalo. Delež n-3 VNMK je bil večji v mleku, prirejenem v Sloveniji, medtem ko je italijansko mleko vsebovalo večji delež n-6 VNMK. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo v slovenskem mleku ožje (2,42) kot v italijanskem (5,92).

## 7 VIRI

- Aro A. 1999. Epidemiological studies of trans fatty acids and coronary heart disease. V: Trans fatty acids in human nutrition. Sebedio J., Christie W.W. (eds.). Dundee, The oily press: 235-260
- ANEK - Akcijski načrt razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji do leta 2015. 2006. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 72 str.
- Babnik D., Verbič J., Podgoršek P., Jeretina J., Perpar T., Logar B., Sadar M., Ivanovič B. 2004. Dejavniki, ki vplivajo na sestavo mleka. V: Priročnik za vodenje prehrane krav molznic ob pomoči rezultatov mlečne kontrole. Ljubljana, Kmetijski Inštitut: 8-11
- Bajt N., Golc-Teger, S. 2002. Kravje mleko. V: Izdelava jogurta, skute in sira. Ljubljana, Kmečki Glas: 14-15
- Bavec M., Bavec F., Repič P., Flisar Novak Z., Poštrak N., Bantan I., Pevc T., Maljevič J., Matis G., Miklavc J., Pšaker P., Darovic A., Golež M., Aleksič V., Štabuc-Starčević D., Ambrožič I., Zupančič M., Slabe A., Tkalčič E., Orešek E. 2001. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki Glas: 448 str.
- Bergamo P., Fedele E., Iannibelli L., Marzillo G. 2003. Fat soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. Food Chemistry, 82: 625-631
- Bogataj J. 1999. Mleko. Ljubljana, Založba Rokus: 98 str.
- Bugaud C., Buchin S., Coulon J.B., Hauwuy A., Dupont D. 2001. Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk. Le Lait, 81: 401-414
- Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M. 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oil in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Livestock Production Science, 70: 31-48
- Corl B.A., Chouinard P.Y., Bauman D.E., Dwyer D.A., Griinari J.M., Nuemela K.V. 1998. Conjugated linoleic acid in milk fat of dairy cows originates in part by endogenous synthesis from trans-11 octadecenoic acid. Journal of Animal Science, 76, suppl. 1: 233-240
- Collomb M., Buetikofer U., Sieber R., Bosset J.O., Jeangros B. 2001. Conjugated linoleic acid and *trans* fatty acids composition of cow's milk produced in lowlands and highlands. Journal of Dairy Research, 68: 519-523

- Collomb M., Buetikofer U., Sieber R., Jeangros B., Bosset J.O. 2002. Correlation between fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *International Dairy Journal*, 12: 661-666
- Dhiman T.R., Anand G.R., Satter L.D., Pariza M.W. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *Journal of Dairy Science*, 82: 2146-2156
- Dhiman T.R., Nam S., Ure A.L. 2005. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 463-482
- Dewhurst R.J., King P.J. 1998. Effects of extended wilting, shading and chemical additives on the fatty acids in laboratory grass silages. *Grass and forage science*, 53: 219-224
- Dewhurst R.J., Fisher W.J., Tweed J.K.S., Wilkins R.J. 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science*, 86: 2598-2611
- Elgersma A., Ellen G., van der Horst H., Boer H., Dekker P.R., Tamminga S. 2004. Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Science and Technology*, 117: 13-27
- Ellis K.A., Innocent G., Grove-White D., Cripps P., McLean G., Howard C.V., Mihm M. 2006. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal of Dairy Science*, 89: 1938-1950
- Ferčej J., Skušek F. 1988. *Govedoreja*. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 161 str.
- Fearon A.M. 2001. Optimising milk fat composition and processing properties. *Australian Journal of Dairy Technology*, 56: 104-108
- Grummer R.R. 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 74, 9: 3244-3257
- Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H. 1997. Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutrition Research*, 17: 1479-1484
- Jensen R.G. 2000. Fatty acids in milk and dairy products. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C.K. (ed.). New York, Marcel Dekker: 109-123
- Jenkins T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 76: 3851-3863
- Jiang J., Bjoerck L., Fonden R., Emanuelson M. 1996. Occurrence of conjugated cis-9, trans-11 Octadecadienoic acid in bovine milk: Effects of feed and dietary regimen. *Journal of Dairy Science*, 79: 438-445



- Kapš P. 2004. Mleko za zdravje. Ljubljana, Založba Karantanija: 232 str.
- Kelly M.L., Berry J.R., Dwyer D.A., Griinari J.M., Chouinard P.Y., Van Amburgh M.E., Bauman D.E. 1998. Dietary fatty acids sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *Journal of Nutrition*, 128: 881-885
- Kervina F., Šobar B., Kavčič S., Čeč-Kervina M. 1994. Vpliv krme in prehrane na mleko. V: Svetovalni list. Higienska proizvodnja mleka. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Inštitut za mlekarstvo: 15/94
- Lavrenčič A. 1999. Dodatek maščob v obroke za krave molzice. *Sodobno kmetijstvo*, 32: 578-588
- Lee K.N., Kritchevsky D., Pariza M.W. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108: 19-25
- Levart A., Salobir J., Lavrenčič A. 2003. Vpliv prehrane živali na maščobnokislinsko sestavo mleka. V: Zbornik predavanj 12. Posvetovanja o prehrani domačih živali 'Zdravčevi-Erjavčevi dnevi', Radenci, 6-7 nov. 2003. Adolf P. (ur.). Murska sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica: 33-45
- Lock A.L., Garnsworthy P.C. 2002. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cow' milk. *Animal Science*, 74: 163-176
- Lock A.L., Garnsworthy P.C. 2003. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and  $\Delta^9$  - desaturase activity in dairy cows. *Livestock Production Science*, 79: 47-59
- Lobb K. 1992. Fatty acids classification and nomenclature. V: Fatty acids in food and their health implications. Chow C.K. (ed.). New York, Marcel Dekker: 1-16
- Ločniškar F. 1999. Katalog znanj, splošna živinoreja, biološke osnove genetike. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 250 str.
- Loor J.J., Herbein J.H., Polan C. E. 2002. *Trans* 18:1 and 18:2 isomers in blood plasma and milk fat of grazing cows fed a grain supplement containing solvent-extracted on mechanically extracted soybean. *Journal of Dairy Science*, 85: 1197-1207
- Loor J.J., Herbein J.H. 2003. Dietary canola soybean oil with two levels of conjugated linoleic acids (CLA) alter profiles of 18:1 and 18:2 isomers in blood plasma and milk fat from dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 103: 63-83
- Lopez-Bote C. J., Sanz Arias R., Rey A. I., Castano A., Isabel B., Thos J. 1998. Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Animal Feed Science Technology*, 72: 33-40

- Mathes H. D., Nurnberg K., Mohring H., Demise S., Bittner G., Pliz K. 1996. Fettsaurezusammensetzung vom Lammfleisch in Abhängigkeit von der Fütterung. *Fleischwirtschaft*, 76: 907-909
- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A. 1995. *Animal nutrition*. 5th edition. Harlow, Longman scientific and technical: 607 str.
- Mensink R.P., Zock P.L. 1999. Lipoprotein metabolism and trans fatty acids. V: *Trans fatty acids in human nutrition*. Sebeddio J., Christie W.W. (eds.). Dundee, The oily press: 217-234
- Murphy J.J., McNeil G.P., Connoloy J.F., Gleeson P.A. 1990. Effects on cow performance and milk composition of including full fat soyabeans and rapeseed in the concentrate mixture for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 57: 295-308
- Murphy J.J., Connoloy J.F., McNeil G.P. 1995. Effects on cow performance and milk composition of feeding full fat soyabeans and rapeseed to dairy cows at pasture. *Livestock Production Science*, 44: 13-25
- Osterc J. 2001. Razvoj priraje mleka ob upoštevanju principov sonaravnega kmetovanja. *Sodobno kmetijstvo*, 34, 7-8: 322-325
- Osterc J. 2002. Priraja mleka ostaja najpomembnejša kmetijska dejavnost v Sloveniji. *Sodobno kmetijstvo*, 35, 7-8: 290-294
- Pariza M.W., Park Y., Cook M.E., 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acids. *Progress in Lipid Research*, 40: 283-298
- Park P. W., Goins R. E. 1994. *In situ* preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *Journal of Food Science*, 59: 1262-1266
- Parodi P.W. 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 82: 1339-1349
- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. Ur. l. RS št. 31-1909/01
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. Ur. l. RS št. 52-2478/03
- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. Ur. l. RS št. 128-5415/06

- Precht D., Molкетин J. 1997. Vergleich der Fettsäuren und der Isomerenverteilung des *trans*-C18:1-fettsäuren von Milchfett, Margarine, Bäck und Diätfetten. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 49: 17-34
- Repič P., Bavec M., Stabuc Starčević D., Vučko I. 2005. Dovoljena sredstva za ekološko kmetijstvo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo, Inštitut za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu : 119 str.
- Rogelj I. 1996a. Lastnosti kozjega in ovčjega mleka in njihov vpliv na predelavo. V: Možnosti razvoja reje drobnice v Sloveniji. Postojna, 27-29 nov. 1996. Cvirn M. (ur.). Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 145-150
- Rogelj I. 1996b. Lastnosti in predelava mleka. V: Reja drobnice. Drev S. (ur.). Ljubljana, ČDŽ Kmečki glas: 207-231
- Rogelj I. 2001a. Kakovost mleka z vidika predelave. Sodobno kmetijstvo, 34, 7-8: 329-331
- Rogelj I. 2001b. Simbiotični mlečni izdelki – učni primer funkcionalne hrane. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8-9 nov. 2001. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 219-229
- Rogelj I. 2002a. Pomen mleka in mlečnih izdelkov v prehrani. Sodobno kmetijstvo, 35, 7-8: 338-341
- Rogelj I. 2002b. Resnice in zmote o mleku. Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Katedra za mlekarstvo.  
[http://press.lj-mlek.si/pdf/pismo-homogenizirano\\_mleko.doc](http://press.lj-mlek.si/pdf/pismo-homogenizirano_mleko.doc) (10. nov. 2006)
- Salobir K. 2001. Prehranska fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8-9 nov. 2001. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 121-136
- Salobir J., Salobir K. 2003. Prehrana živali kot način spreminjanja živalskih proizvodov v funkcionalna živila. V: Zbornik predavanj 12. Posvetovanja o prehrani domačih živali 'Zdravčevi-Erjavčevi dnevi', Radenci 6-7 nov. 2003. Adolf P. (ur.). Murska sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica: 12-32
- Stanton C., Lawless F., Kjellmer G., Harrington D., Devery R., Connolly J.F., Murphy J. 1997. Dietary influences on bovine milk *cis* 9, *trans* 11 conjugated linoleic acid content. Journal of Food Science, 62: 1083-1086
- Stekar J., 1995. Sestava mleka. Kmetovalec, 63, 12: 15-17
- Stibilj V., Koman-Rajšp M. 1997. Determination of fatty acids composition of winter consumer and UTH milk samples in Slovenia. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Zootehnika), 70: 187-194

- Tratnik L. 1998. Mljeke – tehnologija i mikrobiologija. Zagreb, Hrvatska mljekarska udruga: 391 str.
- Toledo P., Andrén A., Björck L. 2002. Composition of raw milk from sustainable production systems. *International Dairy Journal*, 12: 75-80
- Ulberth F. 1999. Konjugirana linolna kislina-vsebnost in prehranski pomen. V: 2. slovenski kongres. Mleko in mlečni izdelki, Portorož, 14-16 nov. 1999. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 111-112
- Ward A.T., Wittenberg K.M., Froebe H.M., Przybylski R., Malcolmson L. 2003. Fresh forage and solin supplementation on conjugated linoleic acid levels in plasma and milk. *Journal of Dairy Science*, 86: 1742-175
- Willians C.M. 2000. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 49: 165-180
- White S.L., Bertrand J.A., Wade M.R., Washburn S.P., Green Jr., J.T., Jenkins T.C. 2002. Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 85: 95-104
- Whitlock L.A., Schingoethe D.J., Hippen A.R., Kalscheur K.F., Baer R.J., Ramaswamy N., Kasperon K.M. 2002. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. *Journal of Dairy Science*, 85: 234-243
- Wolff R.L., Precht D., Molkein J. 1999. Occurrence and distribution profiles of trans 18:1 acids in edible fats of natural origin. V: *Trans fatty acids in human nutrition*. Sebedio J., Christie W.W. (eds.). Dundee, The oily press: 1-34
- Žgajnar J. 1990. Prehrana in krmljenje goved. Ljubljana, ČŽP Kmečki glas: 564 str.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Andreju Lavrenčiču za strokovno vodenje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Prisrčna hvala somentorici dr. Alenki Levart za pomoč pri iskanju literature, za idejni koncept diplomskega dela in vspodbudne besede.

Doc. dr. Dragomiru Kompanu gre zahvala za recenzijo diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi celotni ekipi kemijskega laboratorija Katedre za prehrano za prijazno pomoč pri izvedbi analize.

Dr. Nataši Siard in ga. Karmeli Malinger se zahvaljujem za pregled diplomske naloge in izvlečka.

Najlepša hvala tudi sošolkama Tini in Miji, ki sta mi nesebično posredovali znanje in informacije, ki so mi prišle prav pri pisanju diplomske naloge.

Rok in domači, hvala za vso pozitivno energijo in pomoč, ki ste mi jo nudili sleherni trenutek.

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Petra ŽELEZNIKAR

**VPLIV NAČINA REJE NA MAŠČOBNOKISLINSKO  
SESTAVO MLEKA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

