

# savremena poljoprivreda

CONTEMPORARY AGRICULTURE



**ПОЉОПРИВРЕДНИК**

*NOVI SAD  
LVI (2007)*

**5**

UDC: 63 (497.1)(051)-"540.2" · ČASOPIS ZA POLJOPRIVREDU 0350-1205 · YU ISSN

# savremena poljoprivreda

*CONTEMPORARY AGRICULTURE*

**POSEBNO IZDANJE**

RADOVI SAOPŠTENI NA IV SIMPOZIJUMU  
“MLEKO I PROIZVODI OD MLEKA – KVALITET SIROVOG MLEKA”

ORGANIZATORI  
UNIVERZITET U BEOGRADU, POLJOPRIVREDNI FAKULTET  
”ZAJEDNICA STOČARSTVA”, BEOGRAD

Kladovo, 9–13. maj, 2007.

*NOVI SAD  
LVI (2007)*

**5**

UDC: 63 (497.1)(051)-“540.2” · ČASOPIS ZA POLJOPRIVREDU 0350-1205 · YU ISSN

YU ISSN 0350-1205

Časopis za poljoprivredu „SAVREMENA POLJOPRIVREDA“

Adresa: Bulevar oslobođenja 81, 21000 Novi Sad, Srbija

Telefoni: 021/621-870, 021/621-555; Fax: 021/621-727

*Journal of Agriculture “CONTEMPORARY AGRICULTURE”*

Adress: Bulevar oslobođenja 81, 21000 Novi Sad, Serbia

Phones: 021/621-870, 021/621-555; Fax: 021/621-727

Glavni i odgovorni urednik/*Editor-in-Chief*:

Prof. dr Milan Krajinović (Novi Sad)

Urednici/*Editors*:

Prof. dr Blagoje Stančić (Novi Sad)

Dipl. ing. Julkica Crnobarac (Novi Sda)

Pomoćnik urednika/*Assistant Editor*:

Doc. dr Vesna Rodić (Novi Sad)

Uredništvo/*Editorship*: Prof. dr Ratko Nikolić (Novi Sad), Prof. dr Petar Erić (Novi Sad), Prof. dr Branko Konstantinović (Novi Sad), Prof. dr Milenko Jovanović (Novi Sad), Prof. dr Zoran Keserović (Novi Sad), Prof. dr Milan Popović (Novi Sad), Prof. dr Stanimir Kovčin (Novi Sad), Prof. dr Jelena Ninić-Todorović (Novi Sad), Prof. dr Mladen Gagrčin (Novi Sad), dr Klašnja Bojana, nauč. sav. (Novi Sad), Doc. dr Radovan Savić (Novi Sad), Prof. dr Gordana Šurlan-Momirović (Zemun), Prof. dr Marian Bura (Temišvar), Prof. dr Refik Šahinović (Bihać).

Izdavački savet/*Editorial council*: Prof. dr Radovan Pejanović (Novi Sad), Prof. dr Miroslav Malešević (Novi Sad), Dipl. ecc. Gordana Radović (Novi Sad), Prof. dr Lazar Kovačev (Novi Sad), Jovan Crnobarac (Novi Sad), mr Goran Stanković (Zemun), Prof. dr Vitomir Vidović (Novi Sad), Prof. dr Branka Gološin (Novi Sad), Prof. dr Saša Orlović (Novi Sad), Prof. dr Nedeljko Tica (Novi Sad), Prof. dr Nikola Đukić (Novi Sad), Prof. dr Dragan Glamočić (Novi Sad), Prof. dr Nada Korac (Novi Sad), Prof. dr Sofija Petrović (Novi Sad), Prof. dr Jovan Crnobarac (Novi Sad), Prof. dr Stanko Boboš (Novi Sad), Dipl. ing. Dragana Žebeljan (Novi Sad), Danica Sojanović (Novi Sad), Prof. dr Ljiljana Nešić (Novi Sad), Prof. dr Petar Sekulić (Novi Sad), Prof. dr Mirjana Milošević (Novi Sad), Prof. dr Cvijan Mekić (Zemun), Prof. dr Nikola Mičić (Banja Luka), Prof. MVD Juraj Pivko, DSc. (Slovačka), Prof. dr Šandor Šomodi (Mađarska), Prof. dr Sava Bunčić (Engleska), Prof. dr Boris Stegny (Ukrajina), Prof. dr Kole Popovski (Makedonija), Prof. dr Ion Pădeanu (Rumunija), Prof. Baruch Rubin, Ph.D. (Izrael), Prof. dr habil. Imre Musci, CSc. (Mađarska), Prof. dr Mark Gleason (USA).

Izdavači/*Publishers*:

“DNEVNIK – POLJOPRIVREDNIK“ AD, Novi Sad.

POLJOPRIVREDNI FAKULTET, 21000 Novi Sad, Trg Dositaja Obradovića 8.

NAUČNI INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO, 21000 Novi Sad, M. Gorkog 30.

Adresa uredništva/*Adress of editorship*:

POLJOPRIVREDNI FAKULTET, 21000 Novi Sad, Trg Dositaja Obradovića 8.

Telefoni/*Phones*: ++ 021/450-355; ++ 021/6350-711; Fax: ++021/459-761.

Uplate izvršiti na:

“DNEVNIK – POLJOPRIVREDNIK“ AD, Novi Sad.

žiro račun: 160-171915-80, Delta banka ad, Beograd, PJ Novi Sad (pretplata za „Savremenu poljoprivredu“) ili

POLJOPRIVREDNI FAKULTET Novi Sad

žiro račun: 840-1736666-97 (pretplata za „Savremenu poljoprivredu“).

## SADRŽAJ – CONTENTS

KAPACITETI I PROIZVODNJA MLEKA U SRBIJI <b>Zoran Rajić, Nebojša Ralević, Ivana Ljubanović-Ralević, Dragić Živković</b> .....	1
UTICAJ VRSTE HRANIVA I SASTAVA OBROKA NA KOLIČINU I KVALITET MLEKA <b>Nenad Đorđević, Goran Grubić, Bojan Stojanović</b> .....	12
SIMENTALSKA RASA I NJEN ZNAČAJ U PROIZVODNJI MLEKA <b>Zlatko Skalicki, Predrag Perišić, Dušan Latinović, Gligorije Trifunović, Radica Đedović</b> .....	18
UTICAJ FARME I MESECA LAKTACIJE NA MLEČNOST OVACA <b>Cvijan Mekić, Gligorije Trifunović, Predrag Perišić, Milan P. Petrović</b> .....	26
BROJ SOMATSKIH ČELIJA U OCENI KVALITETA MLEKA <b>Vera Katić</b> .....	33
SIROVO MLEKO KAO IZVOR <i>BACILLUS</i> VRSTA ODGOVORNIH ZA KVAR PROIZVODA OD MLEKA <b>Zora Mijačević, Snežana Bulajić</b> .....	42
MIKROBIOLOŠKI KVALITET KOZJEG MLEKA ZA PROIZVODNJU SIRA KAMEMBER <b>Anka Kasalica, Dragica Miočinović, Gordana Niketić, Anka Popović-Vranješ</b> .....	50
UTVRĐIVANJE KVALITETA SIROVOG MLEKA U SKLADU SA KRITERIJUMIMA EVROPSKE UNIJE <b>Gordana Niketić, Anka Kasalica, Dragica Miočinović</b> .....	55
HIGIJENA I KVALITET MLEKA U REPUBLICI MAKEDONIJI U SAGLASNOSTI SA LEGISLATIVOM <b>Sonja Srbinska</b> .....	61

POREĐENJE RASTA PROBIOTSKIH BAKTERIJA U MLEKU RAZLIČITOG POREKLA <b>Rajka Božanić</b> .....	69
POTENCIJALI PRIMENE DOPUNSKIH KULTURA U PROIZVODNJI SIREVA <b>Dragojo Obradović, Dragoslava Radin, Zorica Radulović</b> .....	75
KVALITET MLEKA U PROIZVODNJI SIREVA SA PLAVO-ZELENIM PLESNIMA <b>Sanja Seratlić, Ognjen Maćej, Snežana Jovanović, Stevo Marinković</b> .....	81
SIREVI SA SMANJENIM SADRŽAJEM MASTI <b>Predrag Puđa, Jelena Đerovski</b> .....	86
SIRARSKA PROIZVODNJA NA RASKRŠĆU TRADICIJE I INDUSTRIJE <b>Zlatan Sarić, Zdenko Puhan, Tarik Dizdarević</b> .....	103
SERUM PROTEINI – TEHNOLOŠKO-FUNKCIONALNA SVOJSTVA I MOGUĆNOST PRIMENE <b>Snežana Jovanović, Miroљub Barać, Ognjen Maćej, Tanja Vučić</b> .....	114
MICROFILTRATION – A POSSIBILITY FOR INFLUENCING PROPERTIES OF MILK <b>Zdenko Puhan</b> .....	126
ZNAČAJ I ULOGA TEHNOLOŠKIH FLUIDA –VODA I VAZDUH U PROIZVODNJI MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA PREMA ZAHTEVIMA EU <b>Anka Popović-Vranješ, Milan Krajnović, Ljiljana Opančerov, Jelena Kecman</b> .....	136
SENZORNA ANALIZA U FUNKCIJI UTVRĐIVANJA BEZBEDNOSTI I KVALITETA PREHRAMBENIH PROIZVODA <b>Jovanka Popov-Raljić, Radomir Radovanović</b> .....	142
KATEHIZAM 7 PRINCIPA HACCP KONCEPTA: 7 SMRTNIH GREHOVA I 7 NEBESKIH VRLINA U ODNOSU NA BEZBEDNOST HRANE <b>Radomir Radovanović, Igor Tomašević, Nikola Tomić</b> .....	150
STRATEGIJA UVOĐENJA ČISTIJE PROIZVODNJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI <b>Josip Baras, Ognjen Maćej, Snežana Jovanović</b> .....	164
PROIZVODNJA SOJINOG MLEKA I SOJINIH PROIZVODA U O.J. SOYA FOOD, LOKVE <b>Anka Popović-Vranješ, George Munćan, Jelena Kecman</b> .....	171
UPUTSTVO AUTORIMA ZA PISANJE RADOVA U ČASOPISU „SAVREMENA POLJOPRIVREDA“ .....	177
INTRODUCTIONS TO AUTHORS ON WRITING PAPERS FOR THE JOURNAL “CONTEMPORARY AGRICULTURE” .....	179

## KAPACITETI I PROIZVODNJA MLEKA U SRBIJI

ZORAN RAJIĆ, NEBOJŠA RALEVIĆ, IVANA LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ,  
DRAGIĆ ŽIVKOVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Proizvodnja mleka je u porastu, ali je značajnije povećanje limitirano zahtevima tržišta i standardom stanovništva. Imajući u vidu trend smanjenja broja muznih krava do veće ukupne proizvodnje možemo doći jedino povećanjem mlečnosti po grlu. U odnosu na ostvarenu proizvodnju mleka Srbija ima previše mlekara. Posledica ovakvog stanja je smanjena konkurentnost mlekara na domaćem i stranom tržištu. Iako postojeći sistem isplate premija za mleko odgovara mlekarama, jer im obezbeđuje stalne dobavljače, one najveće različitim merama pružaju pomoć proizvođačima u pogledu veće specijalizacije proizvodnje.*

**Ključne reči:** proizvodnja mleka, kapaciteti mlekara, konkurentnost.

### UVOD

Stanje u proizvodnji mleka, uprkos velikim ulaganjima države u premije, još uvek je nezadovoljavajuće. Dok su se krupni proizvođači najviše oslanjali na premije, jer im je ona predstavljala siguran izvor prihoda, manji proizvođači su se zbog povoljnijih cena orijentisali na zelene pijace. Ukidanje premija bi imalo negativno dejstvo mada bi izvesne modifikacije u smislu vezivanja za kvalitet u mnogome pozitivno delovale na proizvodnju mleka. Procenjuje se da je trenutno oko 5% mleka ekstra kvaliteta, oko 30% prve klase, što jasno ukazuje na potrebu podsticanja unapređenja kvaliteta mleka. Veoma mali broj mlekara stimuliše hemijski kvalitet (% mlečne masti i % proteina), kvalitet mleka (mleko ekstra, I i II klase) i stalnost isporuke. Pored premija, stimulacija za količinu i kvalitet, povraćaja dela sredstava utrošenih za nabavku grla i opreme, neophodno je izmeniti rasni sastav i uslove uzgoja kako bi grla mogla u potpunosti ispoljiti svoje proizvodne mogućnosti. Proces ukupnjavanja kapaciteta je u završnoj fazi, tržište mleka je uglavnom podeljeno, tako da opstanak velikog broja manjih objekata, koji su pozitivno uticali na povećanje proizvodnje mleka, zavisi od brzine promene asortimana ili specijalizacije proizvodnje. Proizvodnja mleka u celosti zadovoljava domaće potrebe, a određene količine preradevina su izvezene u bivše jugoslovenske republike. U narednom pe-

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Dr Zoran Rajić, docent, Dr Nebojša Ralević, redovni profesor, Dr Ivana Ljubanović-Ralević, redovni profesor, Dr Dragić Živković, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet Beograd

riodu se zbog sve većih zahteva mlekara i racionalizacije procesa sakupljanja mleka i od proizvođača očekuje veći stepen specijalizacije i povećanje broja muznih krava.

## REZULTATI

Jedan od osnovnih parametara proizvodnje mleka je brojno stanje muznih krava. Prosečan broj muznih krava je u periodu 2000–2005. godine iznosio 760000, s tim da je najmanje grla (740000) bilo u 2005. godini (tabela 1). Prostorni raspored nije ravnomeran jer je na području Centralne Srbije 86% grla (Vlahović i sar., 2006). U cilju poboljšanja osobina mlečnosti dominantne simentalke rase preporučuje se oplemenjivanje primenom selekcije u čistoj rasi. Kod nas je po uzoru na neke evropske zemlje prisutno ukrštanje simentalke rase sa crvenim holštajnom i montbeliard rasom u cilju poboljšanja osobina mlečnosti (prinos mleka, % mlečne masti, % proteina u mleku). Oplemenjena grla simentalke rase sa crvenim holštajnom trebalo bi stvarati sa ciljem njihovog gajenja na gazdinstvima koja imaju intenzivniju proizvodnju, bolje odgajivačke uslove, koja su specijalizovana za proizvodnju mleka i kojima je prihod od prodaje teladi za dalji tov sporedan. Nivo gena mlečnih rasa u simentalskoj treba da bude usklađen sa odgajivačkim uslovima i zahtevima tržišta za proizvodnjom mleka. Imajući u vidu trenutno stanje i mogućnosti za poboljšanje odgajivačkih uslova, udeo gena crvenog holštajna u simentalskoj rasi ne bi trebao da prelazi 50%. U cilju proizvodnje što većih količina mleka odgovarajućeg kvaliteta, pored poboljšanja genetskog potencijala krava, neophodno je i poboljšati uslove ishrane, smeštaja i nege (Živković i sar., 1991, Živković, 2004).

Tabela 1. Brojno stanje goveda, krava i steonih junica u Srbiji  
*Table 1. Number of cattle and cows in Republic of Serbia*

Godina/Year	Goveda (000 grla)/Cattle	Indeks/Index	Krave i steone junice (000 grla)/Cows	Indeks/Index
1985	2026	–	1241	–
1990	1979	100,00	1159	100,00
1997	1720	86,91	1052	90,77
1998	1717	86,76	1062	91,63
1999	1653	83,53	1046	90,25
2000	1274	64,38	845	72,91
2001	1187	59,98	812	70,06
2002	1176	59,42	796	68,68
2003	1161	59,03	789	68,32
2004	1111	56,13	742	64,02
2005	1108	55,98	740	63,84

Izvor: RZS – Godišnjak i saopštenja

Proizvodnja mleka po muznom grlu je nezadovoljavajuća i iznosi u proseku nešto ispod dve hiljade litara što je manje od svetskog proseka za 13%, a evropskog za preko 50%. Postoje značajne razlike u ostvarenoj mlečnosti u krupnim poljoprivrednim

preduzećima (oko 5,5 hiljada litara) u odnosu na porodična gazdinstva (oko 2 hiljade litara). Posmatrano po regionima, najveća mlečnost je u Vojvodini sa skoro 3,5 hiljada litara po muznom grlu (Vlahović i sar., 2006).

Prosečna proizvodnja mleka je u periodu 2000–2005. godine iznosila 1.580.000.000 litara, što odgovara stopi rasta od 0,3% godišnje. Stopa rasta ostvarena je zahvaljujući značajno većoj proizvodnji mleka u Vojvodini (2,8%) u odnosu na Centralnu Srbiju gde je zabeleženo smanjenje proizvodnje od 0,3%. Najveća proizvodnja od 1.602.000.000 litara ostvarena je u 2005. godini. Nosioci proizvodnje su porodična gazdinstva, koja daju 92% ukupne proizvodnje. Najznačajniji proizvodni region je centralni deo Srbije, sa učešćem od preko 60%. U svetskoj proizvodnji mleka Srbija učestvuju sa 0,31%, u evropskoj 0,90% i nalazi se na relativno skromnom 22. mestu.

Prepreku razvoju proizvodnje mleka predstavlja veličina poseda. Najveći broj poljoprivrednih preduzeća je u kategoriji do 50 ha (55,3%), a najmanji u kategoriji preko 5.000 ha (2,9%). Jedino PKB (21.000 ha) i PIK Bečej (16.500 ha) odstupaju sa raspoloživim zemljištem od ostalih preduzeća. Od 871.000 porodičnih gazdinstava njih 58,1% ima posed do 3 ha, samo 0,8% gazdinstava ima posed 15–20 ha, a 0,5% posed veći od 20 ha. Poređenja radi u Velikoj Britaniji prosečna veličina farme iznosi 69,3 ha, Francuskoj 41,7 ha, Danskoj 42,6 ha, Holandiji 18,6 ha, Nemačkoj 31,0 ha, Belgiji 20,6 ha. Navedeni podaci se ipak moraju uzeti sa rezervom jer zakup zemljišta često nije potvrđen ugovorom (Sredojević i sar., 2006, Ljubanović-Ralević i sar., 1993, Živković i sar., 2006).

Ograničene mogućnosti za povećanje vrednosti proizvodnje upućuju proizvođače da, u cilju poboljšanja poslovnih rezultata, težište svojih aktivnosti usmere ka racionalizaciji troškova kako bi doprineli njihovom smanjenju po jedinici kapaciteta (Živković, 1996). Mogućnost snižavanja troškova hrane zasniva se na racionalnom upravljanju količinom, kvalitetom strukturom i cenom stočnog obroka. Ostale aktivnosti su izbor načina držanja krava, određivanje optimalne veličine farme, što potpunije iskorišćavanje kapaciteta farme, izbor optimalnog intenziteta proizvodnje, izbor odgovarajućeg oblika reprodukcije stada, održavanje reprodukcionog perioda u optimalnim granicama, svođenje procenta izlučivanja priplodnog podmlatka u granice prihvatljivog intervala, unapređenje intenziteta plodnosti krava, utvrđivanje optimalnog perioda iskorišćavanja krava (Ralević i sar., 2006; Rajić i sar., 2006; Živković i Tešić, 2000, Živković i sar., 1998, 1999, 2005, 2006). Za sprovođenje ovih aktivnosti neophodno je, između ostalog, poznavanje odgovarajućih matematičko-statističkih metoda (Stanković i sar., 2002).

Proizvođač je obavezan da savesno obavlja proizvodnju mleka, postiže kvalitet koji odgovara propisima i redovno ga isporučuje (Ralević i sar., 2006). Porast vrednosti proizvodnje može ostvariti istovremenim povećanjem količine, kvaliteta i cene mleka ili njihovim različitim kombinacijama.

U cilju povećanja proizvodnje mleka, u Srbiji se sprovodi nekoliko međunarodnih projekata. Jedan od njih je projekat “Povećanje kvaliteta mleka – napredni menadžment na porodičnim farmama” koji finansira Evropska Unija, a realizuje Evropska agencija za rekonstrukciju. Projektom su obuhvaćena gazdinstva na području Banata, Šumadije, Pomoravlja, Jablaničkog i Pčinjskog okruga. U radu su, između ostalog, prezentovani i rezultati projekta “Reka mleka” iz 6 okruga istočne i jugoistočne Srbije.

Ukupni kapaciteti za preradu mleka su 1,2 miliona litara (tabela 2). Nedovoljno korišćenje kapaciteta je najčešće posledica nedostatka sirovina i lošeg menadžmenta, što

za posledicu ima neefikasnost poslovanja i slabu konkurentnost. Najvažniji ograničavajući faktori za poboljšanje poslovanja su mali asortiman proizvoda, kolebanje kvaliteta proizvoda, sporo prilagođavanje tržišnim zahtevima, zastarela ambalaža i pakovanje, nepostojanje dugoročnih, čvrstih ugovornih odnosa između prehrambene industrije i proizvođača sirovina (Rajić i sar., 2005, 2006).

Iako se proizvodnja mleka u Srbiji tokom poslednjih nekoliko godina nije značajnije menjala, količina mleka koju primaju mlekare je za 47% povećana, sa 553 miliona litara u 2000. na 814 miliona litara u 2005. godini, pri čemu su kapaciteti mlekara još znatno veći od otkupljenih količina mleka. Zanatske mlekare prerade samo 13% mleka, dok 26 velikih industrijskih mlekara prihvati 67% ponude. Za oko 40% je smanjen broj proizvođača od kojih mlekare otkupljuju mleko, uz istovremeno povećanje broja grla po gazdinstvu. U narednom periodu se ne očekuje bitnija promena ukupnog broja grla. Na smanjenje broja poljoprivrednika koji mleko predaju mlekarama uticalo je odbijanje nekih mlekara da otkupljuju manje od 50 litara mleka dnevno i povećanje zahteva vezanih za kvalitet mleka iznad nivoa postojećih propisa. Mogućnosti mlekara da povećavaju proizvodnju limitirane su zahtevima tržišta i standardom stanovništva.

Tabela 2. Prijem mleka, instalisani i korišćeni kapaciteti  
*Table 2. Admission of milk, operating and used capacities*

Godina/Year	Prijem mleka u mlekarama (litara)/ <i>Admission</i>	Instalisani godišnji kapacitet prerade (litara)/ <i>Annual operating capacity</i>	Stepen korišćenja kapaciteta (%)/ <i>Utilisation factor of capacity</i>
2000.	553.300.402	1.198.078.000	46,2
2001.	601.459.412	1.200.078.000	50,1
2002.	700.156.968	1.202.078.000	58,2
2003.	709.956.691	1.204.078.000	59,0
2004.	761.197.491	1.209.161.000	63,0

Izvor: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije

Stepen iskorišćenosti kapaciteta za preradu mleka u 6 okruga istočne i jugoistočne Srbije (53 mlekare) je nizak i kreće se u rasponu 10-20%. Najveći stepen iskorišćenosti kapaciteta imaju mlekare u pirotskom (21,07%) i pčinjskom okrugu (18,45%). U ostalim regionima stepen iskorišćenosti kapaciteta mlekara varira od 16,00 (Zaječarski okrug) – 17,58% (Jablanički okrug). Primera radi, u 2005. godini iskorišćenost kapaciteta DP “Mlekara” iz Leskovca je 7,47%, a mlekare “Mlekara Han” iz Vladičinog Hana 0,99%. Najveći kapacitet za preradu mleka nalazi se u Beogradu (“Imlek”) sa preko 500 hiljada litara dnevne prerade (tab. 3).

Pored konzumnog mleka proizvodi se i čitav niz prerađevina (tabela 4). U prometu se nalazi veliki broj proizvoda kao što su: sveže mleko, dugotrajno mleko, dugotrajno AD mleko 3,2% mm, dugotrajno UHT mleko 2,8% mm, milkshake, čokoladno mleko, slatka pavlaka, jogurt, probiotik jogurt, kefir, voćni jogurt, kiselu pavlaku; tvrdi sirevi – trapist, gauda, edamac, iriški sir, kačkavalj; beli kravliji sir, topljeni sir, krem sir, maslac i dr. Najveća kolebanja proizvodnje su registrovana kod obranog mleka u prahu (indeks 46), maslaca (indeks 164), svežih sireva i urde (indeks 130). Naj-

stabilnije su proizvodnje pasterizovanog i sterilizovanog mleka i sladoleda (indeks 102, odnosno 104).

Tabela 3. Najveći kapaciteti za preradu mleka u Srbiji  
Table 3. The biggest capacity for milk processing in Serbia

Naziv i sedište/ <i>Name and residence</i>	Dnevni kapacitet (000litara)/ <i>Capacity per day</i>
“Imlek”, Beograd	600
“Mlekara”, Subotica	160
“Novosadska mlekarara”, Novi Sad	150
“Sremska mlekarara”, Sremska Mitrovica	120
“Mlekara”, Šabac	100
“Mlekara”, Pančevo	100
“Mlekoprodukt”, Zrenjanin	100
“Niška mlekarara”, Niš	100

Izvor: PKS

Tabela 4. Robna proizvodnja mleka i mlečnih proizvoda \*  
Table 4. Commodity production of milk and milk products

Proizvod/Product	Proizvodnja (tona)/Production		Indeks/Index
	2004.	2005.	
Pasterizovano i sterilizovano	3.768.625	3.850.642	102
Mleko u prahu punomasno	5.484	4.084	74
Mleko u prahu obrano	5.642	2.628	46
Maslac	2.218	3.645	164
Mlečni namazi	1.804	2.066	114
Sveži sirevi i urda	681	892	130
Meki sirevi	5.502	6.438	117
Polutvrđi sirevi	2.248	2.869	127
Tvrđi sirevi	4.419	4.846	109
Topljeni sirevi	2.323	2.148	92
Mleko s dodacima (kakao mleko i sl.)	17.311	18.906	109
Pavlaka, koncentrovana i zaslađena	916	786	86
Kiselom mleko i jogurt, nearomatizovan	126.487	139.942	110
Kisela pavlaka, nearomatizovana	11.922	12.587	105
Sladoled	5.945	6.207	104

\* Bez podataka za Kosovo i Metohiju

Izvor: RZS

Veliki problem zanatskih mlekarara predstavlja mali asortiman proizvodnje, uz to veoma sličan asortimanu velikih mlekarara. Razlozi su najčešće tehnološke prirode ali su finansijski efekti zato negativni. U 6 okruga Srbije obuhvaćenih projektom “Reka mleka” nijedna mlekarara nije registrovana za proizvodnju sterilizovanog mleka, ali je čak 38 mlekarara registrovano za proizvodnju jogurta, a 27 za proizvodnju kiselog mleka. Samo IMPAZ, AD, Zaječar ima kapacitete za proizvodnju voćnog jogurta. Jedina mlekarara koja ima kapacitete za proizvodnju mleka u prahu i dečije hrane je IMPAZ AD, Zaječar. Sa

izuzetkom mlekare "Lazar" doo, Blace sve ostale mlekare sa registrovanim kapacitetima za proizvodnju albuminskog sira su male zanatske mlekare. Proizvodnja sira od surutke nije zastupljena u jablaničkom i pčinjskom okrugu. Jedini registrovani kapacitet za proizvodnju sireva u salamuri je "Mlekara Han" u Vladičinom Hanu, a topljenog sira „Niška mlekara“ AD, Niš i „Gložane“ doo, Gložane.

U odnosu na obim proizvodnje mleka, Srbija ima veliki broj objekata za preradu mleka. Prema podacima iz 2005. godine registrovane su 224 mlekare. U kategoriji mlekara su najbrojnije zanatske mlekare (193), dok je znatno manje industrijskih izvoznih (17), industrijskih (6) i zanatskih izvoznih mlekara (8).

Sve industrijske izvozne mlekare su kapaciteta preko 30000. Najveći kapacitet prerade imaju IMLEK (600000), AD Mlekara, Subotica (300000), AD Novosadska mlekara, Novi Sad (200000) i Impaz AD, Zaječar (150000), a najmanje IMLEK-ove mlekare u Požarevcu, Petrovcu na Mlavi i Vršcu (po 30000). Industrijske mlekare su kapaciteta od 30000 (AD Imlek, Gornji Milanovac, AD Imlek, Čačak, AD Imlek, Sevojno) do 80000 (Mlekara Han d.o.o., Vladičin Han).

Kapacitet zanatskih i zanatskih izvoznih mlekara varira u rasponu od 250 do 70000 litara. Najveće zanatske mlekare su Mladost AD, Kragujevac (70000) i Granice d.o.o. (50000), a najmanje „Rog“ (250) i „Jagnjilo“ (300) obe iz Jagnjilova kod Mladenovca. Svega 17 zanatskih mlekara ima kapacitet prerade preko 20000, dok čak 164 zanatske mlekare imaju kapacitet manji od 10000.

Danas na našem tržištu postoji nekoliko većih prerađivača i prodavaca mleka i proizvoda od mleka – DUNAV HRANA GRUPA, LURA, UNIMILK, BONGREN. Dominantan položaj prema ukupnom obimu i udelu proizvodnje mleka ima investicioni fond Salford. Kupovinom većinskog paketa akcija u pet srpskih mlekara, pokrio je oko 50 odsto tržišta mlečnih proizvoda u Srbiji. Dokapitalizacijom je postao većinski vlasnik "Imleka", u čijem se sastavu nalaze mlekare u Beogradu, Požarevcu, Šidu, Čačku, Kraljevu, Vršcu, Petrovcu. Pored AD "Imlek" koje pokriva oko 34% proizvodnje pasterizovanog mleka, 54% proizvodnje sterilizovanih proizvoda, 33,5% kiselomlečnih proizvoda, 40% proizvodnje pavlake i 23% proizvodnje sireva, "Salford" je postao većinski vlasnik i mlekara u Novom Sadu, Subotici, Zemunu i Zaječaru. U okviru reorganizacije kompanije očekuje se smanjenje broj proizvoda, modernizovanje opreme, otpuštanje radnika i zatvaranje nerentabilnih mlekara. Jedina prava konkurenciju ovom proizvođaču mleka i mlečnih proizvoda su kompanije "Danone" (kroz uvoz proizvoda) i "Lura" koja je veliki proizvođač u regionu i vlasnik "Somboleda".

Godišnja proizvodnja mleka u Zlatiborskom okrugu, u kome se uzgaja 9% muznih grla u Republici, kreće se oko 130 miliona litara ili 8 % ukupne proizvodnje Republike. Dnevni kapacitet prerade mleka je oko 52.000 l. Veći deo proizvodnje čini proizvodnja pasterizovanog mleka i kiselo mlečnih proizvoda, zlatarskog sira i belih tvrdih sireva, kajmaka, a u novije vreme paprike u pavlaci i trapista. Značajniji kapaciteti su: PK "Zlatibor", Mlekara "Sevojno", "Zlatarka" – Nova Varoš, "Mlekara Spasojević" – Bajina Bašta, "Min" Kosjerić, "Selo Grad" Požega, "Šopalović" Mačkat i više manjih mlekara.

Prema zvaničnim podacima u Zaječarskom, Niškom, Pirotskom, Topličkom, Jablaničkom i Pčinjskom okrugu se u 2005. godini gajilo 141.330 krava i steonih junica. Procenjena proizvodnja mleka za 113.064 muznih krava je iznosila 251.051,40 (000) l mleka. Ukupna količina mleka koju su otkupile mlekare u 2005. godini je 89.921,59

(000) l mleka, dok je otkup za prvih 6 meseci u 2006. godini iznosio 36.574,86 (000) l mleka.

U pomenutih šest okruga u 2005. godini bile su registrovane 53 mlekare, ali je u 2006. godini broj mlekara koje otkupljuju mleko smanjen na 47. Najviše registrovanih mlekara se nalazi u najnerazvijenijim mlekarskim područjima poput pirotskog (14 mlekara) i pčinjskog okruga (10 mlekara). Veliki broj mlekara je registrovan i u zaječarskom okrugu (10). Najmanje mlekara se nalazi u jablaničkom (6 mlekara) i topličkom (5 mlekara) okrugu. U kategoriji mlekara su najbrojnije zanatske mlekare kojih ima 48. Samo jedna od ovih mlekara je izvoznog karaktera (Lazar, Blace).

Najveće kapacitete u regionu ispitivanja imaju mlekare IMPAZ, AD Zaječar i „Džersi“ doo, Knjaževac. Velike kapacitete za preradu poseduju i DP „Mlekara“, Leskovac i „Mlekara Han“ doo, Vladičin Han. Najveće četiri mlekare u regionu imaju kapacitet od 388.000, što predstavlja 58,98% celokupnih kapaciteta u ispitivanim regionima. S druge strane u regionu ispitivanja posluje 41 mlekara sa kapacitetom ispod 10.000, a čak 16 mlekara ima kapacitet ispod 2.000. Jedino u pirotskom okrugu nekoliko mlekara radi proizvode od ovčijeg mleka.

Mlekare iz zaječarskog okruga otkupile su u 2005. godini najveću količinu mleka (42,47%), odnosno u periodu januar-jun 2006. godine 44,38%. Daleko iza zaječarskog okruga po otkupu mleka se nalaze nišavski (15,93% u 2005.), toplički (13,64%) i jablanički okrug (13,74%). Mlekare iz pčinjskog (8,80%), a posebno pirotskog okruga (5,40%) se odlikuju malim otkupom mleka. Zabrinjavajući je podatak da se u 2006. godini udeo otkupa mleka u pirotskom (4,99%) i pčinjskom okrugu (7,57%) smanjio u odnosu na 2005. godinu. Čak devet mlekara u pirotskom okrugu, po četiri u pčinjskom i zaječarskom, tri u jablaničkom i dve u nišavskom okrugu imaju otkup manji od 500.000 l mleka godišnje.

Uvoz i izvoz mleka i mlečnih proizvoda u Srbiji za 2005. godinu prikazan je u tab. 5.

Tabela 5. Izvoz i uvoz mleka i mlečnih proizvoda  
Table 5. Import and export of milk and milk products

Tip proizvoda/ Product	Uvoz/Import		Izvoz/Export	
	Količina (L, t)/Quantity	USD	Količina (l, t)/Quantity	USD
Mleko	3194000	2765300	146597000	4353000
Maslac	117	281400	188	403800
Beli sirevi	9	59188	257	538000
Topljeni sirevi	145	524900	85	282600
Tvrđi sirevi	177	569700	103	336200
Sirevi ukupno	331	1153788	445	1156800
Ukupno	–	5354276	–	7070400

Izvor podataka: RZS

U razmeni sa drugim zemljama Srbija je ostvarila pozitivan bilans (1.716.124 USD). Da bi se barem malo primakli zemljama koje veće deo proizvodnje izvoze (Danska i Holandija izvoze 85,5%, odnosno 77,0% proizvodnje u poređenju sa naših 1,4%) mora se još dosta toga uraditi. Za porast konkurentnosti izvoza pored određivanja ciljnih grupa potrošača, stvaranja prepoznatljive robne marke, važno je usklađivanje sistema kvaliteta

sa međunarodnim normama i standardima i stimulisanje njihovog uvođenja kod prethodno identifikovanih komercijalnih proizvođača.

Srbija nije veliki potrošač mleka (oko 382 miliona litara). Poređenja radi godišnja potrošnja mleka u Rumuniji je oko milijardu i po litara, u Bugarskoj 676 miliona, a u Mađarskoj 644 miliona.

Isporuka mleka prerađivačkim kapacitetima se odvija preko dva kanala prodaje: organizovanog prometa sa učešćem od preko 97%, pijaca i međuseljačkog prometa koji čini neznatan deo prometa. U strukturi isporuke porodična domaćinstva učestvuju sa 62%. Prosečna robnost proizvodnje je skromna i iznosi svega oko 20%, što govori da se radi o proizvodnji koja je pretežno namenjena zadovoljenju sopstvenih potreba. Daleko je veća robnost poljoprivrednih preduzeća. U isporuci mleka su veoma izražene sezonske oscilacije. Najveća isporuka je u letnjim mesecima, odnosno u trećem kvartalu, dok je najmanja u prvom kvartalu. O proizvodnji mlečnih proizvoda u domaćinstvima nema nikakve evidencije. Proizvodi se koriste uglavnom za ishranu članova domaćinstva, a eventualni viškovi se plasiraju preko pijaca ili ugostiteljskih objekata. U većini okruga je zanemarljiva proizvodnja mlečnih proizvoda kod kuće i u njima se otkupi skoro svo mleko. S druge strane postoje oblasti u kome je tradicionalna, kućna, proizvodnja sira, kajmaka i sl. vrlo izražena, kao npr. u pirotskom i delu niškog okruga. Na ovaj način se preradi i do 50% proizvedene količine mleka, mada se pored tradicije ne sme zanemariti ni neblagovremeno plaćanje kao uzrok smanjenom otkupu mleka (Ralević i sar., 2006).

Slična situacija u pogledu evidencije je i sa količinama mleka koje se utroše za ishranu teladi. Uobičajene dnevne količine po grlu se kreću oko 8–10 litara, ali je prisutna tendencija smanjenja dnevnih količina i skraćanja perioda primene ovakvog obroka. U okruzima obuhvaćenim projektom “Reka mleka” na ovaj način se utroši oko 15-16% celokupne proizvodnje mleka.

Sistem snabdevanja mlekara mlekom je definisan nedostatkom mleka na terenu i prevelikim brojem mlekara. Zanatske mlekare su uglavnom fokusirane na sakupljanje i otkup mleka iz sopstvenog sela ili opštine. Otkup mleka kod malih zanatskih mlekara retko kada izlazi van granica opštine. Ove mlekare nisu zainteresovane, ili nemaju mogućnosti, za formiranje stalnih snabdevača. Jedan od razloga je i neredovna isplata otkupljenog mleka. Obično sakupljaju mleko od malih, često neregistrovanih, poljoprivrednih proizvođača za koje nisu zainteresovane velike industrijske mlekare. Kvalitet mleka se ne proverava i nije uslov za otkup od proizvođača.

Veće zanatske mlekare su u potrazi za sirovinom izašle iz granica opštine i sakupljaju mleko po okrugu, pri čemu su fokusirani na tačno određena sela van teritorije opštine ili regiona. Mleko se sakuplja od svih proizvođača koji nude mleko na tržištu. Ove mlekare nemaju, ali nastoje da formiraju stalne dobavljače mlekom. Obično sakupljaju mleko od malih, često neregistrovanih, poljoprivrednih proizvođača ali imaju i srednje proizvođače koji se nalaze u procesu specijalizacije ka mlekarskoj proizvodnji. Kvalitet mleka se proverava u mlekari ali nije uslov za otkup od proizvođača.

Industrijske i industrijske izvozne mlekare koje su u funkciji sakupljaju mleko po regionu. Industrijske mlekare uz sakupljanje mleka na kućnom pragu imaju i otkupna mesta u pojedinim selima. U selima u kojima otkup mleka radi više, posebno malih mlekara, otkupna mesta ne postoje. Otkupna mesta se javljaju u selima u kojima mleko sakuplja jedna, po pravilu industrijska mlekara i najčešće su locirana u centru sela, blizu kafane ili prodavnice i sem po nazivu ne odgovaraju uslovima i zahtevima otkupnog

mesta. Dodatno sakupljanje mleka na kućnom pragu u ovome trenutku svima više odgovara (vozačima, proizvođačima i mlekarama), jer trenutna cena i zahtevani kvalitet mleka dopuštaju sistem sakupljanja na kućnom pragu.

U cilju obezbeđenja sirovina za preradu i poboljšanja kvaliteta mleka, mlekare pomažu najvećim proizvođačima da dobiju laktofrize (preko 100 litara predatog mleka na dan), ili im daju laktofrize. Ovi laktofrizi najčešće služe kao otkupna mesta za zaseok ili selo. Nedostatak ovog sistema otkupa je u tome što jedan proizvođač sa nekvalitetnim mlekom može da pokvari kvalitet mleka svih proizvođača koji predaju mleko u laktofriz. Najveći proizvođači, ali je to vrlo mali broj, imaju sopstvene laktofrize.

Nekoliko najvećih mlekara je krenulo sa različitim inicijativama kako bi pomogli proizvođačima u specijalizaciji proizvodnje. U tom kontekstu one obezbeđuju projekte, daju garancije na bankarske kredite (silo kombajni, izgradnja novih objekata, oprema i sl.), vrše nabavku ili ih kreditiraju (uvoz priplodnih junica). U slučaju kada mlekare nabavljaju opremu, mehanizaciju i sl., proizvođači vraćaju sredstva isporukom mleka.

Mlekarama ide na ruku situacija u kojoj se premije za mleko isplaćuju preko mlekara jer u ovoj situaciji obezbeđuju stalne dobavljače. One ne rade na udruživanju proizvođača, niti im obezbeđuju edukaciju, savetodavni servis, izradu akcionih, građevinskih i drugih planova i sl. Po pravilu, mlekare nemaju akcione planove ili planove razvoja i povećanja proizvodnje mleka.

Samo nekoliko industrijskih mlekara kontroliše mleko na „otkupnim mestima“ ili je prisutna na terenu i kontroliše mužu. Farmerima se mleko otkupljuje i plaća na osnovu sadržaja mlečne masti i proteina. Jedino je „IMLEK“ uveo sistem plaćanja zasnovan na nizu parametara koji uključuje i broj somatskih ćelija i bakterija.

Male mlekare nemaju sistem nagrađivanja ili kažnjavanja proizvođača. Veće mlekare koje brinu o kvalitetu mleka su uvele sistem kažnjavanja u slučajevima da se predaje mleko sa vodom, anitibioticima ili velikim brojem bakterija. Najčešće se prvi put šalje opomena, drugi put se proizvođač isključuje na 15 dana, treći put izbacuje iz otkupa, mada sistem kažnjavanja ne može pravilno funkcionisati u uslovima nedostatka mleka. Primera radi, IMPAZ AD, Zaječar prestaje da otkupljuje mleko za koje se u pojedinačnom uzorku dokaže da je sa vodom preko 1%; sa preko 3.000.000 bakterija; 600.000 somatskih ćelija; da mleko ima ispod 3,2% mlečne masti ili 2,9% proteina. Ukoliko predato mleko sadrži rezidue antibiotika, celokupnu nastalu štetu snosi proizvođač koji je predao takvo mleko. Mlekara stimuliše hemijski kvalitet (% mlečne masti i % proteina), kvalitet mleka (mleko ekstra, I i II klase) i stalnost isporuke (od 30 l mleka na dan). Cena mleka se destimuliše u slučaju ustanovljavanja velikog broja bakterija ili somatskih ćelija, dodate vode i niskog sadržaja SMBM. Reprezentativnim uzorkom za ispitivanje i određivanje kvaliteta smatra se samo uzorak iz laktofriza (farme, otkupnog mesta). Cena mleka u ekstra klasi kod ove mlekare može dostići 20,80 dinara bez premije od strane Ministarstva i bez troškova transporta.

## ZAKLJUČAK

Proizvodnja mleka u Srbiji ima tendenciju rasta, ali je za značajniji pomak potrebno usklađivanje nekoliko faktora. Pre svega, rasni sastav i uslovi uzgoja se moraju poboljšati, a boljom organizacijom proizvodnje doći do veće konkurentnosti. Za očekivati je da će broj mlekara u narednom periodu biti smanjen jer postojeći stepen iskorišćenja

kapaciteta nije zadovoljavajući. Posebno će se smanjiti broj zanatskih mlekara koje ne zadovoljavaju međunarodne standarde i nisu profilisale proizvodni program. Mlekare će u dogledno vreme morati preuzeti neke funkcije koje su sada u ingerenciji državnih institucija. Cilj tih aktivnosti je obezbeđenje stalnih dobavljača, povećanje stepena njihove specijalizacije i ukupne proizvodnje mleka. Iskustva zemalja sa razvijenim mlekarsvom nam mogu mnogo pomoći kako bi izbegli probleme u svim fazama proizvodnje, od primarne proizvodnje preko sabiranja do prerade.

## LITERATURA

LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ, I., STANKOVIĆ, J., RALEVIĆ, N., POPOVIĆ, B.: Multivarijaciona analiza proizvodne opremljenosti porodičnih gazdinstava. Zbornik radova Simpozijuma agroekonomista "Menadžment, marketing i informacioni sistemi u funkciji razvoja poljoprivrede", 274–281(1993).

RAJIĆ, Z., KALANOVIĆ, B., RALEVIĆ, N., LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ, I.: Otkup i prerada poljoprivrednih proizvoda na porodičnim gazdinstvima u brdsko-planinskom području Republike Srbije. Poglavlje u monografiji "Poljoprivredna gazdinstva Srbije u promenama", 151–171(2005).

RAJIĆ, Z., RALEVIĆ, N., ŽIVKOVIĆ, D., Đurić, D., Dimitrijević, B.: Održivost malih gazdinstava. Zbornik apstrakta Simpozijuma sa međunarodnim učešćem "Unapređenje poljoprivredne proizvodnje na teritoriji Kosova i Metohije", Vrnjačka Banja, 169(2006).

RAJIĆ, Z., RALEVIĆ, N., ĐURIĆ, D., LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ, I.: Planiranje proizvodnje u uslovima više ograničavajućih resursa. Zbornik rezimea XIX naučno-stručni skup poljoprivrede i prehrambene industrije, Neum-BIH, 244( 2006).

RAJIĆ, Z., MILIĆ, D., KALANOVIĆ, B., KUKIĆ, Đ.: Uskladjivanje proizvodnje u prehrambenoj industriji. Zbornik rezimea XIX naučno-stručni skup poljoprivrede i prehrambene industrije, Neum-BIH, 245-246(2006).

RALEVIĆ, N., LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ, I., RAJIĆ, Z., POPOVIĆ, B.: Primena faktorske analize za određivanje pokazatelja identifikacije belih sireva u salamuri. Poglavlje u monografiji Autohtoni beli sirevi u salamuri, 113–142(2006).

RALEVIĆ, N., VELIČKOVIĆ, M., RAJIĆ, Z.: Stanje i potencijali poljoprivrede u opštini Petrovac na Mlavi. Monografija, 79(2006) .

STANKOVIĆ, J., RALEVIĆ, N., LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ, I.: Statistika sa primenom u poljoprivredi. (2002).

SREDOJEVIĆ, Z., GAJIĆ, B., ŽIVKOVIĆ, D.: Ekonomski parametri optimalne strukture proizvodnje u uslovima navodnjavanja. Ekonomika poljoprivrede, tematski broj, 799–807(2006).

VLAHOVIĆ, B., STEVANOVIĆ, S., TOMAŠEVIĆ, D., ZELENJAK, M.: Agrarna proizvodnja u Srbiji, DAES, (2006).

ŽIVKOVIĆ, D., PEŠEVSKI, M., MUNČAN, P.: Energetska efikasnost proizvodnje soje. Tehnika-organizacija rada, (5-6) 431-433(1991).

ŽIVKOVIĆ D.: Proizvodni menadžment poljoprivrednih preduzeća. Ekonomika, (5)275–280 (1996).

ŽIVKOVIĆ, D., SREDOJEVIĆ, Z., MUNČAN, P.: Obavljanje poljoprivredne proizvodnje i problemi zaštite prirodne sredine. Ekologika, (1)16–22(1999).

ŽIVKOVIĆ, D., TOMIĆ, R., MUNČAN, P.: Preduzetništvo u menadžerstvu. Zbornik radova SYM-ORG, 6. međunarodni simpozijum "Okruženje, menadžment, konkurentnost", FON, 378–382 (1998).

ŽIVKOVIĆ, D., TEŠIĆ, R.: Menadžment porodičnog gazdinstva. Zbornik radova VII međunarodni simpozijum "Menadžment promene", FON, 145–150(2000).

ŽIVKOVIĆ, D.: Organizaciono-ekonomska obeležja proizvodnje uljarica. Zbornik radova 45. savetovanje ind. ulja sa međunarodnim učešćem "Proizvodnja i prerada uljarica", 201–206(2004).

ŽIVKOVIĆ, D., SREDOJEVIĆ, Z., UROŠEVIĆ, M., TEŠIĆ, R.: Moć i strategija menadžmenta u motivisanju osoblja organizacije. Strategijski menadžment, (2)87–90(2005).

ŽIVKOVIĆ, D., JELIĆ, S., RAJIĆ, Z., RALEVIĆ, N.: Upravljanje resursima i konkurentnost porodičnih gazdinstava. Međunarodni naučni skup "Multifunkcionalna poljoprivreda i razvoj lokalnih zajednica", Ekonomika poljoprivrede, tematski broj, 647–654(2006).

ŽIVKOVIĆ, D., JELIĆ, S., RAJIĆ, Z.: Determinante preduzetničkog uspeha i koreni konkurentskih prednosti u ruralnim područjima. Međunarodni naučni skup – „Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj – razvoj lokalnih zajednica“, "Ekonomika poljoprivrede" – tematski broj (13–667), 647–655(2006).

## **MILK CAPACITIES AND PRODUCTION IN SERBIA**

**ZORAN RAJIĆ, NEBOJŠA RALEVIĆ, IVANA LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ,  
DRAGIĆ ŽIVKOVIĆ**

### **Summary**

Milk production trends tend to rise, however due to market demands and the living standard of the population a more significant production increase is substantially limited. Considering the declining trend of milking cows a major total milk production increase may be achieved by raising the milking capacity per animal. In Serbia there is an excess of dairy plants considering the achieved milk production. This results in a declining competitiveness between dairy plants on both the domestic and foreign market. Dairy plants are satisfied with the premium awards because these contribute to a continuous and permanent milk supply. Some major dairy plants offer expertise help to producers with regard to production specialization.

**Key words:** milk production, milk capacities, competitiveness

## UTICAJ VRSTE HRANIVA I SASTAVA OBROKA NA KOLIČINU I KVALITET MLEKA

NENAD ĐORĐEVIĆ, GORAN GRUBIĆ, BOJAN STOJANOVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Količina proteina i masti u mleku su glavni parametri za određivanje cene mleka, te su proizvođači zainteresovani za mogućnost uticaja ishranom na njih. Masti su pod najvećim uticajem ishrane, odnosno njihova količina zavisi od prisutnosti neophodnih prekursora, kao i antagonističkih materija. Proteini se u maloj meri mogu koristiti ishranom, i to stimulacijom mikrobijalne sinteze proteina, kao i odnosom razgradive i nerazgradive frakcije. Na količinu laktoze se ne može uticati ishranom, pošto ona predstavlja najstabilniji sastojak mleka.*

***Ključne reči:** mleko, masti, proteini, laktoza, hranivo, obrok.*

### UVOD

Mleko je važan proizvod govedarske, u manjoj meri ovčarske i kozarske proizvodnje, kojim se obezbeđuje svakodnevni profit u ovoj grani stočarstva. Količina, ali i kvalitet mleka, zavise sa jedne strane od genetske predispozicije (rasne pripadnosti) a sa druge od ishrane. Pri tome, najveći uticaj ishrane se ispoljava na količinu mleka, a znatno manji na njegov kvalitet, odnosno sastav. Međutim, proizvođači mleka su danas veoma zainteresovani za mogućnost korigovanja sastava mleka zbog činjenice da se ono plaća na osnovu sadržaja proteina i masti. Osim masti i proteina, u mleku se nalaze i nešto manje količine mlečnog šećera laktoze, minerala i vitamina, ali ovi hemijski parametri nemaju uticaj na cenu mleka, pa nisu predmet interesovanja proizvođača.

Ishranom se može u najvećoj meri uticati na zastupljenost masti u mleku, znatno manje na količinu proteina, a vrlo malo na udeo mlečnog šećera. Međutim, ove mogućnosti su veoma kompleksne i do sada nedovoljno ispitane.

### UTICAJ ISHRANE NA KOLIČINU I KVALITET MLEČNE MASTI

Sastav mleka se može brzo promeniti u kratkom vremenskom roku, na primer, u naučnim eksperimentima. Međutim, u dužem vremenskom periodu organizam krave je i pored bitno izmenjene ishrane sposoban da upotrebi sopstvene rezerve i da se sastav

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Dr Nenad Đorđević, vanredni profesor, dr Goran Grubić, redovni profesor, mr Bojan Stojanović, asistent, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun

mleka održi dosta ujednačenim i specifičnim za ovu vrstu. Tek ako nepovoljna ishrana potraje duže vreme najpre dolazi do smanjenja količine mleka, a samo pri izuzetnom smanjenju ishrane i do promena u sastavu mleka.

Mlečna mast je komponenta mleka koja najviše varira, a dokazano je da na nju utiče niz fizioloških i faktora okoline (Palmquist i sar. 1993). Fiziološki faktori se pretežno odnose na promene u bilansu energije, dok je od spoljnih faktora ishrana svakako najvažniji. Putem ishrane se značajno može uticati na sadržaj a donekle i sastav mlečne masti. Najizrazitiji primer takvog uticaja je poznat pod nazivom sindrom niskog sadržaja mlečne masti (*low fat milk syndrome*) koji se još naziva i depresija mlečne masti – DMM (*milk fat depression*).

Prvobitna teorija o depresiji količine mlečne masti objašnjenje je nudila u maloj količini masti u obroku za krave, i nastala je još polovinom XIX veka (Van Soest, 1994). Kasnije je zapaženo da i obroci sa većim količinama masti mogu imati sličan uticaj na količinu mlečne masti, tako da je ova teorija napuštena. U principu, obroci muznih krava su siromašni u mastima. Tako, na primer, količina sirovih lipida u biljnoj masi iznosi 1 do 4%, od čega su samo 50% prave masti (Đorđević i sar., 2003). Manja količina lipida (ulja) nalazi se u u zrnevlju žitarica, naročito u klici. Nasuprot tome, u zrnevlju uljarica (soja, suncokret) zastupljenost ulja je znatno veća (18-50%), ali se ova hraniva ređe koriste neobrađena za ishranu preživara (Đorđević i Dinić, 2007).

Tokom 20-tog veka značajna pažnja je posvećena ovom problemu tako da se došlo do daljeg razvoja teorija o uzrocima DMM (Grubić i sar., 2007). Te teorije mogu uslovno da se grupišu u dve grupe: (1) one koje govore da do DMM dolazi zbog toga što mlečnoj žlezdi nedostaju prekursori za sintezu mlečne masti (sirćetna i  $\beta$ -hidroksi buterna kiselina, uticaj insulina); (2) one koje govore da do DMM dolazi usled inhibicije jednog ili više koraka u toku sinteze masti u mlečnoj žlezdi (uticaj vitamina B<sub>12</sub> i *trans*-masnih kiselina).

Masti unesene obrokom menjaju se pod dejstvom enzima koje proizvode mikroorganizmi u buragu, tako da je sastav lipida koje životinje usvajaju u tankom crevu značajno drugačiji u odnosu na masti hrane. U buragu postoji znatan obim mikrobijalnog metabolizma masti kao i *de novo* sinteze lipida koji ulaze u sastav ćelija mikroorganizama. Iskorišćavanje masnih kiselina od strane mikroorganizama u buragu je ograničeno na inkorporaciju u ćelije i za sintetičke namene (Grubić i Adamović, 2003). Lipidi iz obroka najpre se hidrolizuju u buragu do slobodnih masnih kiselina i glicerola, nakon čega sledi biohidrogenizacija masnih kiselina. Rezultat toga je da preživari apsorbuju pretežno zasićene masne kiseline, što utiče i na konzistenciju lipida u njihovom masnom tkivu i mlečnoj masti (Grubić i sar., 2005a).

Dodavanje masti u obroke za krave se praktikuje radi obezbeđenja energije za grla koja proizvode preko 35 kg mleka/dan, odnosno u ranom postpartalnom periodu (Grubić i Adamović, 2003, Adamović i sar., 1997). Razlog tome je slab apetit tokom prvih nedelja laktacije što za rezultat ima nedovoljno unošenje energije i hranljivih materija. Jedan od načina za saniranje negativnog energetskog bilansa je korišćenje hraniva izuzetno visokog kvaliteta i koncentrovanih hraniva bogatih u energiji. Pored toga u obroke krava visoke mlečnosti dodaju se različiti izvori masti i ulja. Količina masti u svojoj materiji obroka krava veće mlečnosti treba da se kreće 5–7%.

U novije vreme u obroke krava uključuju se i protektirane masti ili masne kiseline u vidu kalcijumovih soli (u prahu ili sitnim briketima) koje ne podležu promenama u

buragu te kao takve dospevaju u tanka creva gde se pod uticajem lipaze razlažu na slobodne masne kiseline i glicerol i na taj način apsorbiraju. Prisustvo određenih nezasićenih masnih kiselina ima nepovoljan uticaj na razvoj pojedinih populacija mikroorganizama (Bell i sar., 2003). Tako, na primer, u nekim ogleđima, pri dodavanju konjugovane linolne kiseline, konstatovano je smanjenje procenta mlečne masti već posle 24 sata (Baumgard i sar., 2002). Nakon prestanka dodavanja ove masne kiseline procenat mlečne masti se vratio na nivo iz prethodnog perioda. Mehanizam ovog negativnog uticaja nije u potpunosti razjašnjen, i smatra se da ovakvo dejstvo ima samo *trans*-10, *cis*-12 izomer konjugovana linolna kiselina (Bauman i sar., 2001). Zbog navedenog problema, poželjno je u obroke sa povećanim sadržajem masti dodavati protektirane masnoće koje ne podležu razlaganju u buragu, što znači da se ovakvim izvorima štiti mikroflora buraga od depresivnog dejstva masti, a ne suprotno.

Stadima niže proizvodnje od 9000 kg mleka po kravi za godinu dana nije potrebno dodavati mast u obroke. Tako, na primer, Grubić i sar. (2005b) su u ishrani krava u prvoj fazi laktacije koristili protektirane masne kiseline »Vegegold«, pri čemu nisu ustanovili značajan uticaj na količinu ukupne količine mleka i 4% MKM, kao i sadržaj masti i proteina u mleku (tabela 1). Nasuprot tome, ovaj proizvod je imao povoljan i značajan uticaj na neke fiziološke parametre krava posebno one koji su indikatori bolje snabdevenosti i korišćenja energije (glukoze).

Tabela 1. Proizvodnja i sastav mleka (Grubić i sar., 2005-b)

Table 1. Milk yield and composition (Grubić et al. 2005-b)

Dani ogleđa i parametri <i>Days of experiment and parameters</i>	Grupa - Treatment		Značajnost <i>Significance</i>
	Kontrolna <i>Control</i>	Eksperimentalna <i>Experimental</i>	
Količina mleka - <i>Amount of milk, kg</i> :			
15 dan-day	26,7	26,0	NS
30 dan-day	28,6	28,4	NS
45 dan-day	29,9	30,4	NS
60 dan-day	30,7	31,7	NS
Količina 4% MKM - <i>Amount of 4% FCM, kg, 60 dan-day</i> :	31,0	33,2	NS
Sastav mleka <i>Milk composition, 60 dan-day</i> :			
Mlečna mast - <i>Milk fat, %</i>	3,55	3,56	NS
Protein, %	2,93	2,92	NS

Dodatak protektiranih masti u obroke za visokoproizvodne krave može da ima, u većini slučajeva pozitivan uticaj na produkciju mleka, prirast, ispoljavanje estrusa, koncepciju, a u nekim slučajevima i količinu mlečne masti (Solorzano i Kertz, 2005). Tako, na primer, Adamović i sar. (1997) su kravama dodavali koncentrat masti (protektirane masne kiseline u vidu kalcijumovih soli u prahu) u količini od 10%. Količina 4% MKM mleka u ogleđnoj grupi bila je veća za 11,05% dok su vrednosti za protein i mast bile veoma slične i prema redosledu tretmana (K:O) iznosile 3,38:3,39 % odnosno 2,92:2,87 %. Robb i sar. (1987) su takođe utvrdili da je dodatak kravama 0,5 kg koncentrata masti u prahu («Megalac») uticalo na povećanje količine 4% MKM (29,49:32,55 kg) odnosno masti (3,04:3,18 %).

Korišćenjem nekih hraniva, kao dodatnih izvora masti, može se uticati na zastupljenost konjugovane linolne kiseline u mlečnoj masti. Ova masna kiselina je značajna za prevenciju pojave kancera (Parodi, 1997), kao i za popravljanje opšteg zdravstvenog stanja organizma ljudi. (Grubić i sar., 2005a).

## **UTICAJ ISHRANE NA KOLIČINU PROTEINA U MLEKU**

Još uvek nije dovoljno ispitano kako se može preko ishrane uticati na zastupljenost proteina u mleku. Zna se da ishrana sa manjim količinama proteina nego što je predviđeno normativima utiče u većoj meri na smanjenje % proteina u mleku nego ako se u obroku nalazi više proteina nego što je potrebno (Grubić i Adamović, 2003). Pored toga, povećanje količine proteina u obroku dovodi do povećanja količine uree u krvi mleku, odnosno azotnih jedinjenja koja nisu u formi proteina (Grubić i sar., 1997, Stojanović i sar., 2007).

Za efikasno iskorišćavanje konzumiranog azota u krava visoke mlečnosti veoma je bitno obezbediti kako odgovarajuću količinu i kvalitet proteina, tako i optimalan sadržaj energije, odnosno adekvatan odnos ova dva parametra (Grubić i sar., 2003, Stojanović i sar., 2006). U cilju povećanja količine proteina u mleku stimulišu se mikroorganizmi buraga na maksimalnu sintezu proteina, a pored toga, u obrok se uključuju i neki pogodni izvori dopunskog nerazgradivog proteina, čime se obezbeđuje dovoljno amino-kiselina za resorpciju u tankim crevima (Grubić i sar., 2002). U tom pogledu najbolja su hraniva animalnog porekla, ali je njihova upotreba u ishrani preživara zabranjena zbog opasnosti od prenošenja BSE (Đorđević i sar., 2006, 2007). Kukuruzni gluten je hranivo koje sadrži visok udeo nerazgradivog proteina, ali je problem u njegovom lošem amino-kiselinskom sastavu, ceni i nestandardnosti kvaliteta (Đorđević i Dinić, 2007).

Metionin i lizin su prve limitirajuće amino-kiseline u obrocima koji se baziraju na kukuruzu, što je kod nas uobičajeno. Ta neizbalansiranost može da se koriguje uključivanjem leguminoznih hraniva (npr. seno lucerke) u obrok. Problem je u tome što veliki broj farmi ne raspolaže dovoljnim količinama ovih hraniva, kao i to što njihov kvalitet često nije zadovoljavajući. Dodavanje metionina i lizina (kroz hraniva ili u obliku protektiranih amino-kiselina) na početku laktacije može da dovede do manjeg povećanja proizvodnje mleka i/ili proteina mleka, dok u sredini laktacije najčešće može da poveća udeo proteina, ali ne i količinu mleka.

## **UTICAJ ISHRANE NA KOLIČINU LAKTOZE U MLEKU**

Laktoza je proizvod koji nije toliko značajan za direktnu potrošnju ili preradu mleka. Oko 70% svetske populacije ima stomalne probleme pri korišćenju mleka izazvane lošim varenjem laktoze, a zbog nedostatka crevnih enzima koji učestvuju u razlaganju mlečnog šećera. Zbog toga postoji interes koji je suprotan onom u proizvodnji mlečne masti ili proteina, i koji bi vodio smanjenju količine laktoze u mleku. Međutim, smanjenje njene količine se ne može obavljati direktno preko ishrane, već drugim načinima. Jedan je da se pri pakovanju mleka dodaje enzim laktaza koja može da razloži i do 70% mlečnog šećera, dok drugi treba da smanji sintezu laktoze ili poveća njenu razgradnju u vimenu.

## LITERATURA

- ADAMOVIĆ, M., STOJČEVIĆ, LJ., JOVANOVIĆ, R., ŽEŽELJ, M., CVETKOVIĆ, D.: Proizvodnja i korišćenje protektiviranih masnih kiselina u prahu u ishrani visokomlečnih krava. VII Simpozijum: Tehnologija stočne hrane (sa međunarodnim učešćem). Tara. Zbornik radova, 76–83 (1997).
- BAUMAN, D. E., PETERSON, D. G., CORL, B. A., BAUMGARD, L. H., PERFIELD II, J. W.: Update on conjugated linoleic acids (CLA). Proc. Cornell Nutr. Conf. Pp. 170–178. Ithaca, New York (2001).
- BAUMGARD, L. H., MOORE, C. E., BAUMAN, D. E.: Potential application of conjugated linoleic acids in nutrient partitioning. Proc. Southwest Nutr. Conf. 127–141, Tucson, Arizona (2002).
- BELL, J. A. AND KENNELLY, J. J.: Postprandial Infusion of Conjugated Linoleic Acids Negatively Impacts Milk Synthesis in Holstein Cows J. Dairy Sci. 86:1321–1324 (2003).
- ĐORĐEVIĆ, N., GRUBIĆ, G., JOKIĆ, Ž.: Osnovi ishrane domaćih životinja – praktikum. Poljoprivredni fakultet Zemun (2003).
- ĐORĐEVIĆ, N., GRUBIĆ, G., STOJANOVIĆ, B., KNEŽEVIĆ, M.: Mogućnost unapređenja ishrane krava u regionu Zlatara. Poglavlje u monografiji: Zlatarski sir. Ins. za ekonomiku poljoprivrede, Beograd. 93–114 (2006).
- ĐORĐEVIĆ, N., GRUBIĆ, G., STOJANOVIĆ, B., PANDUREVIĆ, T., KNEŽEVIĆ DAMJANOVIĆ, M.: Korišćenje hraniva animalnog porekla u svetlu novih propisa i mogućnost njihove supstitucije. XXI savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa, 21–22.02.2007, Institut PKB Agroekonomik, Beograd. Zbornik radova, 13, 3–4: 55–64 (2007).
- ĐORĐEVIĆ, N., DINIĆ, B.: Hrana za životinje. Cenzone Tech-Europe, Arandelovac (2007).
- GRUBIĆ, G., HRISTOV, S., ADAMOVIĆ, M., JOVANOVIĆ, R.: Uticaj suficita proteina u obrocima na zdravstveno stanje krava. Veterinarski glasnik, 51, 3–4: 127 (1997).
- GRUBIĆ, G., ADAMOVIĆ, M., ĐORĐEVIĆ, N., STOJANOVIĆ, B.: Novi normativi za ishranu muznih krava. Mlekarstvo, 2: 37–42 (2002).
- GRUBIĆ, G., ADAMOVIĆ, M.: Ishrana visokoproizvodnih krava. PKB Agroekonomik, Beograd (2003).
- GRUBIĆ, G., ADAMOVIĆ, M., STOJANOVIĆ, B., ĐORĐEVIĆ, N.: Savremeni aspekti u normiranju potreba u proteinima za krave muzare. Veterinarski glasnik. 57, 3–4: 101–112 (2003).
- GRUBIĆ, G., ĐORĐEVIĆ, N., GLAMOČIĆ, D., STOJANOVIĆ, B., ADAMOVIĆ, O.: Uticaj ishrane krava na sintezu nekih sastojaka mlečne masti. Simpozijum »Mleko i proizvodi od mleka«. Tara, 06–10.04. 2005. Biotehnologija u stočarstvu, 21, poseban broj, 29–41 (2005a).
- GRUBIĆ, G., RADIVOJEVIĆ, M., ĐORĐEVIĆ, N., ADAMOVIĆ, M., SPIRIDONOVIĆ, B., RADOMIR, B.: Effects of use of protected fatty acids in early lactating cows feeding. 8th International Symposium Modern Trends In Livestock. Belgrade, Zemun, Serbia and Montenegro, 5–8.10.2005. Biotechnology in animal husbandry, 21, 5–6, 1: 29–33 (2005b).
- GRUBIĆ, G., ĐORĐEVIĆ, N., STOJANOVIĆ, B.: Uticaj obroka na smanjenje procenta mlečne masti. XXI savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa, 21–22.02.2007, Institut PKB Agroekonomik, Beograd. Zbornik radova, 13, 3–4: 21–32 (2007).

- GRUMMER, R. R.: Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74:3244–3257 (1991).
- PARODI, P. W.: Cows milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *Journal of Nutrition.* 127: 1055–1060 (1997).
- ROBB, E.: Response of early lactation dairy cows a low fat ration supplemented with »Megalac«. *J. Dairy Sci.* Vol.70., Supl.1(1987).
- SOLORZANO, L. C., KERTZ, A. F.: Rumen inert fat supplements reviewed for dairy cows. *Feedstuffs.* 77, 11:2–5 (2005).
- STOJANOVIĆ, B., GRUBIĆ, G., ĐORĐEVIĆ, N.: Sadržaj uree u mleku kao pokazatelj optimalnog sadržaja proteina u obroku mlečnih krava. Simpozijum: Mleko i proizvodi od mleka, Tara, 21–25. maj 2006. Str. 27–30 (2006).
- STOJANOVIĆ, B., GRUBIĆ, G., ĐORĐEVIĆ, N.: Sadržaj azota iz uree u mleku – pokazatelj adekvatne proteinske ishrane mlečnih goveda. XXI savetovanje agronoma, veterinarina i tehnologa, 21–22.02.2007, Institut PKB Agroekonomik, Beograd. Zbornik radova, 13, 3–4: 33–40 (2007).
- VAN SOEST, P. J.: *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Cornell University Press, Ithaca, NY (1994).

## **THE INFLUENCE OF FEEDSTUFF TYPE AND DIET COMPOSITION ON AMOUNT AND QUALITY OF MILK PRODUCED**

NENAD ĐORĐEVIĆ, GORAN GRUBIĆ, BOJAN STOJANOVIĆ

### **Summary**

The amount of protein and fat in milk are main parameters that have influence on milk price, as a result farmers are very concerned for possible influence of the diet on them. Milk fat is under greatest nutritional influence, and their percent depends on availability of precursors needed for its synthesis; but also on presence of substances that might have adverse effect. There can be little influence of the diet on milk proteins. The most successful way to improve protein content is to enhance microbial protein synthesis in the rumen, and to take care about balance of degradable and undegradable protein in the diet. It is not possible to change lactose content with normal nutrition, considering that it is the most consistent milk component.

**Key words:** milk, fat, protein, lactose, feedstuff, diet

## SIMENTALSKA RASA I NJEN ZNAČAJ U PROIZVODNJI MLEKA

ZLATKO SKALICKI, PREDRAG PERIŠIĆ, DUŠAN LATINOVIĆ,  
GLIGORIJE TRIFUNOVIĆ, RADICA ĐEDOVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: U radu su prikazani proizvodni rezultati populacije goveda simentalske rase u zemljama Evrope i kod nas. Ukazano je i na višedecenijski negativan trend prisutan u govedarstvu Srbije, koji se ogleda posebno preko izraženog negativnog trenda broja goveda. Ta činjenica posebno je nepovoljna u ovom periodu, kada se stiču osnove za buduće proizvodne kvote za mleko, koje su i najveći problem zemalja EU. Proizvodnja govedeg mesa poslednjih nekoliko godina stagnira na vrlo niskom nivou. Kao mali proizvođač junećeg mesa, naša zemlja se ni na jednom tržištu ne može pojaviti kao ozbiljan ponuđač, jer ne zadovoljava istovremeno tri vrlo bitna faktora važna za proizvodnju i izvoz proizvoda, a to su kvalitet, kvantitet i kontinuitet proizvodnje. Iz tih razloga nameće se kao prioritet u agrarnoj politici naše zemlje, stalna primena i odobravanje novih podsticajnih mera u govedarstvu u cilju stvaranja što većeg broja robnih proizvođača mleka i mesa, posebno junećeg mesa namenjenog izvozu. Razvojne mogućnosti govedarstva Srbije postoje, i ogledaju se kroz raspoložive poljoprivredne površine, radnu snagu, farmske objekte i prerađivačke kapacitete, stručne i naučne radnike.*

**Ključne reči:** govedarstvo, simentalska rasa, proizvodnja mleka.

### UVOD

Proizvodnja mleka i mesa kod nas obavlja se sa značajno smanjenim brojem goveda, pa se podmiruju uglavnom potrebe domaćeg tržišta. Negativan trend u smanjenju broja goveda već tri decenije je prisutan i sve su prognoze da će se isti i u buduće nastaviti.

Brojno stanje goveda i proizvodnja mleka u Srbiji, prikazani su u tabeli 1. Ako se analizira brojno stanje goveda, uočava se negativan trend od 1975. godine, kada je zabeležen najveći broj goveda za posmatrani period. S obzirom da popisa goveda po rasama nije bilo, već se oslanjalo na procene, koje su govorele da je simentalskih i domaćih šarenih goveda u Srbiji sedamdesetih godina bilo oko 60%, a danas 80–85 %, to su sve promene brojnog stanja goveda najviše pogodile upravo simentalsku rasu. Rasni sastav goveda u Srbiji menjan je tokom čitavog dvadesetog veka, sve do danas. Posebne izme-

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Dr Zlatko Skalicki, redovni profesor; mr Predrag Perišić, asistent, dr Dušan Latinović, redovni profesor dr Gligorije Trifunović, redovni profesor, dr Radica Đedović, docent, Poljoprivredni fakultet, Zemun.

Rad je finansiran od Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije u okviru projekta: «Optimizacija i standardizacija autohtonih mlečnih proizvoda sa zaštitom oznake porekla BTN 351002».

ne su se dogodile u drugoj polovini dvadesetog veka. Istovremeno je sprovedeno po nekoliko zootehničkih mera, koje su imale za cilj unapređenje rasnog sastava goveda. Najznačajnija mera je svakako bila primena veštačkog osemenjavanja, u početku uglavnom semenom bikova iz uvoza. Priplodna grla i seme bikova simentalске rase najviše su uvoženi iz Austrije i Nemačke. Kao posledica toga u velikoj meri su domaće populacije goveda zamenjene ili pretopljene u simentalску rasu. Uvoz priplodnih grla je i danas aktuelan, s obzirom da i dalje postoje velike razlike u genetskom potencijalu goveda simentalске rase koja se gaje kod nas i u drugim evropskim zemljama.

## STANJE SIMENTALСКЕ RASE U SRBIJI I ZEMLJAMA EVROPE

Tabela 1. Brojno stanje goveda, krava i proizvodnja mleka po kravi u Srbiji  
*Table 1. Number of cattle, cows, and milk production per cow in Serbia*

Godina <i>Year</i>	Broj goveda u Srbiji <i>Number of cattle in Serbia (000)</i>		Proizvodnja mleka (000 000 lit.)	Mlečnost po kravi, kg
	Ukupan broj goveda <i>Total number of cattle</i>	Krave i steone junice <i>Cows and pregnant heifers</i>	<i>Milk production</i> (000 000 lit.)	<i>Milk yield</i> per cow, kg
1965	2142	986	959	956
1970	2147	1126	921	926
1975	2649	1370	1576	1516
1980	2367	1284	1716	1716
1985	2250	1242	1847	1847
1990	1979	1145	1759	1759
1995	1776	1082	1758	1758
2000	1272	843	1566	2070
2001 <sup>1</sup>	1186	812	1576	2131
2002 <sup>1</sup>	1177	801	1580	2096
2003 <sup>1</sup>	1162	790	1576	–
2004 <sup>1</sup>	1102	742	1579	–
2005 <sup>1</sup>	1079	720	1602	–

<sup>1</sup> *Bez Kosova i Metohije – Without Kosovo and Metohija*

Simentalска rasa uglavnom se gaji u centralnoj Srbiji, kao rasa kombinovanih proizvodnih osobina. U područjima intenzivnije govedarske proizvodnje gaje se populacije goveda naglašene mlečnosti, a vrlo su česta i meleženja sa mlečnim rasama. U siromašnijim, kao i brdsko-planinskim područjima gaje se slabije produktivna grla, smera proizvodnje meso–mleko.

Prema zvaničnim podacima u Srbiji ima oko 1.080.000 grla goveda, od kog broja je oko 720.000 krava i steonih junica. Prosečna proizvodnja mleka po kravi za sve rase u periodu posle 2000-te godine, prema zvaničnim statističkim podacima je oko 2000 kg. U ranijem periodu prema istom izvoru, kao što se vidi iz tabele 1, proizvodnja mleka po kravi, bila je još niža. Navedeni podaci o prosečnoj proizvodnji mleka po kravi moraju se uzeti sa rezervom. Naime, oni su dobijeni samo na osnovu zvanično otkupljenih količina mleka od strane mlekara. Proizvedene količine mleka koje su potrošene na gazdinstvima ili prerađene u sireve, kao i količine mleka koje se potroše za odgoj teladi

u prva 2–3 meseca laktacije, zvanična statistika ne beleži. Zato se grubo prema procenama može reći da se oko 40–50% proizvedenog mleka ne evidentira, tako da je i zvanični prosek proizvedenog mleka po kravi značajno niži u odnosu na stvarni. U prilog ovoj tvrdnji, govore i podaci kontrole mlečnosti umatičenih krava simentalске rase, koju sprovode selekcijske službe. Prema zvaničnim selekcijskim izveštajima, a koje citiraju Perišić i sar. (2006), proizvodnja mleka umatičenih krava simentalске rase u Srbiji u 2004-oj godini bila je 4064 kg mleka sa 3,89% mlečne masti za celu laktaciju u trajanju od 311 dana, dok je u 2005-oj godini bilo 4267,38 kg mleka sa 3,91% mlečne masti za 315 dana laktacije. Prosek mlečnosti prvotelki i bikovskih majki vidi se u tabeli 2.

Tabela 2. – Proizvodnja mleka umatičenih krava simentalске rase u Srbiji  
*Table 2. – Milk production of registered cows of Simmental breed in Serbia*

Godina <i>Year</i>	Zaključenih laktacija <i>Concluded lactations</i>	Trajanje laktacije <i>Duration of lactation</i>	Mleka, kg <i>Milk, kg</i>	Mlečna mast, kg <i>Milk fat, kg</i>	Mlečna mast, % <i>Milk fat, %</i>
2004 Prvotelke <i>First calved</i>	5305	305	3811	148	3.89
Krave prosečno <i>Cows-average</i>	18463	311	4064	158	3.89
Bikovske majke <i>Bull dams</i>	–	–	5196	202	3,89
2005 Krave-prosečno <i>Cows average</i>	15923	314,73	4267,38	166,72	3,91

Tabela 3. Brojno stanje goveda simentalске rase u pojedinim zemljama Evrope u 2004.  
*Table 3. Number of Simmental cattle in some European countries in 2004.*

Zemlja <i>Country</i>	Ukupan broj grla simentalске rase <i>Total number of Simmental cattle</i>	Učešće rase u ukupnom fondu goveda zemlje, % <i>Share of Simmental breed in overall country cattle stock</i>	Umatičenih krava <i>Registered cows</i>
Mađarska – <i>Hungary</i>	110 000	17	12 056
Češka – <i>Czech Republic</i>	604 000	48	170 000
Slovenija – <i>Slovenia</i>	234 000	59	36 202
Slovačka – <i>Slovakia</i>	180 000	30	36 376
Srbija – <i>Serbia</i>	867 000	85	43 300
Švajcarska ( <i>Fleckvieh</i> ) <i>Switzerland</i>	180 000	13	70 000
Švajcarska ( <i>Simmentalska</i> ) <i>Switzerland</i>	65 000	5	25 100
Austrija – <i>Austria</i>	1 720 000	80	251 000
Hrvatska – <i>Croatia</i>	229 000	78	129 161
Italija – <i>Italy</i>	135 000	5	42 276
Francuska ( <i>Montbeliard</i> ) <i>France</i>	700 000	14	175 848
Nemačka – <i>Germany</i>	3 590 000	27	660 262

Mlečnost simentalskih krava u zemljama Evrope, koje gaje simentalsku rasu radi mleka i mesa, može se videti u tabeli 4. U procesu stvaranja populacija simentalske rase visoke mlečnosti pored intenzivne selekcije u čistoj rasi, vršeno je i meliorativno ukrštanje simentalca sa mlečnim rasama, pre svega crvenim holštajnom. Tako su stvorene populacije simentalske rase, veoma naglašenih osobina mlečnosti i muznosti, za koje se posebno definišu odgajivački ciljevi i programi.

Tabela 4. Mlečnost simentalskih krava u pojedinim zemljama Evrope

*Table 4. Milk yield of Simmental cows in some European countries*

Zemlja <i>Country</i>	Laktacija, dana <i>Lactation, day</i>	Mleko,kg <i>Milk, kg</i>	Mast,% <i>Fat, %</i>	Mast,kg <i>Fat, kg</i>	Proteini, % <i>Proteins, %</i>	Proteini, kg <i>Proteins, kg</i>
Mađarska <i>Hungary</i>	293	5 023	3,99	201	3,43	175
Češka <i>Czech Republic</i>	305	5 864	4,16	244	3,42	201
Slovenija <i>Slovenia</i>	305	4 918	4,05	199	3,31	163
Slovačka <i>Slovakia</i>	297	4 919	4,09	201	3,30	162
Švajcarska – ( <i>Fleckvieh</i> ) <i>Switzerland</i>	298	6 831	3,93	269	3,27	223
Švajcarska – ( <i>Simental</i> ) <i>Switzerland</i>	298	5 651	3,83	216	3,33	188
Austrija <i>Austria</i>	305	6 357	4,21	268	3,44	219
Norveška <i>Norway</i>	266	5 229	4,15	217	3,35	175
Hrvatska <i>Croatia</i>	305	4 422	4,08	180	3,35	148
Italija <i>Italija</i>		6 313	3,91	247	3,42	216
Francuska ( <i>Monbelijar</i> ) <i>France</i>	296	6 657	3,87	258	3,46	230
Nemačka <i>Germany</i>	316	6 643	4,18	278	3,53	235

Holštajnicizacija simentalske rase najviše je bila prisutna u Švajcarskoj, zbog povećanih potreba za mlekom u ovoj zemlji u poslednje dve decenije prošlog veka. Slična situacija bila je i u drugim evropskim zemljama (Mađarska, Češka, Slovačka), koje su u svom fondu goveda imale znatno učešće simentalca, koji je bio daleko slabije produktivnosti, od populacija gajenih u Švajcarskoj. Pomenute zemlje, imale su zadatak da u što kraćem roku povećaju ukupnu proizvodnju mleka. Najbrži način za ostvarenje tog cilja, bio je primena masovnog ukrštanja simentalca sa holštajnom (crveno-belim, crno-

belim), gde se efekti ukrštanja mogu sagledati u rezultatima istraživanja Michela i sar. (1989), Rubana i Todorova (1990), Zandarjana (1990) i drugih autora. U poslednjoj deceniji, broj krava čiste simentalke rase (bez udela gena mlečnih rasa) se postepeno povećava iz razloga promenjenih zahteva u pogledu potrebnih količina kravljeg mleka.

Austrija i Nemačka su izborile mesto zemalja izvoznica priplodnih goveda simentalke rase, kako u evropske, tako i vanevropske zemlje. Kao izvozna kategorija značajna za evropske zemlje, najčešće je kategorija steonih junica. Na ceni su uglavnom grla sa što boljim poreklom, ali isto i grla velikih okvira i dobre telesne razvijenosti. Iz tih razloga holštajnizacija simentalca u Nemačkoj, a posebno Austriji nije imala šire razmere. Istom bi se uticalo na smanjenje telesnih masa grla namenjenih izvozu. Drugi razlog za slabiju primenu ukrštanja simentalca sa holštajnom jeste postojanje kvota za proizvodnju mleka. Obimnija holštajnizacija vrlo brzo bi stvorila velike viškove mleka. Napredak u povećanju okvira tela kod simentalca, a time i sposobnosti za tov, kao i napredak u mlečnosti i muznosti, uglavnom su postignuti selekcijom u čistoj rasi. Osim izvoza steonih junica, Austrija i Nemačka su bile i ostale glavne izvoznice semena bikova simentalke rase u sve delove sveta. U poslednje dve decenije u Nemačkoj se deo populacije simentalčkih goveda gaji u sistemu krava–tele, sve u cilju sprečavanja pojave viškova proizvedenog mleka na tržištu. Uvoza simentalčkih goveda u naše područje najviše je bilo upravo iz Austrije i Nemačke, a ispitivanjem proizvodnih osobinama uveženih grla kod nas iz navedenih zemalja bavilo se više istraživača (Skalicki 1980, 1984, Perišić 1998).

U Francuskoj, od svih šarenih goveda stvorenih od simentalca iz Švajcarske, najznačajnija je rasa montbeliard. Ona se svrstava u rase dvojnog pravca proizvodnje, naglašene mlečnosti. U njenom stvaranju učestvovala je crveno-bela holštajn frizijska rasa. Montbeliard rasa danas se koristi kao meliorator slabije produktivnih populacija simentalke rase, kakva je i naša.

## **PRAVCI OPLEMENJIVANJA SIMENTALKE RASE**

U cilju poboljšanja osobina mlečnosti i tovnosti simentalke rase kod nas, oplemenjivanje je uglavnom sprovedeno selekcijom u čistoj rasi. Vršen je i uvoz priplodnih grla simentalke rase iz zemalja koje poseduju grla visokog genetskog potencijala za proizvodnju mleka. Tako su najčešći uvozi bili iz Austrije i Nemačke, u kojima je prosečna proizvodnja mleka po kravi za celokupnu populaciju u poslednjih nekoliko godina bila od 6500–7000 kg mleka sa preko 4% mlečne masti, a vrlo česti su bili zapati sa prosekom većim od 8000 kg. Ovakav vid oplemenjivanja simentalke rase kod nas, trebalo bi i dalje nastaviti u područjima intenzivne govedarske proizvodnje, gde se gaje najbolje populacije simentalca.

Obzirom da se osobine mlečnosti mnogo brže unapređuju primenom ukrštanja, to je i kod nas po uzoru na neke evropske zemlje u izvesnoj meri prisutno ukrštanje simentalke rase sa crvenim holštajnom i montbeliard rasom. Ovim načinom se unapređuju u značajnoj meri i osobine muznosti, što je posebno značajno u intenzivnoj proizvodnji mleka i primeni mašinske muže. Praćenjem efekata uvoza simentalčkih goveda, kao i ukrštanja simentalke rase sa crvenim holštajnom bavilo se više istraživača. Reproductivne i proizvodne osobine krava simentalke rase i meleza simentalke i crvene holštajn frizijske rase ispitivali su Medić i sar. (1983), Zečević (1986), Perišić i sar. (1999a, 1999b, 2002a, 2002b, 2002c, 2004, 2006) i drugi autori. Rezultati navedenih autora

uglavnom ukazuju da su melezi u odnosu na simentalSKU rasu nešto ranostasniji, imaju veću proizvodnju mleka sa nižim sadržajem mlečne masti i duže trajanje laktacije i servis-perioda.

Tabela 5. Značaj pojedinih osobina (u %) u selekcijskom cilju za simentalSKU rasu  
*Table 5. Importance of individual traits (in %) in selection goal for Simmental breed*

Zemlja <i>Country</i>	Mleko <i>Milk</i>	Meso <i>Meat</i>	Konverzija hrane <i>Feed conversion</i>	Eksterijer <i>Exterior</i>
Mađarska – <i>Hungary</i>	60	40	0	0
Češka – <i>Czech Republic</i>	40	24	0	36
Slovenija – <i>Slovenia</i>	45	10	23	22
Slovačka – <i>Slovakia</i>	60	40	0	0
Srbija – <i>Serbia</i>	50	50	0	0
Švajcarska ( <i>Fleckvieh</i> ) – <i>Switzerland</i>	40	10	30	20
Švajcarska ( <i>simentalac</i> ) – <i>Switzerland</i>	35	20	25	20
Rumunija – <i>Romania</i>	60	35	5	0
Poljska – <i>Poland</i>	50	50	0	0
Austrija – <i>Austria</i>	39	17	44	0
Hrvatska – <i>Croatia</i>	50	50	0	0
Italija – <i>Italija</i>	44	26	12,5	17,5
Francuska ( <i>simentalac</i> ) – <i>France</i>	51	–	31	18
Francuska ( <i>Monbeliard</i> ) – <i>France</i>	50	–	37,5	12,5
Nemačka – <i>Germany</i>	39	17	44	0

Kada su u pitanju odgajivački ciljevi i programi za simentalSKU rasu u evropskim zemljama oni se međusobno razlikuju. Svakako da moraju biti usklađeni sa potrebama svake zemlje za podmiranjem domaćeg tržišta za mlekom i mesom. Seleksijski ciljevi u velikoj meri zavise od veličine populacije simentalSke rase i njenog učešća u ukupnom fondu goveda jedne zemlje. Veoma važan faktor koji utiče na definisanje proizvodnih ciljeva za simentalca jeste i učešće mlečnih rasa goveda i njihova produktivnost. Što je veće učešće mlečnih rasa u nekoj zemlji, posebno ako je njihova mlečnost visoka ili i dalje raste, time se direktno utiče na smanjenje populacije simentalSkih goveda koja se gaje radi kombinovane proizvodnje i povećanje populacije koja se gaji u sistemu „krava–tele”.

## ZAKLJUČAK

Dugogodišnji negativan trend brojnog stanja goveda simentalSke rase u Srbiji i mala ukupna proizvodnja mleka, kao i niska prosečna proizvodnja mleka po kravi veoma se negativno mogu odraziti na visinu proizvodnih kvota za mleko, posmatrajući Srbiju u kontekstu Evropske unije. Iz tog razloga povećanje ukupne proizvodnje mleka u što kraćem roku, nameće se kao prioritet države u oblasti stočarstva. Zaustavljanje pada broja goveda, poboljšanje odgajivačkih uslova uz sprovođenje intenzivne selekcije u čistoj rasi ili primenu meliorativnog ukrštanja simentalSke i mlečnih rasa, svakako su mere pomoću kojih bi trebalo da se ostvari značajnije povećanje ukupne proizvodnje mleka u Srbiji. Nivo gena mlečnih rasa u simentalSkoj treba biti usklađen sa odgaji-

vačkim uslovima u kojima meliorisana grla proizvode, kao i sa zahtevima tržišta za proizvodnjom mleka.

Proizvodnja govedeg mesa poslednjih nekoliko godina stagnira na vrlo niskom nivou, tako da i najmanje izvozne kvote ne bivaju realizovane. Kao mali proizvođač juneceg mesa, koje je i najtraženiji proizvod govedarstva, naša zemlja se ni na jednom tržištu ne može pojaviti kao ozbiljan ponuđač. Iz tih razloga nameće se kao prioritet u agrarnoj politici naše zemlje, stalna primena i odobravanje novih podsticajnih mera u govedarstvu u cilju stvaranja što većeg broja robnih proizvođača mleka i mesa, posebno juneceg mesa namenjenog izvozu.

## LITERATURA

LAZAREVIĆ, LJ., LAZAREVIĆ, R., LATINOVIĆ, D., TRIFUNOVIĆ, G., PETROVIĆ, M. M., KATIĆ, M., STOJIC, M.: Oplemenjivanje goveda u cilju poboljšanja mlečnosti. *Biotehnologija u stočarstvu*, 13(3–4)17–24(1997).

MEDIĆ, D., BORANIĆ, M., KARIĆ, I., UGRENOVIĆ, M.: Ispitivanje reproduktivnih osobina domaće šarene rase i meleza domaće šarene x holštajn frizijske rase. *Savetovanje stručnog odbora za govedarstvo, Aleksinac* (1983).

MICHEL, A., LEUENBERGER, H., KUNZI, N.: Optimales erstkalbealter für gealpte rinder unterschiedlicher zuchtichtung. *Simentaler Fleckvieh* 6,15–19(1989).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., LATINOVIĆ, D., TRIFUNOVIĆ, G., BOGDANOVIĆ, V.: Uticaj udela gena crvenog holštajna na reproduktivne i proizvodne osobine krava simentalke rase. *Biotehnologija u stočarstvu*, 18 (5–6)37–43(2002c).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., LATINOVIĆ, D., PETROVIĆ, M. M., RUŽIĆ, D.: Uticaj uzrasta pri prvoj oplodnji na neke reproduktivne i proizvodne osobine prvotelki simentalke rase. *Savremena poljoprivreda*, 48(1–2)155–159(1999b).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., MEKIĆ, C., TRIFUNOVIĆ, G.: Uticaj udela gena crvenog holštajna na reproduktivne i proizvodne osobine prvotelki simentalke rase. XVIII savetovanje agronoma, veterinarara i tehnologa. *Zbornik naučnih radova, Institut PKB agroekonomik*, 10(2)25–30(2004).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., PETROVIĆ, M. M., BOGDANOVIĆ, V., TRIFUNOVIĆ, G., ĐEDOVIĆ, R.: The influence of Red Holstein gene share on reproduction and production traits of first-calf heifers. *Book of Abstracts of the 57<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP*, 17–20 September, Antaliya, Turkey, 35(2006).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., PETROVIĆ, M. M., MEKIĆ, C., ĐEDOVIĆ, R.: Uticaj uzrasta pri prvoj oplodnji na proizvodne osobine krava simentalke rase. *Savremena poljoprivreda*, 51(3–4) 97–101(2002a).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., PETROVIĆ, M. M., MIŠČEVIĆ, B., RUŽIĆ, D., DELIĆ, N.: Uticaj genetskih i nekih paragenetskih faktora na prinos mleka krava simentalke rase. *Biotehnologija u stočarstvu*, 15(1–2)29–39(1999a).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., PETROVIĆ, M. M.: Uticaj uzrasta pri prvoj oplodnji na neke reproduktivne i proizvodne osobine krava simentalke rase u prve tri laktacije. *Biotehnologija u stočarstvu*, 18(1–2)17–23(2002b).

PERIŠIĆ, P.: Reproaktivne i proizvodne osobine različitih genotipova krava simentalke rase. *Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd*, (1998).

PERIŠIĆ, P., SKALICKI, Z., PETROVIĆ, M. M., BOGDANOVIĆ, V.: Simentalska rasa i pravci njenog razvoja. *Biotehnologija u stočarstvu*, 22(posebno izdanje)231–244(2006).

RUBAN, J., TODOROV, T. G.: Karakter laktacionoj dejateljnosti simmentaljskoga skota različnih pomecnih sočtanij. Povišenje produktivnosti krupnoga rogatoga skota i ovec, 36–41 (1990).

SKALICKI, Z.: Fenotipska varijabilnost i povezanost reproduktivnih i proizvodnih osobina austrijskog i nemačkog simentalca u istim uslovima odgajivanja. *Magistarski rad*, (1980).

ZANDARJAN, V. A.: Karakter laktaciji u korov simentaljskoga skota, različnih genotipov. Povišenje produktivnosti krupnoga rogatova skota i ovec, (19)90–111(1990).

ZEČEVIĆ, B.: Ispitivanje uticaja ukrštanja domaćeg šarenog govečeta sa crvenim holštajnom na osobine mlečnosti i plodnosti. *Magistarski rad*, Poljoprivredni fakultet, Beograd, (1986).

## **SIMMENTAL BREED AND ITS IMPORTANCE IN MILK PRODUCTION**

ZLATKO SKALICKI, PREDRAG PERIŠIĆ, DUŠAN LATINOVIĆ,  
GLIGORIJE TRIFUNOVIĆ, RADICA ĐEDOVIĆ

### **Summary**

A present state in a cattle production in our country has been analyzed in this paper, with a special emphasis being given to the state in Simmental breed, which makes, according to some estimates, about 80–85% of total cattle stock in Serbia. Cattle breeding in Serbia is characterized by an unfavourable situation, especially expressed in a negative trend in a number of cattle. This fact is extremely adverse in this period, when we need to gain the grounds for milk production quotas what seems to be the greatest problem of the EU countries as well. A production of beef meat over a last few years has been stagnating at a very low level, so that even the smallest export quotas have not been realized. As a small producer of beef meat, the most wanted product of cattle breeding, our country cannot consider itself as a serious bidder in any of the markets. Out of these reasons as a priority in agropolitics of our country there is an imposed need for constant application and acknowledgment of new stimulative measures in cattle breeding with the aim of creating as greater a number of goods producers of milk and meat, especially beef meat for export, as possible. Possibilities for development of cattle breeding in Serbia do exist and are reflexed in available agricultural land, working force, farm buildings and processing capacities, as well as the experts and research workers. It is necessary to increase livestock, enlarge production, decrease a number of petty producers and engage thoroughly in organising and directing of production for both domestic and export needs.

**Key words:** cattle breeding, Simmental breed, milk production.

## UTICAJ FARME I MESECA LAKTACIJE NA MLEČNOST OVACA

CVIJAN MEKIĆ, GLIGORIJE TRIFUNOVIĆ, PREDRAG PERIŠIĆ,  
MILAN P. PETROVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD:* U ovom radu prikazani su rezultati kontrole mlečnosti kod ovaca svrljiške pramenke. Istraživanje je obavljeno na šest gazdinstava i ukupno je kontrolisano 130 grla.

Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je trajanje laktacionog perioda od 165,04 dana. Količina proizvedenog mleka prosečno je iznosila 128,05 kg, u kojem je bilo 6,53% mlečne masti. Podaci pokazuju da postoji vrlo značajna statistička razlika ( $P < 0,01$ ) u prinosu mleka između ovaca na gazdinstvu III u odnosu na II gazdinstvo. Razlika je iznosila 15,49 kg ili 12,58%. Razlike između gazdinstava III > IV od 10,30 kg (8,03%); III > II od 9,86 kg (7,66%) bile su takođe statistički vrlo značajne ( $P < 0,01$ ).

Prosečna dnevna mlečnost se smanjivala od prve do četvrte kontrole, tj. laktacija je imala stalni descendentni tok. Količina dnevne mlečnosti 30-tog dana laktacije tj. kod prve kontrole prosečno je iznosila 1,046 kg, druge kontrole 0,878 kg, treće 0,736 kg i četvrte 0,567 kg.

Sadržaj mlečne masti u mleku se povećava od prve do četvrte kontrole. Vrednosti su bile 5,30% mlečne masti kod prve, 6,23% druge, 6,98% treće i 7,62% četvrte kontrole.

Gazdinstvo tj. farma je imala značajan uticaj na ukupnu količinu namuženog mleka.

**Ključne reči:** svrljiška pramenka, količina mleka, mlečna mast.

### UVOD

Ovčarstvo je značajna grana stočarske proizvodnje, posebno u brdsko-planinskom području, koje raspolaže značajnim prirodnim potencijalima. Od 815.379 ha pašnjaka Srbije oko 86% pripada brdsko-planinskom području gde živi oko 50% poljoprivrednog stanovništva.

Zbog svojih prirodnih karakteristika zemljišta, klime i vodenih resursa Srbija ima veliki potencijal u poljoprivrednom sektoru koji nije u potpunosti iskorišćen. Naime, u Srbiji stočarskom proizvodnjom se bavi preko 700.000 domaćinstava, što čini 55% od

---

Originalni naučni rad / *Original scientific paper*

<sup>1</sup> Dr Cvijan Mekić, redovni profesor, dr Gligorije Trifunović, redovni profesor, mr Predrag Perišić, asistent, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun; Dr Milan P. Petrović, naučni savetnik, Institut za stočarstvo, Beograd-Zemun.

Rad je finansiran od Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije u okviru projekta: «Optimizacija i standardizacija autohtonih mlečnih proizvoda sa zaštitom oznake porekla BTN 351002».

ukupnog broja domaćinstava. Najbolja potvrda teškog stanja u stočarstvu je činjenica da stočarstvo kod nas učestvuje sa oko 40% dohotka u poljoprivredi, što ukazuje da je stanje u agraru Srbije loše (Mekić, 2005).

Proizvodnja mleka, a posebno ovčijeg i prerada u autohtone mlečne proizvode na brdsko-planinskim područjima je veoma značajna. Ovčije mleko je osnovna sirovina za naše najbolje autohtone proizvode, naročito sireve. Da bi se sačuvala autohtonost ovih proizvoda, njihovo ime i kvalitet, moraju se proizvoditi od ovčijeg mleka, jer se ne može izvršiti zaštita originalnosti proizvodnje ako nestane osnovna sirovina (Dozet i sar. 2002).

Ovčije mleko po obimu proizvodnje nema istu vrednost kao kravlje mleko, ali po sastavu i tehnološkim svojstvima je znatno kvalitetnije i bolja sirovina za preradu. Problemi koji prate ovčarstvo u celini opterećuju takođe proizvodnju i preradu mleka, te čine celinu ovčarske proizvodnje. To su u prvom planu ekstenzivno stočarstvo, niska proizvodnja mleka, teški uslovi rada, nedostatak radne snage, nedefinisanost programa razvoja ovčarstva, uticali su na smanjenje broja ovaca i na količinu ovčijeg mleka.

Mlekarstvo bazirano na ovčijem mleku ima svoje specifičnosti i karakteristike. Prerada ovčijeg mleka je sezonskog karaktera, uslovljena laktacijom ovaca i drugim uslovima vezanim za brdsko-planinska područja. Klimatski faktori i vegetacija su karakteristični, konfiguracija terena, struktura proizvodnje, transport i drugi uslovi utiču na preradu i razvijenosti proizvodnje od ovčijeg mleka.

U našoj zemlji, naročito u njenom brdsko-planinskom području skoro isključivo se gaje rase i sojevi ovaca, koji se koriste ne samo za proizvodnju mesa i vune nego i za proizvodnju mleka. Takođe, postoje regioni gde postoji tradicija u proizvodnji ovčijeg sira (svrljiški, pirotski, sjenički i dr.). U navedenim područjima gaje se lokalni sojevi domaće pramenke (svrljiški, pirotski, sjenički) koji su kombinovanih (trojnih) proizvodnih sposobnosti meso:mleko:vuna (Mekić i sar., 2005).

Mlečnost ovaca zavisi od više faktora, a najznačajnija je genetska osnova, uslovi ishrane, držanja, uzrasta ovaca, tipa rođenja jagnjadi itd.

Barillet i Boichard (1994) i Mihajlova i Rojčev (1976) navode da se heritabilitet osobina mlečnosti kreće u okvirima srednjih vrednosti, što znači da selekcijski uspeh u cilju povećanja proizvodnje i kvaliteta mleka može imati srednje rastući trend.

Cilj ovog rada je da se utvrdi tok lučenja mleka u toku laktacije i njegov efekat na ukupnu proizvodnju mleka kod svrljiškog soja pramenke.

## **MATERIJAL I METOD RADA**

Uporedno ispitivanje mlečnosti izvršeno je na području Opštine Svrljig. Kontrola mlečnosti je praćena kod 130 plotkinja svrljiškog soja pramenke gajenih na šest gazdinstava.

Kontrola mlečnosti vršena je na 30 dana kod svake ovce posebno, merenjem namužene količine mleka (graduisanim cilindrom), izraženu u litrima. Sadržaj mlečne masti određivan je takođe individualno.

Osnovna obrada podataka izvršena je primenom uobičajenih matematičko-statističkih metoda.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Količina mleka zavisi od niza faktora, uz individualitet, zbog čega je različita kod raznih grla posmatranog soja. Podaci o mlečnosti ovaca prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečne vrednosti za dužinu trajanja laktacije, količinu mleka i sadržaj mlečne masti

*Table 1. Average values for duration of lactation, milk yield and content of milk fat*

Farme <i>Farms</i>	Broj grla <i>Number of animals</i>	Trajanje laktacije <i>Duration of lactation</i>	Količina mleka, kg <i>Milk quantity (kg)</i>	% mlečne masti <i>Fat content</i>
I	10	163,3	130,24	5,77
II	20	171,15	128,77	6,37
III	20	165,05	138,63	6,25
IV	30	151,47	123,14	6,74
V	40	173,35	125,46	6,77
VI	10	162,00	128,33	6,62
Prosek – <i>Mean</i>	130	165,04	128,05	6,53

Dužina laktacionog perioda ispitivanih grla iznosila je prosečno 165,04 dana sa varijacijama od 151,47 do 173,35 dana (tab. 1). Iz izloženih podataka u tab. 1 možemo konstatovati da je prosečna proizvodnja mleka kod svrljiškog soja pramenke iznosila 128,05 kg s varijacijama od 123,14 do 138,63 kg u zavisnosti od gazdinstva. Prosečan sadržaj mlečne masti bio je 6,53%.

Utvrđene su vrlo značajne razlike između gazdinstava za ukupnu količinu namuženog mleka.

U radu je praćena proizvodnja mleka tokom laktacionog perioda. Rezultati tih istraživanja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Dnevna mlečnost ovaca u pojedinim kontrolama (kg)

*Table 2. Daily milking of sheeps in controlled periods (kg)*

Farma <i>Farms</i>	n	I kontrola <i>I control</i>	Sd	II kontrola <i>II control</i>	Sd	III kontrola <i>III control</i>	Sd	IV kontrola <i>IV control</i>	Sd
I	10	1,26	0,217	0,945	0,119	0,785	0,063	0,56	0,070
II	20	1,03	0,21	0,86	0,119	0,728	0,119	0,565	0,067
III	20	1,26	0,193	0,91	0,14	0,715	0,098	0,54	0,050
IV	30	1,13	0,14	0,93	0,065	0,74	0,061	0,55	0,057
V	40	0,84	0,083	0,82	0,101	0,73	0,103	0,57	0,066
VI	10	0,995	0,191	0,89	0,179	0,765	0,094	0,66	0,066
Prosek <i>Mean</i>	130	1,05	0,222	0,88	0,119	0,74	0,09	0,57	0,078

Iz podataka izloženih u tabeli 2 može se konstatovati da su postojale statističke razlike u pogledu uticaja gazdinstava na prosečnu dnevnu proizvodnju mleka u toku

laktacionog perioda. Utvrđena razlika u dnevnoj mlečnosti između gazdinstava I i II od 0,091 kg u korist gazdinstva I bila je statistički značajna ( $P < 0,05$ ). Takođe značajna razlika ( $P < 0,05$ ) je utvrđena i između gazdinstava V i VI u korist gazdinstva V (0,087 kg).

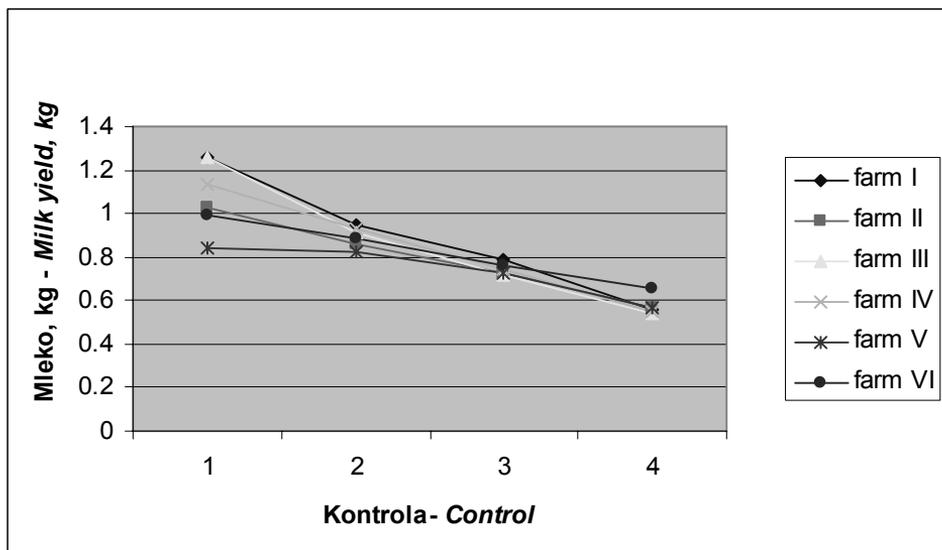
Utvrđene su razlike u dnevnoj mlečnosti ovaca na gazdinstvu I u odnosu na gazdinstvo V, I>V u iznosu od 0,147 kg; III>V za 0,116 kg; IV>V za 0,098 kg; I>V za 0,147 kg; III>V za 0,116 kg i IV>V za 0,098 kg.

Navedene razlike u visini dnevne mlečnosti ovaca između gazdinstava bile su statistički vrlo značajne ( $P < 0,01$ ).

Što se tiče uticaja kontrole po redu na prosečnu dnevnu količinu meka utvrđena je manja dnevna mlečnost u toku druge kontrole u odnosu na prvu za 0,174 kg, što je statistički bilo značajno ( $P < 0,05$ ). Razlika u dnevnoj mlečnosti između III i I kontrole od 0,310 kg bila je statistički vrlo značajna ( $P < 0,01$ ). Takođe, vrlo značajna razlika ( $P < 0,01$ ) utvrđena je između I i IV kontrole, a razlika je iznosila 0,486 kg. Vrlo značajne razlike u dnevnoj mlečnosti su utvrđene i između II>III za 0,142 kg; II>IV za 0,310 kg; III>IV za 0,168 kg.

Na osnovu izloženog možemo konstatovati da je najveća proizvodnja mleka u prvom mesecu laktacije pa se više ili manje smanjuje prema kraju laktacije. To smanjenje između prve i druge kontrole je iznosilo 16% (0,174 kg); treće i prve za 30% (0,310 kg) a četvrte i prve za 46% ili 0,478 kg. Značajnije smanjenje dnevne mlečnosti je između četvrte i treće kontrole jer je smanjenje iznosilo 23%.

Prema tome, laktacijska proizvodnja mleka najveća je u toku prvog meseca laktacije a posle je u stalnom opadanju ali i tu su postojale razlike u zavisnosti od farme, (Grafikon 1).



Grafikon 1. Dnevna mlečnost ovaca u pojedinim kontrolama  
*Figure 1. Daily milking of sheeps in controlled periods*

Cilj odgajivača je da što duže održe maksimum u proizvodnji mleka i da se utvrđene individualne razlike u ravnomernosti lučenja mleka u toku laktacije iskoriste u selekcijske svrhe. To znači da za priplod treba ostavljati žensko potomstvo od onih plodkinja koje su imale povoljniji tok lučenja mleka jer to utiče i na ukupnu proizvodnju mleka.

U istraživanjima Belića i sar. (1958) godišnja mlečnost svrliške pramenke iznosila je 78,72 kg s varijacijama od 47,09 do 123,16 kg. Što se tiče mlečnosti po kontrolama ona je opadala posle 40 dana od početka laktacije.

Mekić i sar. (2000) utvrdili su mlečnost svrliške ovce od 74,12 kg. Ako se uporede dobijeni rezultati sa citiranim iz literature može se konstatovati da je u ovim istraživanjima utvrđena veća mlečnost što je posledica prvenstveno selekcijskog rada i poboljšanja uslova odgajivanja.

### Procenat masti u mleku

Ako se posmatraju dobijeni podaci za masnoću mleka tokom laktacionog perioda i po pojedinim kontrolama može se konstatovati da je prosečan sadržaj mlečne masti za ceo laktacioni period i sva gazdinstva prosečno iznosio 6,53% (tabela 1).

Kretanje sadržaja mlečne masti po kontrolnim periodima prikazano je u tabeli 3.

Iz izloženih podataka u tabeli 3 se vidi da je veći procenat mlečne masti u mleku bio kod kontrole II u odnosu na I kontrolu za 0,93%, što je statistički bilo vrlo značajno ( $P < 0,01$ ). Utvrđene razlike između III i II od 0,75% i IV i III od 0,64% u korist III odnosno IV kontrole bile su statistički vrlo značajne ( $P < 0,01$ ). Takođe su utvrđene vrlo značajne razlike u sadržaju mlečne masti između pojedinih gazdinstava.

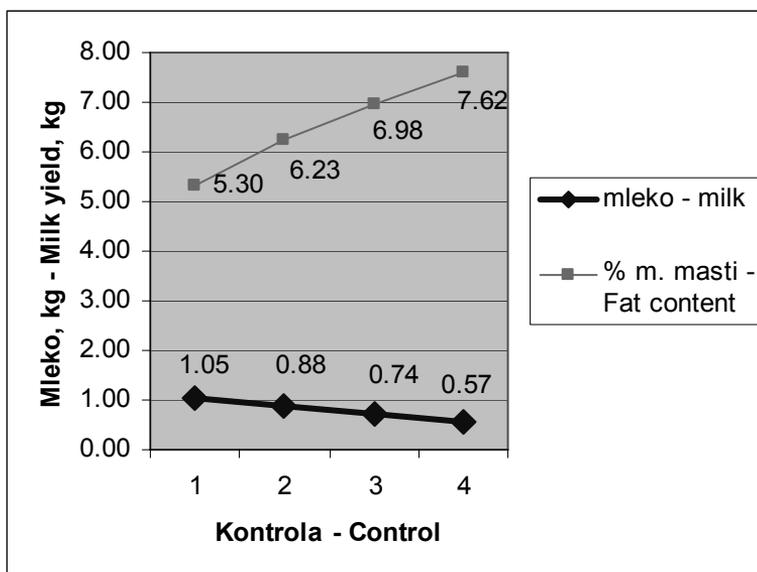
Tabela 3. Sadržaj mlečne masti po kontrolnim periodima (%)

Table 3. Content of milk fat in the controlled periods (%)

Farma <i>Farms</i>	n	I kontrola <i>I</i> control m.m.%	Sd	II kontrola <i>II</i> control m.m.%	Sd	III kontrola <i>III</i> control m.m.%	Sd	IV kontrola <i>IV</i> control m.m.%	Sd
I	10	4,88	0,439	4,98	0,520	5,81	0,409	7,41	0,409
II	20	5,26	0,372	6,26	0,309	6,61	0,404	7,35	0,372
III	20	5,05	0,128	5,91	0,471	6,69	0,701	7,37	0,359
IV	30	5,33	0,258	6,52	0,546	7,30	0,323	7,79	0,281
V	40	5,53	0,371	6,48	0,427	7,30	0,399	7,76	0,240
VI	10	5,32	0,424	6,18	0,759	7,18	0,640	7,80	0,254
<b>Prosek Mean</b>	130	5,30	0,399	6,23	0,639	6,98	0,623	7,62	0,399

Gazdinstvo II, III, IV, V i VI su imala veći sadržaj masti u mleku od I gazdinstva.

Povećanje sadržaja mlečne masti je najizraženije kod druge u odnosu na treću kontrolu, a posle se to povećanje smanjuje ali je prisutno. Ovakva situacija povećanja sadržaja mlečne masti u mleku od početka laktacije ka njenom kraju je očekivana jer sa opadanjem proizvodnje mleka raste sadržaj mlečne masti (negativna korelacija), a tok proizvodnje mleka i kretanje sadržaja mlečne masti prikazan je na Grafikonu 2.



Grafiikon 2. Sadržaj mlečne masti po kontrolnim periodima  
*Figure 2. Control of milk fat in the controlled periods*

Veći sadržaj mlečne masti u mleku kod svrljiške pramenke utvrdio je Mekić i sar. (2000) jer je procenat masti iznosio 7,66%. U istraživanju Belića i sar. (1958) sadržaj mlečne masti u mleku svrljiške pramenke prosečno je iznosio 6,95%, što je za 0,42% veće od ovih istraživanja.

## ZAKLJUČAK

Svrljiški soj pramenke ima veliki značaj za ovčarstvo Istočne Srbije. Kod nje je vrlo važna osobina mlečnost na koju se i danas, pod sadašnjim uslovima odgajivanja obraća velika pažnja. Da bi se utvrdila mlečnost ovog soja, vršena je sistematska kontrola kako količine tako i masnoće mleka na šest odabranih gazdinstava.

Na osnovu ispitivanja mlečnosti svrljiške pramenke došlo se do sledećih zaključaka:

1. Laktacioni period (dužina laktacije) prosečno je trajao 165,04 dana sa varijacijama 151,47-173,35 dana.
2. Prosečna mlečnost svrljiške ovce u toku laktacije iznosila je 128,05 kg, sa varijacijama pojedinačnih proseka između gazdinstava 123,14 i 130,24 kg.
3. Uticaj gazdinstva je bio izražen na prosečnu dnevnu mlečnost ovaca.
4. Najveća dnevna proizvodnja mleka bila je u prvom mesecu laktacije 1,046 kg. Od početka prema kraju laktacije dnevna mlečnost je bila u stalnom opadanju i pri četvrtoj kontroli prosečno je iznosila 0,568 grama, tj. manje za 0,478 grama ili za 45,70% u odnosu na prvi kontrolni period.
5. Sadržaj mlečne masti u mleku prosečno je iznosio 6,53%. Po kontrolama vrednosti su bile 5,30% pri prvoj; 6,23% drugoj; 6,98% trećoj i 7,62% četvrtoj kontroli. Kako se smanjivala količina mleka po kontrolama rastao je sadržaj mlečne masti.

Na osnovu izloženih rezultata istraživanja može se doneti jedan opšti zaključak da praćenje toka lučenja mleka u toku laktacije može poslužiti za selekcijske svrhe što bi se direktno odražavalo na ukupnu prizvodnju ovčijeg mleka uz poboljšane uslova gajenja.

## LITERATURA

BARILLET, F., BOICHARD, D.: Use of first lactation test-day data for genetic evolution of the lacaune dayry sheep. Book of proceedings. 5 th World congress of genetic applied do livestock production, Canada, 18,111-114(1994).

BELIĆ, J., MITIĆ, N., VIDOVIĆ, V.: O mlečnosti pirotske i svrljiške ovce u istim uslovoima odgajivanja. Arhiv za poljoprivredne nauke, XI,31(1958).

BOŽIĆ, D.: Značaj ovčijeg mlekarstva i mogućnosti za njegovo poboljšanje u Istočnoj Srbiji. Poljoprivreda, 10(1956).

MEKIĆ, C., PETROVIĆ, P., M., TRIFUNOVIĆ, G.: Stanje u proizvodnji i perspektive oplemenjivanja ovaca u cilju povećanja proizvodnje mleka. Biotechnology in Animal Husbandry, (21)15-28(2005).

MEKIĆ, C., MIOČINOVIĆ, D., OSTOJIĆ, M.: Mogućnost povećanja proizvodnje mleka u ovaca primenom ukrštanja. Arhiv za poljoprivredne nauke, Beograd, 61,211(1-2)103-111(2000).

MIHAJLOVA, L., ROJČEV, S.: Proučavane vrhunjakoji parametri na mlečnostata na polutnkoruni ovce. Simposim. Problemi na mlečnost pri ovcete (1976).

DOZET, N., MAČEJ, O., JOVANOVIĆ S.: Mogućnosti brdsko-planinskog područja za proizvodnju mliječnih proizvoda sa posebnim osvrtom na ovčije mljekarstvo. Biotechnology in Animal Husbandry, 18 (5-6)127-135(2002).

## THE INFLUENCE OF THE FARM AND MONTH OF LACTATION ON THE MILKING SHEEPS

CVIJAN MEKIĆ, GLIGORIJE TRIFUNOVIĆ, PREDRAG PERIŠIĆ,  
MILAN P. PETROVIĆ

### Summary

The production of milk in a sheep breed households was 128.05 kg, with variations between 123.14 and 138.63 kg.

Period of lactation was 165.04 days. Content of milk fat was 6.53%. There were significant differences in dependence of farms.

Maximal daily production was in the first month of lactation. Milk yield was 1.046 kg. From the beginning till the end of lactation, milk yield was reduced for 0.479 kg, so at the end the yeald was 0.567 kg.

Content of milk fat at the first control was 5.30%, at the second , 6.23%, at the third, 6.98% and at the fourth control it was 7.62%.

The influence was very significant on the daily production of milk.

**Key words:** svrljiška pramenka – domestic sheep, milk yield, fat contend.

## BROJ SOMATSKIH ČELIJA U OCENI KVALITETA MLEKA

VERA KATIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Broj somatskih ćelija u mleku, pokazuje stanje mastitisa u zapatu muznih krava i indikator je kvaliteta i higijenske ispravnosti mleka. Na broj somatskih ćelija u mleku utiču brojni faktori, kao što su: faktori koji uzrokuju mastitis (mikroorganizmi patogeni za vime, toksini i oštećenje tkiva), fiziološko-farmakološki faktori (stadijum laktacije, rasa, veterinarski lekovi) i stresni faktori (promena ishrane, transport, uslovi držanja, način muže i tehnička ispravnost mašina za mužu). Međutim, najveće povećanje broja somatskih ćelija nastaje pri mastitisima. Zapaljenski proces u mlečnoj žlezdi utiče na sintezu mleka i dovodi do kvantitativnih i kvalitativnih promena u mleku. Promene u sastavu nastaju na glavnim komponentama mleka (laktaza, mast, proteini) kao i na masnim kiselinama, frakcijama proteina, kazeinu, proteinima mlečnog seruma, anjonima i katjonima, sadržaju enzima, elektroprovodljivosti i dr. Povećani broj somatskih ćelija negativno utiče na aktivnost starter kultura, vreme koagulacije i termostabilnost mleka. Određivanje broja somatskih ćelija u zbirnom mleku je ključni faktor u oceni kvaliteta mleka stada i koristi se za formiranje cene mleka, sagledavanje problema mastitisa u stadu i praćenje uspeha primenjenog programa za preventivu mastitisa.*

**Ključne reči:** broj somatskih ćelija, mastitis, mleko, kvalitet mleka.

### UVOD

Koncentracija somatskih ćelija u mleku, najčešće se označava kao broj somatskih ćelija i, već duže vreme koristi se kao pokazatelj zapaljenskog procesa u mlečnoj žlezdi. Broj somatskih ćelija je u korelaciji s promenama u sastavu i fizičko-hemijskim osobina mleka, pa se koristi za ocenu kvaliteta mleka (Heeschen, 1998, Katić i Stojanović, 1998c, Katić i Stojanović, 2002). Određivanje broja somatskih ćelija u zbirnom mleku je ključni faktor u oceni kvaliteta mleka sa jedne farme i, pored drugih parametara, koristi se za formiranje cene mleka, a koristan je pokazatelj u programima za praćenje mastitisa (Katić i Stojanović, 1986, Katić i sar., 1990, Bramley, 1991, Katić i Stojanović, 1998a). Porast broja somatskih ćelija u mleku nije uvek posledica zapaljenskog procesa. Na sadržaj somatskih ćelija u mleku utiču brojni faktori, kao što su: faktori koji uzrokuju mastitis (mikroorganizmi patogeni za vime, toksini i oštećenje tkiva), fiziološko-

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Prof. dr Vera Katić, redovni profesor, Fakultet veterinarske medicine, Beograd

farmakološki faktori (stadijum laktacije, rasa, veterinarski lekovi) i stresni faktori (promena ishrane, transport, uslovi držanja, način muže i tehnička ispravnost mašina za mužu) (Katić, 1984, Heesch, 1995, Katić, 1995). Međutim, najznačajnije povećanje broja somatskih ćelija izazvano je zapaljenskim procesom, pa se broj somatskih ćelija u mleku iz pojedinih četvrti vimena krava, već više od četrdeset godina, koristi za ocenu zdravstvenog stanja mlečne žlezde, a poslednjih dvadeset godina broj somatskih ćelija u zbirnom mleku jedan je od parametara za ocenu kvaliteta mleka. Broj somatskih ćelija u zbirnom mleku krava veterinaru i stočaru ukazuje na veličinu problema koji predstavljaju subklinički mastitisi u zapatu muznih krava, a tehnologu pokazuje kvalitet sirovog mleka za preradu (Katić i Stojanović, 1998a, Katić i Mijačević, 2006).

## VRSTE I BROJ SOMATSKIH ĆELIJA U MLEKU

Mleko iz neinficirane mlečne žlezde sadrži epitelne ćelije, B limfocite, T limfocite makrofage i neutrofilne granulocite (polimorfonuklearni granulociti). Sadržaj somatskih ćelija u mleku i odnos pojedinih vrsta zavisi od stadijuma laktacije, zdravstvenog stanja mlečne žlezde i sekretorne aktivnosti ćelija vimena. U mleku iz neinficiranog vimena dominiraju makrofage (35%), zatim polimorfonuklearni leukociti (26%), limfociti (24%) i epitelne ćelije (15%) (Paape i sar., 1979, Lee i sar., 1980, Miller i sar., 1990). Opšte je prihvaćeno da je ta rezidentna populacija ćelija korisna kod muznih krava, budući da makrofagi započinju inflamatorni odgovor u mlečnoj žlezdi (Craven, 1983). Stalan influks polimorfonuklearnih leukocita u zdravu mlečnu žlezdu doprinesi očuvanju otpornosti mlečne žlezde od infekcije. Na početku i na kraju laktacije broj polimorfonuklearnih leukocita pokazuje tendenciju porasta, a procenat makrofaga se smanjuje (Miller i sar., 1990). Međutim, najveće povećanje broja somatskih ćelija u mleku nastaje pri mastitisi-ma kao rezultat primarnog odgovora i prodora polimorfonuklearnih leukocita u mlečnu cisternu. U slučaju mastitisa broj polimorfonuklearnih leukocita se povećava i može iznositi i do 100 % ukupnih ćelija u mleku. Ako infektivni agens perzistira u mlečnoj žlezdi celularna infiltracija se brzo menja sa uključivanjem mononuklearnih ćelija (T limfociti i monociti), međutim, u slučaju hroničnih mastitisa neutrofili i dalje čine dominantnu populaciju ćelija (70–80 %) (Concha i sar., 1986, Sordilo i sar., 1997, Hill i sar., 1991, Riollet, 2001).

Prosečan broj somatskih ćelija u mleku iz zdravog vimena je 50.000 u mililitru, a u najvećem broju slučajeva je niži od 150.000/ml (Pappe i sar., 1979, Katić i sar., 1994). Broj somatskih ćelija zavisi od vrste mikroorganizama koji su izazvali infekciju (Katić i Žuržul, 1991, Stojanović i Katić, 2003). Iz neinficiranih četvrti vimena krava izlučuje se mleko sa prosečno (geometrijska sredina) 68.000 somatskih ćelija u mililitru, a iz inficiranih četvrti izlučuje se mleko sa 1333 000 u slučaju infekcije sa *Staphylococcus aureus*, 1129 000 u slučaju infekcije sa *Streptococcus agalactiae*, 547 000 u slučaju infekcije sa *Streptococcus dysgalactiae*, 1 024 000 u slučaju infekcije sa *Streptococcus uberis*, 4 196 000 u slučaju infekcije sa koliformnim mikroorganizmima (*Escherichia coli* ili *Klebsiella spp.*), 155 000 u slučaju infekcije sa koagulaza negativnim stafilokokama i 164 000 u slučaju infekcije sa *Corynebacterium bovis* (Djabri i sar., 2002).

Broj somatskih ćelija u mleku može se određivati direktnim i indirektnim metodama i određen u mleku iz četvrti vimena krava pokazuje zdravlje četvrti vimena krava, određen u zbirnom mleku krava pokazuje stanje mastitisa u zapatu muznih krava, i

indikator je kvaliteta mleka (Katić, 1990). Pri broju somatskih ćelija manjem od 400.000/ml u zbirnom mleku zadovoljeni su svi zahtevi u vezi sa kvalitetom i higijenskom ispravnošću mleka.

## ZNAČAJ BROJA SOMATSKIH ĆELIJA ZA KVALITET MLEKA

Zapaljenski proces u mlečnoj žlezdi, nastao kao posledica dejstva patogenih mikroorganizama, toksina i oštećenja tkiva, dovodi da promena u sekreciji mleka, što ima za posledicu kvalitativne i kvantitativne promene u mleku (Katić i sar., 1994, Stojanović i sar., 1996, Heeschen, 1995). Kvalitativne i kvantitativne promene mleka su u korelaciji sa intenzitetom zapaljenja i mogu se sagledati u: 1. povećanju broja somatskih ćelija; 2. povećanju sadržaja belančevina mlečnog seruma; 3. povećanju permeabiliteta ćelijske membrane, što ima za posledicu jonske promene (povećanje sadržaja hlorida i natrijuma); 4. disrupciji ćelija i prelasku citosola u mleko, i povećanju sadržaja enzima; 5. smanjenju sekrecije komponenata mleka (laktoze, kazeina i masti) i 6. smanjenju količina mleka (Miljković i sar., 1984, Sandholm i Kaartinen, 1986).

Promene u sastavu i količini mleka su jasno izražene pri broju ćelija većem od 500.000/ml. Dalja analiza pojedinih sastojaka pokazuje korelaciju između intenziteta subkliničkog mastitisa i smanjenja sadržaja masti, suve materije bez masti, kapa kazeina, alfa s kazeina, vitamina B<sub>2</sub> i C, a povećanja koncentracije bovinih serum albumina, beta lakto globulina, alfa laktalbumina, katalaze, kisele fosfataze, aril esteraze, sadržaja hlorida i natrijuma, povećane aktivnosti plazmina i pri tome se povećavaju pH i električna provodljivost u mleku. Ove promene dovode do smanjenja termostabilnosti mleka, produženja vremena koagulacije mleka i smanjenja održivosti mleka (Ma i sar., 2000, Santos i sar., 2003).

Laktoza se sintetiše u Goldžijevom aparatu sekretornih ćelija mlečne žlezde pomoću enzima galaktozil transferaze i alfa laktalbumina, a prekursor za sintezu laktoze je glukoza iz krvi. Pri zapaljenskom procesu, smanjeno je zahvatanje glukoze iz krvi, što ima za posledicu smanjenje sinteze laktoze. Pored toga, pri mastitisu oštećeno je i tkivo, pri čemu dolazi do smanjenja sintetske sposobnosti enzimskih sistema u sekretornim ćelijama. Smanjenje količine laktoze u citosolu dovodi do promene osmotskog pritiska na ćelijskoj membrani, što ima za posledicu prelazak jona iz krvi u mleko.

Bakterijska infekcija mlečne žlezde izaziva oštećenje žlezdanog epitela, što se manifestuje stvaranjem "malih prolaza" između sekretornih ćelija. Kao posledica te reakcije povećava se permeabilitet krvnih kapilara i prelazak Na<sup>+</sup> i Cl<sup>-</sup> u lumen alveole, u cilju održavanja osmotskog pritiska, a K<sup>+</sup> se proporcionalno smanjuje. Usled povećane propustljivosti krvnih kapilara dolazi do prolaska jona bikarbonata iz krvi u mleko, pa se zapaža i promena pH.

Kao rezultat infekcije mlečne žlezde nastaje smanjenje procenta masti. Naročiti značaj se daje povećanju sadržaja slobodnih masnih kiselina. Mleko krava sa mastitisima sadrži veći procenat esterifikovanih masnih kiselina (C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub>), a manji procenat zasićenih masnih kiselina (C<sub>16:0</sub>-C<sub>18:0</sub>). Pored promena u sastavu mlečne masti menja se i membrana masne kapljice. Zbog promena na membrani masne kapljice u mleku krava sa mastitisima, osetljivije su na spontanu i indukovanu lipolizu, pa je u takvom mleku velika koncentracija slobodnih masnih kiselina (Santos i sar., 2003).

Ukupna količina proteina u mleku pri mastitisima se ne menja. Međutim, utvrđeno je smanjenje proteina koji se sintetiše u sekretornim ćelijama ( $\alpha$ -kazein,  $\beta$ -kazein,  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin), a povećanje proteina poreklom iz krvi (bovini serum albumini i

imunoglobulini) (Katić i sar., 1994). U mleku krava sa mastitisima utvrđeno je značajno povećanje parakapa kazeina. Povećanje parakapa kazeina nastaje kao posledica povećanja aktivnosti proteaza iz leukocita. Mastitis infekcije izazivaju i promenu odnosa rastvorljivog i micelnog kazeina. Mleko zdravih krava ima 95% micelnog kazeina, a mleko bolesnih krava sadrži 56% micelnog kazeina. Porast rastvorljivog kazeina direktno utiče na sposobnost mleka za proizvodnju fermentisanih proizvoda.

Promene u sastavu mleka sa povećanim brojem somatskih ćelija utiču na podobnost mleka za preradu. Negativan uticaj povećanog broja somatskih ćelija u mleku upotrebljenom za proizvodnju sira manifestuje se u smanjenju čvrstine gruša (Politis i Ng-Kwai-Hang, 1988a), smanjenju randmana sira, povećanom gubitku masti i kazeina u surutki i promenjenim senzornim karakteristikama (Politis i Ng-Kwai-Hang, 1988b). Porast proteina surutke smanjuje termostabilnost mleka. Proteini surutke adsorbovani na micle kazeina termički obrađenog mleka, smanjuju njegovu sposobnost podsiravanja i obrazovanja gruša. Promena odnosa kazeinskih frakcija, kao i pojava parakapa kazeina utiču na obrazovanje micela kazeina, što ima za posledicu slab randman i loš kvalitet gruša, a zapaža se u niskoj rentabilnosti pri preradi mleka u sir. Vreme podsiravanja mleka krava sa povećanim brojem somatskih ćelija je produženo, a rok trajanja sireva proizvedenih od takvog mleka, zbog zadržavanja veće količine vode, je smanjen. S toga mlekare, u kojima se proizvodi sir, stimulišu proizvođače premijama za mleko s manjim brojem somatskih ćelija.

Povećani sadržaj imunoglobulina u mleku, nastao kao posledica odgovora na infekciju mlečne žlezde, utiče na fermentativnu sposobnost mleka. Neki uzročnici mastitisa mogu da izazovu stvaranje antitela koja reaguju sa bakterijama mlečne kiseline i inhibiraju njihovo razmnožavanje u mleku. Negativno delovanje veće količine imunoglobulina u mleku na fermentativnu sposobnost mleka smanjuje se termičkom obradom (Miljković i sar., 1984).

U više ispitivanja je utvrđeno da je pasterizovano mleko, proizvedeno od mleka sa povećanim brojem somatskih ćelija, kraćeg roka trajanja a senzorne osobine su izmenjene zbog visokog stepena lipolize i proteolize (Ma i sar., 2000).

Zbog smanjene termostabilnosti i povećane aktivnosti plazmina mleko krava sa povećanim brojem somatskih ćelija, nije podesna sirovina za proizvodnju kondenzovanog mleka, mleka u prahu i sterilizovanog mleka.

Pri broju somatskih ćelija od 400.000/ml i manjem zadovoljavaju se zahtevi higijenske ispravnosti i kvaliteta mleka. Međutim, taj broj somatskih ćelija nije najbolji indikator raširenosti mastitisa u zapatu muznih krava. Čak i pri broju somatskih ćelija od 400.000/ml u zbirnom mleku moguće je da u zapatu muznih krava ima kliničkih i subkliničkih mastitisa.

Budući da je utvrđena korelacija između broja somatskih ćelija u mleku i promena u sastavu mleka i pogodnosti mleka za preradu poslednjih dvadeset godina, mnoge zemlje su u regulative za formiranje cene mleka, kao jedan od parametara unele broj somatskih ćelija.

Uzimajući u obzir značaj broja somatskih ćelija za higijensku ispravnost i kvalitet mleka, kao i ekonomičnu preradu mleka u proizvode, a na osnovu rezultata brojnih istraživanja za zemlje Evropske unije je okviru kriterijuma za sirovo mleko u Regulativi (EC) broj 853/2004 propisano da sirovo kravlje mleko ne sme da sadrži  $\leq 400\ 000$  somatskih ćelija u mililitru. Određuje se geometrijski prosek tokom tri meseca, sa bar jednim uzorkom mesečno, a gde nivo proizvodnje varira u skladu sa sezonom, nadležni organ može da odredi drugu metodologiju.

S ciljem da se po kvalitetu mleka i proizvoda od mleka približimo zemljama Evrope unije i time stvorimo mogućnost za izvoz proizvoda od mleka u te zemlje, izvršene su izmene u zakonskoj regulativi u našoj zemlji, koja se odnosi na zahteve u pogledu kvaliteta mleka. U Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture (2002) propisano je da u mleku krava broj somatskih ćelija ne prelazi 400.000 u mililitru.

## **BROJ SOMATSKIH ĆELIJA U PROGRAMIMA ZA SUZBIJANJE MASTITISA KRAVA**

Sve veći broj mlekara u našoj zemlji pri formiranju cene mleka uzima kao jedan od parametara i broj somatskih ćelija. S toga proizvođači mleka često postavljaju pitanje kako da smanje broj somatskih ćelija u mleku. Osnovni uslov za proizvodnju higijenski ispravnog mleka dobrog kvaliteta sa brojem somatskih ćelija koji ne prelazi granične vrednosti je zdrava mlečna žlezda. Broj somatskih ćelija, određen u zbirnom mleku jednom mesečno, koristan je podatak farmeru da prati stanje subkliničkih mastitisa u stadu i efikasnost programa za suzbijanje mastitisa koji uključuje: način muže, ispravnost mašina za mužu, mikroklimu u štali, terapiju krava u zasušenju, higijenu pri muži idr (Katić i sar., 1990, Katić i sar., 1999). Podaci dobijeni u više istraživanja pokazuju da krave sa manje od 200 000 somatskih ćelija u mililitru mleka nisu inficirane specifičnim uzročnicima mastitisa, međutim, krave sa više od 300 000 somatskih ćelija u mililitru mleka su najverovatnije inficirane specifičnim uzročnicima mastitisa (Smith, 1996). Svako povećanje broja somatskih ćelija u mleku preko 100.000/ml je povezano sa smanjenjem proizvodnje mleka i ima uticaja na kvalitet proizvoda od mleka.

U stadima sa više od 200 000 somatskih ćelija u mililitru mleka može se očekivati do 6% inficiranih četvrti vimena krava. U stadima sa 500 000 somatskih ćelija u mililitru mleka, 16% četvrti vimena krava može da bude inficirano, a proizvodnja mleka se smanjuje za 6%.

Broj somatskih ćelija u zbirnom mleku upućuje farmera da ispitivanjem mleka iz pojedinih četvrti vimena krava identifikuje krave sa povećanim brojem somatskih ćelija. Na osnovu rezultata broja somatskih ćelija u zbirnom mleku farmer može da preduzme mere za smanjenje subkliničkih mastitisa u stadu. Primenom direktnih i indirektnih metoda određivanja broja somatskih ćelija u mleku iz pojedinih četvrti vimena krava mogu se identifikovati krave sa povećanim brojem somatskih ćelija (Katić i Mijačević, 2006). Iz vimena krava sa povećanim brojem somatskih ćelija aseptično se uzimaju uzorci mleka i zasejavaju na hranljive podloge radi utvrđivanja uzročnika mastitisa. U slučaju kliničkih mastitisa, pre započinjanja lečenja, uzimaju se aseptično uzorci mleka.

U mleku krava sa hroničnim mastitisima broj somatskih ćelija je povećan iz meseca u mesec. Mleko krava sa povećanim brojem somatskih ćelija (više od 500.000/ml) ocenjuje se kao higijenski neispravno i mora se odvojiti od mleka zdravih krava. Krave kod kojih je broj somatskih ćelija povećan tokom laktacije i, iz laktacije u laktaciju treba isključiti iz dalje proizvodnje. Kod krava sa utvrđenom intramamarnom infekcijom u tri ili sve četvrti četvrti vimena mala je verovatnoća da će doći do izlečenja, pa ih treba isključiti iz proizvodnje mleka. Takođe, krave čije je mleko, zbog povećanog broja somatskih ćelija, higijenski neispravno duže od 28 do 30 dana ili krave koje su lečene od mastitisa tri i više puta treba isključiti iz proizvodnje.

Terapija krava u zasušenju treba da poveća efekat izlečenja intramamarnih infekcija, a uspeh primenjene terapije procenjuje se na osnovu broja somatskih ćelija u mleku na početku laktacije. Na osnovu broja somatskih ćelija u mleku krava po ulasku u laktaciju može se predvideti da li će u narednoj laktaciji doći do pojave subkliničkih mastitisa. Ako je broj somatskih ćelija na početku laktacije mali velika je verovatnoća da je eliminisana postojeća intramamarna infekcija i da je sprečeno nastajanje novih intramamarnih infekcija u periodu zasušenja. Ukoliko je broj somatskih ćelija na početku laktacije veći velika je verovatnoća da će tokom laktacije doći do pojave mastitisa. Ako se taj trend zadrži i kod ostalih krava u stadu treba proveriti program uvođenja krava u zasušenje. Ako je broj somatskih ćelija veći nego što je bio u predhodnoj laktaciji ili terapija krava u zasušenju nije bila efikasna ili je patološki proces u mlečnoj žlezdi takav da je mikroorganizam zaštićen od dejstva antibiotika.

Neki uzročnici mastitisa se prenose sa krave na kravu tokom muže, bilo preko sisnih čaša, ruku muzača ili preko krpe za brisanje vimena ukoliko se koriste, pa je primenom higijenskih mera potrebno da se spreči takvo prenošenje (Katić i sar., 1984, Stojanović i sar., 1995). U cilju smanjenja broja somatskih ćelija u zbirnom mleku krava, krave sa povećanim brojem somatskih ćelija treba izdvojiti iz stada i muziti ih odvojeno, ukoliko je to moguće organizovati, ili poslednje. Izdvajanjem krava sa povećanim brojem somatskih ćelija, njihovom odvojenom mužom i nemešanjem tog mleka sa ostalim mlekom sa farme, smanji će se broj somatskih ćelija u mleku. Jedna krava sa povećanim brojem somatskih ćelija, u stadu prosečne veličine, može da za 5–50% poveća broj somatskih ćelija u zbirnom mleku.

Broj somatskih ćelija u mleku je koristan parametar za proizvođače i prerađivače mleka. Određen u zbirnom mleku, broj somatskih ćelija, pokazuje proizvođaču stanje mastitisa u zapatu muznih krava, a prerađivačima ta vrednost pokazuje sposobnost mleka za preradu i kvantitet i kvalitet proizvoda koji će od tog mleka biti proizveden. Stoga se proizvođači i prerađivači zalažu za što manji broj somatskih ćelija u zbirnom mleku. Suprotno od proizvođača mleka veterinari smatraju da je rezidentna populacija somatskih ćelija u mleku značajna u pokretanju inflamatornog odgovora koji dovodi polimorfonuklearne leukocite u vime.

## LITERATURA

CONCHA, C., HOLMBERG, O., ASTROM, G.: Cells found in non-infected and staphylococcus infected bovine mammary quarters and their ability to phagocytose fluorescent microspheres. Zentralbl. Veterinarmed B, 33: 371-378(1986).

CRAVEN, N.: Generation of neutrophil chemoattractants by phagocytosing bovine mammary macrophages. Res. Vet. Sci, 35: 310-317(1986).

DJABRI, B., BEAUDEAU, F., SEEGER, H.: Quater milk somatic cell count in infected dairy cows- a meta-analysis. Vet. Res, 33: 335-357(2002).

HEESCHEN, W.H.: Mastitis: The disease under aspects of milk quality and hygiene. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 47(3) 221-237(1995).

HILL, A., W.: Somatic cells- Friends of foes? Flem. Vet. J, 62 Suppl. 1:217-232(1991).

KATIĆ, V., ŽURŽUL, D., STOJANOVIĆ, L.: Dezinfekcija posle muže u funkciji suzbijanja mastitisa krava. III Jugoslovenski simpozijum o suzbijanju mastitisa krava u svrhu povećanja i boljeg kvaliteta mlijeka. Opatija, 379-388(1984).

- KATIĆ, V.: Uticaj mehaničke muže krava na nastajanje intramamarnih infekcija. Zbornik predavanja XIII seminara za stručno usavršavanje veterinaru, 112-121(1984).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L.: Broj somatskih ćelija veličina koja pokazuje kvalitet mleka. XV seminar za inovaciju znanja veterinaru. 46-51(1986).
- KATIĆ, V., BOBOŠ, S., JURCA, J.: Značaj preventivnih mera u suzbijanju mastitisa. Veterinarski glasnik, 44 (3-4) 299-308(1990).
- KATIĆ, V., TAYEB EL HUDA, BABIĆ, L.J., POPOVIĆ, J.: Uticaj mastitisa na kvalitet mleka. Veterinarski glasnik, 271-276(1994).
- KATIĆ, V., ŽURŽUL, D.: The influence of intramammary infections with *Micrococcus spp* on the occurrence of *S.agalactiae* and *S.aureus* infections. Acta veterinaria, 317-322(1991).
- KATIĆ, V.: Značaj mastitisa u proizvodnji mleka. IV međunarodni simpozijum "Savremeni trendovi u proizvodnji mleka", 33-35(1995).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L.: Sagledavanje problema mastitisa u zavisnosti od proizvodnje mleka. Veterinarski glasnik, 50 (5-6) 317-323(1996).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L.: Broj somatskih ćelija u funkciji kvaliteta mleka. Radovi XII savetovanja agronoma, veterinaru i tehnologa, Arandelovac, 395-403(1998).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L.: Uticaj mastitisa na higijensku ispravnost mleka. Jugoslovenski mlekarski simpozijum "Kvalitet mleka i fermentisanih proizvoda", Zlatibor. 5-9(1998).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L.: Zahtevi za obezbeđenje higijenski ispravnog sirovog mleka. Arhiv za poljoprivredne nauke. 59-73(1998).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L., MIJAČEVIĆ, Z.: Ocenjivanje higijenske ispravnosti mleka kod nas i u svetu. Zbornik radova II, VII kongres veterinaru Jugoslavije, Beograd, 603-613(1998).
- Katić Vera: Metode za ocenu higijenske ispravnosti i kvaliteta mleka. Prehrambena tehnologija, 1-2, 34-39(1999).
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L.: Broj mikroorganizama i broj somatskih ćelija u funkciji ocene kvaliteta mleka. Jugoslovenski mlekarski simpozijum: "Savremeni trendovi u mlekarstvu", Vrnjačka Banja. Zbornik radova, 11-18(2002).
- KATIĆ, V., MIJAČEVIĆ, Z.: Značaj broja somatskih ćelija za dijagnostiku mastitisa i ocenu kvaliteta mleka. Zbornik predavanja XXVII seminara za inovaciju znanja veterinaru, Beograd. 83-95(2006).
- LEE, C., S, WOODING, F., B, KEMP, P.: Identification, properties, and differential counts of cell populations using electron microscopy of dry cows secretions, colostrum and milk from normal cows. J. Dairy Res. 47, 39-50(1980).
- MA, Y., RYAN, C., BARBANO, D., M., GALTON, D., M., RUDAN, M., A., BOOR, K.,J.: Effects of Somatic Cell Count on Quality and Shelf-Life of Pasteurized Fluid Milk. J Dairy Sci., 83: 264-274(2000).
- MILLER, R., H, PAPPE, M., J, PETERS, R., R, YOUNG, M., D: Total and Differential Cell Counts and N-Acetyl-β-D-glucosaminidase Activity in Mammary Secretions During Dry Period. J. Dairy Sci. 1751-1755(1990).
- MILJKOVIĆ, V., STOJANOVIĆ, L., KATIĆ, V., MIJAČEVIĆ, Z., PETROVIĆ, M.: Efikasnost mera suzbijanja mastitisa u krava u higijeni mleka i proizvoda od mleka. III Jugoslovenski simpozijum o suzbijanju mastitisa krava u svrhu povećanja i boljeg kvaliteta mleka. Opatija, 59-70(1984).

- PAAPE, M., J, WERING, W., P, GUIDRY, A., J.: Leucocytes-second line of defense against invading mastitis pathogen, *J. Dairy Sci.* 62:135(1979).
- POLITIS, I., NG-KWAI-HANG, K., F.: Effects of somatic cell counts and milk composition on cheese composition and coagulation properties of milk. *J Dairy of Sci*, 71: 1711-1719(1988a).
- POLITIS, I., NG-KWAI-HANG, K., F.: Association between somatic cell counts of milk and cheese yielding capacity. *J Dairy of Sci*, 71: 1720-1727(1988b).
- RAINARD, P., RIOLLET, C.: Mobilization of neutrophils and defense of the bovine mammary gland. *Reprod. Nutr. Dev.* 43, 439-457(2003).
- REGULATIVE (EC) BROJ 853/2004 Evropskog parlamenta i saveta od 29. aprila 2004. kojom se definišu posebni propisi iz oblasti higijene hrane životinjskog porekla, Službeni list Evropske zajednice L 139, 30. april 2004.).
- RIOLLET, C., RAINARD, P., POUTREL, B.: Cell subpopulations and cytokine expression in cow milk in response to chronic *Staphylococcus aureus* infection. 84: 1077-1084(2001).
- SANDHOLM, M., KAARTINEN, L.: Utareen Sairauden. College of Veterinary Medicine, Helsinki (1986).
- SANTOS M., V., MA, Y., BARBANO, D., B.: Effect of Somatic Cell Count on Proteolysis and Lipolysis in Pasteurized Fluid Milk During Shelf-Life Storage. *J Dairy Sci*, 86, 2491-2503 (2003).
- Smith, K.L: Standards for somatic cells in milk: physiological and regulatory, *International Dairy Federation Mastitis Newsletter*, Septembr, p 7(1996).
- SORDILLO, L., M, SHAFER –WEAVER, K., DEROSA, D.: Immunology of the mammary gland, *J. Dairy Sci*, 80: 1851-1865(1997).
- STOJANOVIĆ, L., KATIĆ, V.: Veterinarsko-higijenski značaj mastitisa. *Veterinarski glasnik*. 147-149(1994).
- STOJANOVIĆ, L., KATIĆ, V., PETROVIĆ, M.: Mastitis-smanjena proizvodnja i promenjen kvalitet mleka. *Veterinarski glasnik*, Vol. 50, No 5-6. 309-317(1996).
- STOJANOVIĆ, L., KATIĆ, V.: Čelije u mleku. III Jugoslovenski simpozijum prehrambene tehnologije, Beograd. Zbornik radova, sveska IV, Tehnologija mleka, 1-6(1998).
- STOJANOVIĆ, L., KATIĆ, V.: Preventiva mastitisa u zapaćtima visokomlećnih krava. *Radovi XII savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa*, Arandelovac, 497-507(1999).
- STOJANOVIĆ, L., KATIĆ, V.: Uticaj nespecifićnih uzročnika mastitisa na broj somatskih ćelija u mleku, Zbornik radova, Peto savetovanje veterinara iz klinićke patologije i terapije životinja, Budva, 177-183(2003).

## THE SOMATIC CELL COUNTS IN MILK QUALITY ASSESSMENT

VERA KATIĆ

### Summary

The number of somatic cells in milk reflect the mastitis situation in the herd and also is an indicator qualitative/hygienic properties of that milk. Somatic cell content of the milk might be influenced by a number of factors such as: mastitis causing factors (patho-

gens, toxins, injures), physiological/pharmacological factors (stage of lactation, breed, veterinary drugs) and stress factors (change of feeding, transport and management). Most elevated somatic cells count is due to mastitis. Inflammatory changes in the mammary gland influence the process of milk synthesis both quantitatively and qualitatively. The changes in the constituents of milk affect the major components (lactose, fat, proteins) as well as fatty acids, protein fractions, caseins, whey proteins, anions and cations, conductivity, enzymes, etc. With increasing numbers of somatic cells the growth of starter cultures in the milk may be adversely influenced. Renneting time and heat stability of the milk can be impaired. The measurement of bulk milk somatic cell counts is a key factor in the assessment of the quality of herd milk and is used for milk payment schemes, indicating the udder health status of a dairy herd as well as providing farm with a monitor on the success of the herd's mastitis control program.

**Key words:** somatic cell counts, mastitis, milk, milk quality assessment

## SIROVO MLEKO KAO IZVOR *BACILLUS* VRSTA ODGOVORNIH ZA KVAR PROIZVODA OD MLEKA

ZORA MIJAČEVIĆ, SNEŽANA BULAJIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD:* *Bacillus* spp. su često prisutni kontaminanti sirovog mleka. S obzirom na termorezistent njihovih spora opstaju pri termičkim tretmanima u mlekerskoj industriji. Njihova proteolitička aktivnost dovodi do kvara mleka i time utiče na smanjenu održivost proizvoda od mleka. U radu smo ispitali zastupljenost bacila u sirovom mleku, uticaj temperatura pasterizacije na redukciju bacila u termički obrađenom mleku, kao i proteolitičku aktivnost izolovanih sojeva. Materijal su predstavljala 243 uzorka sirovog mleka, 40 uzoraka pasterizovanog i paralelnih 40 uzoraka sirovog mleka tokom procesa pasterizacije i 60 uzoraka pasterizovanog mleka na kraju perioda održivosti. Proteolitička aktivnost *Bacillus* spp. određivana je na kazeinskom agaru kao "screening" metoda, a analiza proteolitičke aktivnosti celih ćelija *Bacillus* spp. u odnosu na proteinske supstrate je vršena modifikovanom metodom koju su razvili Hill i Gasson (1986). Nivo kontaminacije sirovog mleka sa *Bacillus* spp. je iznosi  $2,76 \pm 0,72 \log_{10}$  cfu/ml, pasterizovanog mleka tokom procesa proizvodnje  $1,74 \pm 2,52 \log_{10}$  cfu/ml, dok je nivo kontaminacije upakovanog pasterizovanog mleka sa *Bacillus* spp. iznosio  $2,38 \pm 0,47 \log_{10}$  cfu/ml. Identifikacijom sojeva *Bacillus* spp. izolovanih iz sirovog mleka ustanovljeno je prisustvo: *B. licheniformis* sa 46,15%, *B. pumilus* sa 15,38%, *B. subtilis* sa 15,38%, *B. brevis* sa 11,54%, *B. sphaericus* sa 7,69 i *B. cereus* sa 3,85%, a u pasterizovanom mleku tokom procesa proizvodnje ustanovljeno je prisustvo *B. subtilis* 71,42%, *B. pumilus* 14,28% i *B. licheniformis* 14,28%. Izolovani sojevi *Bacillus* spp. pokazali su izrazitu proteolitičku aktivnost što za posledicu ima smanjenje održivosti i kvar pasterizovanog mleka.

**Ključne reči:** bacili, proteolitička aktivnost, kvar proizvoda od mleka

### UVOD

Bacili su ubikvitarni mikroorganizmi pa se kontaminacija sirovog mleka ovim mikroorganizmima ne može izbeći, a karakteristika stvaranja termorezistentnih spora čini izvesnim njihov nalaz i u termički tretiranim proizvodima od mleka. Bacili su mikroorganizmi koji imaju značajnu aktivnost proteolitičkih enzima. Proteolitičkom

Originalni naučni rad / *Original scientific paper*

<sup>1</sup> Dr Zora Mijačević, redovni profesor, Mr Snežana Bulajić, asistent, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine

aktivnošću bacila degradira se kazein, i time se narušavaju senzorne karakteristike proizvoda, često dovodeći do pojave gorkog ukusa i slatkog grušanja mleka.

Proteinaze bacila katalizuju hidrolizu peptidnih veza unutar polipeptidnih lanaca. Diferencijacija unutar ove grupe enzima se postiže na osnovu specifičnosti za peptidne veze koje grade određene aminokiseline, kao i na osnovu strukture katalitičkog centra. U odnosu na strukturu katalitičkog centra, odnosno koje bočne grupe aminokiseline sačinjavaju katalitički centar, proteinaze se klasifikuju u četiri tipa: serinske, cisteinske, aspartične i metaloproteinaze. Petu grupu proteinaza čine enzimi čiji mehanizam katalize nije u potpunosti definisan. Proteinaze *Bacillus* spp. većinom pripadaju tipu serinskih i metaloproteinaza (Fira, 1998). U sirovom i termički obrađenom mleku često se dokazuje *B. subtilis*. *Bacillus subtilis* proizvodi veliku količinu enzima, koji mogu dovesti do koagulacije mleka (Murray i Kendall, 1969, Puhan, 1966, Puhan i Steffen, 1967, Tsugo i Yamauchi, 1959). Ono što predstavlja interesantnu specifičnost vezanu za ove proteinaze jeste njihov termofilni karakter, aktivne su pri temperaturi ambijenta, ali se njihova optimalna aktivnost uspostavlja pri 65°C. Drugu originalnu karakteristiku ovih proteinaza predstavlja njihov halofilni karakter (El Mayda i sar., 1985).

Mijačević i Bulajić (1998) su ispitujući biohemijske karakteristike sojeva *Bacillus* spp. izolovanih iz sirovog mleka utvrdile da je od 108 ispitivanih sojeva, 86 (79,63%) bilo sposobno da degradira kazein. Isti autori su utvrdili da je od 27 psihrotrofna soja *Bacillus* spp. (sposobni da rastu pri 7°C), 23 (85,18%) imalo karakteristiku razgradnje kazeina. Iz navoda u literaturi jasno se zapaža da nalaz *Bacillus* spp. u sirovom mleku može biti uzrok slabe održivosti termički obrađenog mleka, jer može dovesti do slatke koagulacije mleka ili do pojave gorkog ukusa.

Da bi utvrdili da li postoji problem prisustva bacila u sirovom mleku u radu smo ispitali zastupljenost bacila u sirovom mleku i uticaj temperatura pasterizacije na redukciju bacila u termički obrađenom mleku. Procenu održivosti termički obrađenog mleka uradili smo određivanjem proteolitičke aktivnosti bacila iz mleka.

## MATERIJAL I METOD RADA

Materijal su predstavljala 243 uzorka sirovog mleka, koja su uzorkovana u letnjem i zimskom periodu, poreklom sa farme i iz kooperacije i sa tri geografska područja.

Nivo kontaminacije mleka sa *Bacillus* spp. tokom procesa pasterizacije je praćen u vremenu od 90 minuta, pri čemu su paralelno uzimani uzorci sirovog i pasterizovanog mleka u intervalu od 10 minuta. Proizvodni proces je praćen tokom 4 dana. Uzorkovano je 40 uzoraka pasterizovanog i paralelnih 40 uzoraka sirovog mleka. Nivo kontaminacije gotovih proizvoda na kraju perioda čuvanja, praćen je kod 60 uzoraka pasterizovanog mleka

Identifikacija glavnih *Bacillus* spp. morfoloških grupa rađena je prema shemi Parry i sar. (1983) Izolovani sojevi su na osnovu sposobnosti stvaranja lecitinaze, iskorištavanja citrata i sposobnosti anaerobnog rasta raspoređeni u grupe A, B, C, i D. Pored utvrđenih grupa, ostali sojevi su okarakterisani kao *Bacillus firmus* i *Bacillus sphaericus*. Identifikacija je izvršena kod 22 soja *Bacillus* spp. primenom BBL CRYSTAL GP test kita.

Proteolitička aktivnost *Bacillus* spp. određivana je na kazeinskom agaru kao "screening" metoda, a analiza proteolitičke aktivnosti celih ćelija *Bacillus* spp. u odnosu na

proteinske supstrate je vršena modifikovanom metodom koju su razvili Hill i Gasson (1986) Koncentracija produkata hidrolize supstrata, odnosno trihlorsirćetne kiseline (TCA) solubilnih oligopeptida u supernatantu je određivana Lowry-jevom metodom (1951). Za određivanje koncentracija u uzorcima korišćena je standardna kriva napravljena na osnovu merenja vrednosti apsorpcije svetlosti u seriji rastvora goveđeg serum albumina (BSA) poznatih koncentracija. Za arbitrarnu jedinicu (A.U.) proteolitičke aktivnosti uzeta je količina enzima koja u reakciji oslobodi 1 mg TCA solubilnih fragmenata za 1 sat, a proteolitička aktivnost je izračunavana iz razlike koncentracija ovih produkata u uzorku pre i posle završene digestije.

Dobijeni rezultati u ovom radu obrađeni su statističkim metodama (aritmetička srednja vrednost, mere varijacije, statistička značajnost razlike) primenom programa Statgraphics 5.0 (Statistical Graphics Corporation, USA).

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

### Nivo kontaminacije sirovog mleka bacilima

Nivo kontaminacije sirovog mleka *Bacillus* spp. prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Nivo kontaminacije sirovog mleka *Bacillus* spp.

Table 1. Level of *Bacillus* spp. contamination in raw milk

Poreklo / Source	Statistički parametri / Statistical parameters				
	n	$X \pm s$ ( $\log_{10}$ )	Cv (%)	Max	Min
Sirovo mleko / Raw milk	243	2,76±0,72	26,11	5,2	1

Pregledom 243 uzoraka sirovog mleka, utvrđeno je da prosečna vrednost nivoa kontaminacije sirovog mleka *Bacillus* spp., iskazana u  $\log_{10}$ cfu/ml, iznosi 2,76±0,72, sa maksimalnom vrednosti 5,2  $\log_{10}$ cfu/ml i minimalnom vrednosti 1  $\log_{10}$ cfu/ml, te koeficijentom varijacije 26,11%.

### Zastupljenost vrsta roda *Bacillus* u sirovom mleku

Korištenjem BBL CRYSTAL GP identifikacionog test kita identifikovane su vrste bacila zastupljene u sirovom mleku, a dobijeni rezultati dati u tabeli 2.

Od ukupno 26 identifikovanih sojeva poreklom iz uzoraka sirovog mleka, 12 (46,15%) sojeva je potvrđeno kao *Bacillus licheniformis*, 4 (15,38%) soja su identifikovana kao *Bacillus pumilus*. Oznaku vrste *Bacillus subtilis* je ponelo 4 (15,38%) soja, 3 (11,54%) soja su identifikovana kao *Bacillus brevis*, 2 (7,69%) soja su potvrđena kao *Bacillus sphaericus*, a svega 1 (3,85%) soj je identifikovan kao *Bacillus cereus*.

Tabela 2. Zastupljenost vrsta roda *Bacillus* u sirovom mleku  
 Table 2. Prevalence of *Bacillus* spp. in raw milk

Vrsta / <i>Species</i>	Distribucija vrsta / <i>Species distribution</i>	
	n	%
<i>B. licheniformis</i>	12	46,15
<i>B. pumilus</i>	4	15,38
<i>B. subtilis</i>	4	15,38
<i>B. sphaericus</i>	2	7,69
<i>B. brevis</i>	3	11,54
<i>B. cereus</i>	1	3,85
<i>Ukupno</i>	26	100

### Nivo kontaminacije sirovog i pasterizovanog mleka tokom procesa proizvodnje

Nivo kontaminacije sirovog i pasterizovanog mleka tokom procesa proizvodnje prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Nivo kontaminacije sirovog i pasterizovanog mleka tokom procesa proizvodnje

Table 3. Contamination level of raw and pasteurized milk during production process

Vreme procesa (min) <i>Time of process (min)</i>	Sirovo mleko <i>Raw milk</i>			Pasterizovano mleko <i>Pasteurized milk</i>		
	$X \pm s$ ( $\log_{10}$ )	max	min	$X \pm SD$	max	min
0	$2,58 \pm 0,52$	3,19	2,1	$2,52 \pm 0,53$	3,11	2,1
10	$2,52 \pm 0,34$	3,1	2,2	$2,05 \pm 1,25$	3,4	0
20	$2,18 \pm 1,32$	3,3	0	$2,41 \pm 0,61$	3,5	2,1
30	$1,70 \pm 1,57$	3,1	0	$2,43 \pm 0,38$	3,1	2,15
40	$2,02 \pm 1,18$	3,1	0	$1,74 \pm 1,25$	3,3	0
50	$1,86 \pm 1,05$	2,5	0	$2,18 \pm 0,26$	2,6	1,9
60	$2,01 \pm 1,27$	3,54	0	$1,79 \pm 1,01$	2,3	0
70	$2,02 \pm 1,20$	3,2	0	$2,50 \pm 0,55$	3,1	2,1
80	$2,53 \pm 0,34$	3,13	2,26	$2,16 \pm 0,06$	2,21	2,1
90	$2,68 \pm 0,70$	3,7	2,1	$2,40 \pm 0,40$	3,1	2,1

Rezultati prikazani u tabeli jasno pokazuju da termički tretmani koji se primenjuju u pasterizaciji mleka ne redukuju značajno *Bacillus* spp., a u pojedinim slučajevima zahvaljujući fenomenu temperaturne aktivacije spore broj *Bacillus* spp. je veći u pasterizovanom nego u sirovom mleku.

## Zastupljenost vrsta roda *Bacillus* tokom procesa proizvodnje

Zastupljenost vrsta roda *Bacillus* u sirovom i pasterizovanom mleku tokom procesa proizvodnje prikazana je u tabeli 4.

Tabela 4. Zastupljenost vrsta roda *Bacillus* u sirovom i pasterizovanom mleku tokom procesa proizvodnje

Table 4. Prevalence of *Bacillus* spp. in raw and pasteurized milk during the production process

Vrsta <i>Species</i>	Distribucija vrsta <i>Species distribution</i>			
	Sirovo mleko <i>Raw milk</i>		Pasterizovano mleko <i>Pasteurized milk</i>	
	n	%	n	%
<i>B.licheniformis</i>	12	92,31	1	7,69
<i>B.pumilus</i>	4	80	1	20
<i>B.subtilis</i>	4	44,44	5	55,56
<i>B.sphaericus</i>	1	100	0	0
<i>B.brevis</i>	3	100	0	0
<i>B.cereus</i>	1	100	0	0

Od ukupno 13 sojeva *Bacillus licheniformis* izolovanih tokom procesa proizvodnje, 12 (92,31%) sojeva je utvrđeno u sirovom mleku, a svega 1 (7,69%) soj u pasterizovanom mleku. Tokom procesa proizvodnje izolovano je i 5 sojeva *Bacillus pumilus*, pri čemu su 4 (80%) soja vodila poreklo iz sirovog, a 1 (20%) soj iz pasterizovanog mleka. *Bacillus subtilis* je tokom procesa proizvodnje bio zastupljen sa 9 sojeva, pri čemu je iz uzoraka sirovog mleka izolovano 4 (44,44%) soja, a iz pasterizovanog mleka 5 (55,56%) sojeva. Rezultati koji su prikazani u tabeli jasno pokazuju da su temperature pasterizacije preživeli sojevi *B. subtilis*, *B. pumilus* i *B. licheniformis*, dok u procesu proizvodnje pasterizovanog mleka nije dokazan *B. sphaericus*, *B. brevis* i *B. cereus*. Nalaz *B. subtilis* u pasterizovanom mleku prema mnogim autorima po pravilu je uzrok kvara jer proizvodi veliku količinu enzima, koji razlažu kazein, dovodeći do kvara i time smanjene održivosti pasterizovanog mleka u prometu (Murray i Kendall, 1969, Puhan, 1966b, Puhan i Steffen, 1967, Tsugo i Yamauchi, 1959).

## Nivo kontaminacije gotovih proizvoda

Pregledom 60 uzoraka upakovanog pasterizovanog mleka prisustvo *Bacillus* spp. je dokazano kod 45 (75%) uzoraka.

Nivo kontaminacije gotovih proizvoda je analiziran u odnosu na nivo kontaminacije sirovog mleka, koje je poslužilo kao sirovina za dobijanje gotovih proizvoda. Na osnovu ovakve korelacije, moguća kontaminacija gotovih proizvoda se dovodila u vezu ili sa kontaminacijom polazne sirovine, ili sa mogućnošću drugih izvora kontaminacije. Nivo

kontaminacije pasterizovanog mleka u odnosu na nivo kontaminacije sirovog mleka prikazan je u tabeli 5.

Tabela 5. Nivo kontaminacije upakovanog pasterizovanog mleka u odnosu na nivo kontaminacije sirovog mleka

Table 5. Contamination level of pasteurized milk compared to contamination level of raw milk

Poreklo / Source	Statistički parametri / Statistical parameters				
	n	$X \pm s$ ( $\log_{10}$ )	Cv (%)	Max	Min
Sirovo mleko <i>Raw milk</i>	45	2,57±0,47	18,13	3,7	2,1
Pasterizovano mleko <i>Pasteurized milk</i>	45	2,38±0,47	19,62	3,5	1,1

Pregledom 45 uzoraka sirovog mleka pripremljenog za pasterizaciju, utvrđeno je da je prosečna vrednost nivoa kontaminacije sirovog mleka *Bacillus spp.*, iskazana u  $\log_{10}$ cfu/ml vrednosti, iznosi 2,57±0,47, sa maksimalnom vrednosti 3,7 i minimalnom vrednosti 2,1, te koeficijentom varijacije 18,13%. Utvrđeni prosečni nivo kontaminacije pasterizovanog mleka je iznosio 2,38±0,47  $\log_{10}$ cfu/ml, maksimalna vrednost nivoa kontaminacije 3,5  $\log_{10}$ cfu/ml minimalna vrednost 1,1  $\log_{10}$ cfu/ml, a koeficijent varijacije 19,62%.

Kako bi se procenila statistička značajnost nalaza *Bacillus spp.*, u sirovom i termički obrađenom mleku prosečne vrednosti nivoa kontaminacije sirovog i pasterizovanog mleka su statistički obrađene, primenom t-testa. Statistička značajnost nalaza *Bacillus spp.* u sirovom i pasterizovanom mleku je prikazana u tabeli 6.

Tabela 6. Statistička značajnost nalaza *Bacillus spp.* u sirovom i pasterizovanom mleku

Table 6. Statistical significance of *Bacillus spp.* in raw and pasteurized milk

Poreklo / Source	Sirovo mleko / <i>Raw milk</i>
Pasterizovano mleko / <i>Pasteurized milk</i>	1,92

Primenom t-testa utvrđeno je da, s obzirom na nivo kontaminacije *Bacillus spp.*, između uzoraka sirovog i pasterizovanog mleka nema statistički značajne razlike ( $p>0,05$ ).

### Proteolitički potencijal bacila

Potencijal proteolize sojeva *Bacillus spp.* je preliminarno utvrđen testiranjem na agaru sa kazeinom, a proteolitička aktivnost metodom po Lowry-ju i izražena je u arbitrarnim jedinicama (A.U.)

Proteolitička aktivnost pojedinih *Bacillus* vrsta koje su izolovane iz sirovog i pasterizovanog mleka data je u tabeli 7.

Tabela 7. Proteolitička aktivnost *Bacillus* spp. izolovanih iz sirovog i pasteurizovanog mleka

Table 7. Proteolytic activity of *Bacillus* spp. isolated from raw and pasteurized milk

Poreklo / Source	Statistički parametri / Statistical parameters			
	n	$X \pm s(\log_{10})$	Max	Min
Sirovo <i>Raw milk</i>	14	178,78±34,51	220	98
Pasterizovano <i>Pasteurized milk</i>	9	182,00±35,30	230	118

Procena proteolitičke aktivnosti ispitivanih sojeva bacila rađena je poređenjem sa proteolitičkom aktivnošću referentnih sojeva: *Bacillus subtilis* ATCC6633 čija je proteolitička aktivnost iznosila 100A.U. i *Bacillus* spp BGA 10649 sa proteolitičkom aktivnošću od 112A.U.

Proteolitička aktivnost izolovanih bacila u odnosu na proteolitičku aktivnost referentnih sojeva je izrazito veća. Izolovani bacili pokazuju izrazitu proteolitičku aktivnost. Nalaz proteolitičkih sojeva bacila može uticati na loš ukus pasteurizovanog mleka i dovodi do kvara istog u deklarisanom periodu. Polazeći od činjenice da su bacili koji se izoluju iz mleka često proteolitički (Mijačević, Bulajić 1998), a pokazuju i sposobnost rasta na temperaturama  $<7^{\circ}\text{C}$ , može se očekivati da utiču na održivost pasteurizovanog mleka u prometu.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su zaključci:

Nivo kontaminacije sirovog mleka sa *Bacillus* spp. je iznosio  $2,76 \pm 0,72 \log_{10}$  cfu/ml, pasteurizovanog mleka tokom procesa proizvodnje  $1,74 - 2,52 \log_{10}$  cfu/ml, dok je nivo kontaminacije upakovanog pasteurizovanog mleka sa *Bacillus* spp. iznosio  $2,38 \pm 0,47 \log_{10}$  cfu/ml.

t-testom je utvrđeno da nema statistički značajne razlike u broju bacila u sirovom i pasteurizovanom mleku.

Identifikacijom sojeva *Bacillus* spp. izolovanih iz sirovog mleka ustanovljeno je prisustvo : *B. licheniformis* sa 46,15%, *B. pumilus* sa 15,38%, *B. subtilis* sa 15,38%, *B. brevis* sa 11,54%, *B. sphaericus* sa 7,69 i *B. cereus* sa 3,85%, a u pasteurizovanom mleku tokom procesa proizvodnje ustanovljeno je prisustvo *B. subtilis* 71,42%. *B. pumilus* 14,28% i *B. licheniformis* 14,28%.

Izolovani sojevi *Bacillus* spp. pokazali su izrazitu proteolitičku aktivnost što za posledicu ima smanjenje održivosti i kvar pasteurizovanog mleka.

## LITERATURA

EL MAYDA, E., PAQUET, D., RAMET J. P., LINDEN G.: Enzymatic proteolysis of milk proteins in a salt environment with a *Bacillus subtilis* neutral protease preparation. J. Food Sci. 50:745 (1985).

- FIRA, Đ.: Karakterizacija ekstracelularnih proteinaza bakterija iz rodova *Staphylococcus* i *Lactobacillus*. Doktorska disertacija, Beograd (1998).
- HILL, S. H. A., GASSON, M. J. A qualitative screening procedure for the detection of casein hydrolysis by bacteria using sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Dairy Res.* 53: 625-629 (1986).
- LOWRY, O. H., ROSEBOUGH, N. J., FARR, A. L., RANDALL, R.J.: Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-275 (1951).
- MIJAČEVIĆ, Z., BULAJIĆ, S.: Examination of biochemical characteristics of bacilli isolated from raw milk. *Acta Veterinaria*, 48 (1):59-68 (1998).
- MURRAY, E. D., KENDALL, M. S.: Making cheese using a modified bacterial enzyme complex from the genus *Bacillus*. U.S. Patent 3:997 (1969).
- PARRY, J. M., TURNBULL, P. C. B., GIBSON, J. R.: A colour atlas of *Bacillus* species. Wolfe Medical Publication Ltd., London (1983).
- PUHAN, Z.: Die Anwendung einer *Bacillus subtilis*-Protease als Labersatzstoff. Disertacija N. 3861 ETH Zurich, (1966).
- PUHAN, Z., STEFFEN, C.: Studie Ueber die Proteolytische Wirkung einiger mikrobieller Labersatzstoffe auf die Proteine der Milch von Moment des Einlaben bis zum reifen Kaese. *Schweiz. Milchztg.*, 93 (56),m WB 114:937 (1967).
- TSUGO, T., YAMAUCHI, K.: Comparison of clotting action of various milk coagulating enzymes. I. Comparison of factors affecting clotting time of milk. XVth Int. Dairy Congr., 2:636 (1959).

## RAW MILK AS A SOURCE OF *BACILLUS* SPP. RESPONSIBLE FOR THE SPOILAGE OF MILK PRODUCTS

ZORA MIJAČEVIĆ, SNEŽANA BULAJIĆ

### Summary

*Bacillus* spp. are often present as contaminants in raw milk. Due to thermo resistance of their spores, bacilli survive after the heat treatment in milk industry. The proteolytic activity of bacilli leads to spoilage of milk and milk products and according to that influenced the durability of milk product. The material of investigation consisted of 243 samples of raw milk, 40 samples of pasteurized milk and corresponding 40 samples of raw milk during the milk pasteurization and 60 samples of pasteurized milk on expiry date. The proteolytic activity of bacilli was determined according to modified method that is established by Hill and Gasson (1986). The level of *Bacillus* spp. contamination of raw milk was  $2,76 \pm 0,72 \log_{10}$  cfu/ml,  $1,74 \pm 2,52 \log_{10}$  cfu/ml for pasteurized during production process, and level of *Bacillus* spp. contamination of final product-pasteurized milk was  $2,38 \pm 0,47 \log_{10}$  cfu/ml. It was determined the presence of following species: *B. licheniformis* 46,15%, *B. pumilus* 15,38%, *B. subtilis* 15,38%, *B. brevis* 11,54%, *B. sphaericus* 7,69%, *B. cereus* 3,85% in raw milk and *B. subtilis* 71,42%, *B. pumilus* 14,28% i *B. licheniformis* 14,28% in pasteurized milk during the production process. Isolated strains of *Bacillus* spp. showed significant proteolytic activity which have influenced the durability of pasteurized milk.

**Key words:** bacilli, proteolytic activity, spoilage of milk products.

## MIKROBIOLOŠKI KVALITET KOZJEG MLEKA ZA PROIZVODNJU SIRA KAMEMBER

ANKA KASALICA, DRAGICA MIOČINOVIĆ, GORDANA NIKETIĆ,  
ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ<sup>1</sup>

*IZVOD: Ispitana je mikrobiološka ispravnost kozjeg mleka radi sagledavanja njegove tehnološke podobnosti za dalju preradu u sir kamember. Analizirana je mikrobiološka ispravnost 10 uzoraka zbirnog mleka iz rashladnog bazena farme i 32 pojedinačna uzorka kozjeg mleka večernje i jutarnje muže. Ukupan broj mezofilnih mikroorganizama kod zbirnog mleka iz rashladnog bazena farme kretao se od  $7 \times 10^3$  do  $2,1 \times 10^4$  mo/ml, kod pojedinačnih koza od  $3 \times 10^1$  do  $6 \times 10^3$  mo/ml (jutarnja muža) i  $4,5 \times 10^1$  do  $7,20 \times 10^3$  mo/ml (večernja muža) Ukupan broj termorezistentnih mikroorganizama u zbirnom mleku iz rashladnog bazena iznosio je od 20-30 mezofilnih mikroorganizama/ml, psihrotrofnih od 100 do 1100 mo/ml, psihrotrofnih proteolitičkih 30–56 mo/ml i psihrotrofnih lipolitičkih 40–190 mo/ml. Nije zabeleženo prisustvo termorezistentnih proteolitičkih i lipolitičkih mikroorganizama. Takođe, svi ispitivani uzorci su bili mikrobiološki ispravni.*

**Ključne reči:** kozje mleko, kamember, mikrobiološki kvalitet

### UVOD

Proizvodnja kozjeg mleka u svetu beleži stalni rast. Kozjem mleku se daje određena prednost nad kravljim mlekom i pored vrlo sličnog hemijskog sastava, obzirom da je svarljivije i ima izražene baktericidne i imunološke osobine.

U zemljama, gde se najviše proizvodi kozje mleko, Francuska, Grčka, Italija, uglavnom se koristi za proizvodnju različitih vrsta sireva.

U našoj zemlji, zahvaljujući brdsko planinskom području postoji veliki potencijal za razvoj kozarske proizvodnje, pri čemu značajno mesto zauzima proizvodnja belih kozjih sireva. Zastupljenost kozjeg mleka i proizvoda od njega na našem tržištu je ipak ograničena, a zahtevi za proširenje asortimana mlečnih proizvoda su stalno prisutni.

Jedna od mogućnosti iskorišćenja kozjeg mleka jeste i njegova prerada u sir kamember. To je sir koji se dobija sa specifičnim belim plesnima (*Penicillium camemberti*). Proizvodi se od kozjeg i kravljeg mleka, ima visok randman i skuplji je od

---

Originalan naučni rad finansiran u okviru Projekta BTN 5.6.351007 / *Original scientific paper*

<sup>1</sup> Dr Anka Kasalica, viši naučni saradnik, Dr Dragica Miočinović, naučni saradnik, Dr Gordana Niketić, naučni saradnik, JPS Zavod za mlekarstvo, Novi Beograd, Auto put 3; Prof.dr Anka-Popović Vranješ, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

ostalnih sireva min. 30%. Može da se proizvodi u malim i velikim mlekarama i ima perspektivu na našem i inostranom tržištu (Popović-Vranješ i sar. 2005).

Trajnost i kvalitet sira u velikoj meri zavise od mikrobiološke ispravnosti sirovog mleka i prisutnih termorezistentnih i psihrotrofnih mikroorganizama. Aktivnost ovih mikroorganizama u sirovom mleku pogoršava njegov kvalitet i tehnološke osobine, što se odražava na krajnji kvalitet sira. Neke termorezistentne i psihrotrofne bakterije imaju proteolitičku i lipolitičku aktivnost, proizvode termorezistentne ekstracelularne proteinaze i lipaze, pri čemu razlažu proteine i masti, menjaju količinu piruvata, slobodnih aminokiselina i masnih kiselina, te dovode do kvarenja mleka i mlečnih proizvoda. Među termorezistentnim mikroorganizmima ima psihrotrofa, koji mogu da rastu i da se razmnožavaju na temperaturi čuvanja proizvoda. Tako na primer *Bacillus*-i imaju izraženu proteolitičku aktivnost prema  $\beta$ -kazeinu pri čemu oslobađaju gorke peptide, koji menjaju sir dajući mu gorak ukus.

Termički tretmani mleka u proizvodnji sira često ne samo da ne redukuju broj prisutnih sporegenih bakterija, već omogućavaju njihovu aktivaciju, što može izazvati naknadne štete tokom zrenja sira radi pojačane proteolize i lipolize, odnosno pojave gorčine i užeglosti. Brojna istraživanja pokazuju da se proteoliza i lipoliza mleka odvija brzo i u UHT mleku, ako je sirovo mleko sadržalo više od  $5 \times 10^6$  psihrotrofa/ml (Ladford, 1998).

Imajući sve ovo u vidu, cilj naših istraživanja je bio da se ispita mikrobiološka ispravnost kozjeg mleka radi sagledavanja njegove tehnološke podobnosti za dalju preradu u sir kamember.

## MATERIJAL I METOD RADA

U okviru ovih istraživanja sa farme je uzorkovano pojedinačno i zbirno mleko alpske rase koza. Analizirana je mikrobiološka ispravnost 10 uzoraka zbirnog mleka iz rashladnog bazena farme i 32 pojedinačna uzorka kozjeg mleka večernje i jutarnje muže.

Mikrobiološka ispravnost mleka ispitana je prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (»Sl. list SRJ« br. 26/93), primenom Pravilnika o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica (»Sl. list SRJ« br. 25/80).

Kod zbirnih uzoraka kozjeg mleka iz rashladnog bazena farme ispitan je i ukupan broj: psihrotrofnih mikroorganizama (IDF Standard 101A:1991), termorezistentnih mikroorganizama (»Sl. list SFRJ« br. 25/80), proteolitičkih mikroorganizama (American Public Health Ass., 1978), lipolitičkih mikroorganizama i kvasaca i plesni (»Sl. list SFRJ« br. 25/80).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati mikrobioloških ispitivanja pokazali su da je ispitivano mleko bilo dobrog kvaliteta. Svi uzorci kozjeg mleka su odgovarali kriterijumu Pravilnika u pogledu ukupnog broja mezofilnih mikroorganizama ( $< 3 \times 10^6$  mo/ml).

Ukupan broj mezofilnih mikroorganizama kod zbirnog mleka iz rashladnog bazena farme kretao se od  $7 \times 10^3$  -  $2,1 \times 10^4$  mo/ml, kod pojedinačnih grla od  $3 \times 10^1$  do  $6 \times 10^3$  mo/ml (jutarnja muža) i  $4,5 \times 10^1$  -  $7,2 \times 10^3$  mo/ml (večernja muža). Ovi rezultati su

znatno bolji od naših ranijih istraživanja (Kasalica i sar. 2003, 2006). U svojim istraživanjima (Miklič-Anderlič i Rogelj, 2000) su konstatovali da je kozje mleko u proseku sadržalo  $5,65 \times 10^4$  mezofilnih aerobnih bakterija/ml. Prema literaturnim podacima sveže pomuženo mleko ima od nekoliko stotina do nekoliko hiljada mo/ml, te dobijeni rezultati govore o dobrim higijenskim uslovima muže. Kada sveže pomuženo mleko ima više od 100.000 mo/ml to ukazuje na prisustvo mikroflora iz okoline ili mastično mleko (Tratnik, 1998).

Tabela 1. Ukupan broj mezofilnih mikroorganizama u kozjem mleku  
*Table 1. Total count of mesophylic microorganisms in goat's milk*

Uzorci <i>Samples</i>	Broj uzoraka <i>No of samples</i>	Ukupan broj mezofilnih mikroorganizama/ml <i>Mesophylic microorganisms cfu/ml</i>		
		Min.	Max.	% ispravnih / % correct <i>(&lt;3×10<sup>6</sup>mo/ml) / (&lt;3×10<sup>6</sup>cfu/ml)</i>
Zbirno mleko iz rashlanog bazena <i>Collected milk from cooling basin</i>	10	$7 \times 10^3$	$2,1 \times 10^4$	100
Jutarnje mleko pojedinačnih koza <i>Morning milking of individually goat</i>	32	$3 \times 10^1$	$6 \times 10^3$	100
Večernje mleko pojedinačnih koza <i>Evening milking of individually goat</i>	32	$4,5 \times 10^2$	$7,2 \times 10^3$	100

Analizirani uzorci kozjeg mleka nisu sadržali bakterije *E.coli*, *Proteus* spp., *Salmonella* vrste, sulfitoredujuće klostridije i koagulaza pozitivne stafilokoke. Zbirno mleko iz rashladnog bazena je sadržalo od 92-150 kolonija/ml kvasaca i plesni.

Ispitivani uzorci kozjeg mleka su imali mali broj termorezistentnih i psihrotrofnih, proteolitičkih i lipolitičkih mikroorganizama.

Tabela 2. Prisustvo termorezistentnih i psihrotrofnih mikroorganizama u zbirnom kozjem mleku iz rashladnog bazena

*Table 2. Total count of thermoresistant and psychrotrophic microorganisms in collected goat's milk in a dairy farm cooling basin*

Analyze <i>Analyzis</i>	Termorezistentni mikroorganizmi <i>Thermoresistant microorganisms</i>	Psihrotrofni mikroorganizmi <i>Psychrotrophic microorganisms</i>
Ukupan broj mo/ml <i>Total count cfu/ml</i>	20–30	100–1100
Proteolitički mo/ml <i>Proteolytic cfu/ml</i>	Ø	30–56
Lipolitički mo/ml <i>Lipolytic cfu/ml</i>	Ø	40–190

Dobijeni rezultati pokazuju da je ispitivano mleko i u pogledu prisustva navedenih mikroorganizama (Tabela 2) bilo dobrog kvaliteta. U literaturi postoji klasifikacija po kojoj se mleko sa  $1 \times 10^4$  psihrotrofa/ml smatra da je dobrog kvaliteta, do  $1 \times 10^5$  psihrotrofa/ml srednjeg, i slabog kvaliteta sa preko  $1 \times 10^5$  psihrotrofa/ml (Šuštaršić, 1985). Otenhajmer i sar. (1996) u svojim istraživanjima navode da je 55,01% ispitivanih uzoraka kozjeg mleka imalo  $10^4$ /ml psihrotrofa (dobar kvalitet).

Ukupan broj psihrotrofnih proteolitičkih bakterija je bio znatno manji od rezultata dobijenih u istraživanjima Miklič-Anderlič i Rogelj (2000), a koji je iznosio  $3,57 \times 10^3$  proteolitičkih bakterija/ml.

Ovako mali broj proteolitičkih bakterija je od posebnog značaja iz razloga što one u većem broju utiču na razgradnju strukture kazeina, što se odražava na otežano podsi-ravanje, veće gubitke grušā sa surutkom, lošu teksturu sira i pojavu gorkog ukusa, te doprinosi pogoršanju kvaliteta sira.

Rezultati ukupnog broja termorezistentnih mikroorganizama su u skladu sa istraži-vanjima drugih autora, koji navode da je ukupan broj termorezistentnih mikroorgani-zama u direktnoj vezi sa ukupnim brojem mikroorganizama (Mirsa i Kulla, 1990, Kasalica i sar., 2000).

## ZAKLJUČAK

Na osnovu mikrobioloških rezultata može se zaključiti da je ispitivano mleko bilo dobrog kvaliteta i tehnološki podobno za dalju preradu u sir kamember.

## LITERATURA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION: Standard methods for the examination of dairy products, (1978).

IDF Standard 101A:1991: Milk enumeration of psychrotrophic micro-organisms.

MIRSA, A.K. and KULLA, R.K.: Bacteriological quality of market milk. Dairy Sci. Abstract, 50 (5) 283 (1990).

KASALICA, A., MIOČINOVIĆ, D., OSTOJIC, M., MIHAJLOVIĆ, Z.: Prisustvo termorezistentnih mikroorganizama u sirovom i termički tretiranom mleku. J. Sci. Agric. Research, Vol. 61, 213 (3) 223–229 (2000).

KASALICA, A., NIKETIĆ, G., MIOČINOVIĆ, D., OLJAČIĆ, E: Research the quality of raw milk form Stara Planina mount region. Biotechnology in Animal Husbandry, 19 (5–6) 167–171 (2003).

KASALICA, A., MIOČINOVIĆ, D., NIKETIĆ, G., VUKOVIĆ, V: Praćenje kvaliteta kozjeg sira proizvedenog u eksperimentalnim uslovima. Prehrambena industrija, Vol. 17 (1–2), 3–6 (2006).

LADFORD, R.A.: Raw milk and fluid milk products: Applide Dairy Microbiology Ed.: Mrth, E.H. and Steele, J.L., New York, 55–64 (1998).

OTENHAJMER, I., KASALICA, A., RAKIĆ, M., PEŠIĆ, D.: Contamination of goat milk by psychrotrophic microorganisms on farms. 4<sup>th</sup> International conference of sheep and goat production, Ohrid. Proceedings, 216–219 (1996).

POPOVIĆ-VRANJEŠ, A. KRAJINOVIĆ, M., OSTOJIĆ, M., PLJEVALJEVIĆ, O.: Uvođenje HACCP-a u proizvodnju kozjih sireva. Proizvodnja i prerada kozjeg mleka, Beograd, Zbornik radova, 67–74 (2005).

MIKLIČ-ANDERLIČ, A., ROGELJ, M: The changes of microbiological and chemical compositions of goat's milk during second lactation. *Mljekarstvo*, 50 (2) 91–98 (2000).

TRATNIK, LJ: Mlijeko – tehnologija, biohemija i mikrobiologija. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb (1998).

ŠUŠTARŠIĆ, L.: Imamo zakone i propise, a kvalitetu mlijeka? *Mljekarstvo*, 35 (7) 207–209 (1985).

## **THE EFFECTS OF MICROBIOLOGICAL QUALITY OF GOAT'S MILK ON THE QUALITY OF CAMMAMBER CHEESE**

ANKA KASALICA, DRAGICA MIOČINOVIĆ,  
GORDANA NIKETIĆ, ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ

### **Summary**

The quality of goat milk has an important influence on the quality of cheese. The aim of this paper is to point out microbiological quality of goat milk on the technological properties of the Cammamber cheese.

**Key words:** Goat's milk, Cammamber, Microbiological quality

## UTVRĐIVANJE KVALITETA SIROVOG MLEKA U SKLADU SA KRITERIJUMIMA EVROPSKE UNIJE

GORDANA NIKETIĆ, ANKA KASALICA, DRAGICA MIOČINOVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Da bi se osigurala zdravstvena ispravnost i dobar kvalitet sirovog mleka propisani su uslovi za proizvodnju mleka i higijenski standardi koje sirovo mleko treba da zadovolji. U radu su prikazani svi parametri kvaliteta mleka u cilju dostizanja kriterijuma predstavljenih u direktivi 92/46/EEZ.*

**Ključne reči:** direktiva 92/46/EEZ, sirovo mleko, parametri kvaliteta, metode

### UVOD

Heeschen (1987) je utvrdio da je kvalitet mleka određen parametrima sastava i higijenske ispravnosti. Imajući u vidu proizvodnju i plasman na tržištu mleka i proizvoda od mleka, a da bi zaštitila zdravlje svojih stanovnika, Savet Evropske Ekonomske Zajednice je 1992. godine doneo *direktivu 92/46/EEZ* kojom se regulišu zdravstvena pravila za proizvodnju i plasiranje na tržište sirovog mleka, termički obrađenog mleka i proizvoda od mleka.

Sistem osiguranja kvaliteta predstavlja filozofski pristup koji se zasniva na psihosocijalnim elementima i on je deo kulture života. U svetu se danas osiguranje kvaliteta namirnica obezbeđuje na osnovu četiri elementa, i to: pravne regulative, načina uzimanja uzoraka za ispitivanje, učestalosti ispitivanja i sprovođenja sankcija za neispunjavanje pravne regulative.

### Parametri i kriterijumi za definisanje kvaliteta mleka

Evropska *direktiva 92/46/EEZ* sadrži uputstvo za postizanje kvaliteta i higijenske ispravnosti u proizvodnji i prodaji sirovog mleka (kravlje, ovčijeg, kozijeg), termički obrađenog mleka, mleka namenjenog za preradu u proizvode od mleka i proizvoda od mleka.

Ova direktiva obuhvata odredbe za uzgoj muznih grla, njihovu zdravstvenu zaštitu, obradu mleka (hlađenje, skladištenje i transport), kvalitet mleka namenjenog za preradu,

---

Pregledni rad / *Review paper*

<sup>1</sup> Dr Gordana Niketić, Dr Anka Kasalica, Dr Dragica Miočinović, JPS Zavod za mlekarstvo, Auto put 3, Novi Beograd.

vrstu prerade (sveži, trajni proizvodi), način termičke obrade, sisteme kontrole preradi-vačkih linija, delovanje i povezivanje kontrolnih laboratorija.

Kvalitet sirovog mleka se definiše na osnovu sledećih parametara: mlečne masti, belančevina, laktoze, suve materije bez masti, gustine, stepena kiselosti, tačke mržnjenja, ukupnog broja mikroorganizama i broja somatskih ćelija. Mleko takođe ne sme da sadrži ostatke antibiotika, kao i drugih lekova, inhibitore i strane materije.

Imajući u vidu tehnološke zahteve u proizvodnji određenog proizvoda (sirevi, fermentisani napici, UHT sterilizovani proizvodi) kvalitet sirovog mleka određuje i njegova tehnološka podobnost za dalju preradu (Niketić i Kasalica, 1997, Maćej i sar., 2000, Niketić i sar., 2004).

U proizvodnji UHT sterilizovanih proizvoda tehnološka podobnost mleka za dalju obradu postupcima sterilizacije zavisi od hemijskog sastava i fizičko-hemijskih osobina, mikrobiološke ispravnosti i biohemijske stabilnosti sirovog mleka (Niketić i sar., 2005, Niketić i sar., 2000).

Pri proizvodnji sira, hemijski sastav i tehnološka svojstva mleka imaju poseban značaj jer utiču na kvalitet i randman proizvoda (Niketić i sar., 2006a, Puđa i Niketić, 1998).

Mnogobrojnim istraživanjima je konstatovano da mleko sa povišenim ili visokim brojem somatskih ćelija nema odgovarajuću tehnološku podobnost za dalju preradu u sireve. Promenjen sastav mleka utiče na lošiji ukupan kvalitet mleka, produženo vreme koagulacije, smanjenje radmana sira i neujednačenost proizvodnje (Niketić i sar., 2006b).

U proizvodnji fermentisanih napitaka, ukoliko su prisutne rezidue antibiotika u mleku, mogu uticati na inhibiciju rasta bakterija mlečne kiseline, smanjenje njihovih fizioloških osobina, stvaranje kiselosti i arome, ili na promene morfoloških karakteristika bakterija, što utiče na tehnološku podobnost mleka za dalju obradu. Mnogobrojnim istraživanjima je konstatovano da je tehnološka podobnost mleka kada su prisutni  $\beta$ -laktamski antibiotici 2–3 puta iznad toksikološke sigurnosti za jogurtnu kulturu, i do 1000 veća za mezofilne kulture koje se koriste u proizvodnji sireva. Treba istaći da je u ovakvim uslovima proizvodnje moguće dobiti tehnološki ispravan proizvod, ali je ovakav proizvod higijenski neispravan i predstavlja proizvod visokog rizika po zdravlje ljudi (Mijačević i sar., 2005).

Katić i sar. (2004) navode da se mikrobiološki kriterijumi mogu podeliti u tri grupe: mikrobiološke standarde, mikrobiološke specifikacije i mikrobiološke direktive. Mikrobiološki standardi su mandatorni kriterijumi i uključeni su u zakonske normative. Da bi hrana bila odgovarajućeg kvaliteta izrađuju se mikrobiološke specifikacije koje su predmet dogovora između proizvođača i nabavljača odvorajuće namirnice. Mikrobiološki kriterijumi su ne mandatorne odredbe koje pomažu proizvođaču u sprovođenju dobre proizvođačke prakse.

Mossel i Netten (1991) navode da bilo koji mikrobiološki kriterijum za mleko treba da sadrži sledeće formulacije: spisak značajnih mikroorganizama i/ili toksina, laboratorijske metode za njihovu identifikaciju i kvantifikaciju, plan uzorkovanja, mikrobiološke limite i broj uzoraka koji moraju da zadovolje postavljene limite.

Hemijski sastav i fizičko-hemijske osobine mleka, u prvom redu visoka aktivnost vode, čine ga pogodnim medijumom za razmnožavanje mikroorganizama prouzrokovaca kvarenja. Ovi mikroorganizmi nisu od primarnog značaja za zdravlje ljudi, ali su indika-

tor higijene u lancu proizvodnje mleka od muže do potrošača, kao i trajnosti mleka i proizvoda od mleka.

Da bi se produžilo vreme čuvanja mleka na farmi i u mlekari, odnosno sačuvao njegov kvalitet, mleko se hladi. Hlađenje mleka dovodi do selekcije mikroflora u mleku, tako da u uslovima hlađenja mleka dominiraju psihotropni mikroorganizmi koji svojom proteolitičkom i lipolitičkom aktivnošću dovode do razgradnje proteina i masti, što ima za posledicu promene ukusa i mirisa mleka i proizvoda od mleka. Intenzitet ovih promena zavisi od broja, vrste i aktivnosti mikroorganizama prisutnih u mleku.

Istraživanjima je utvrđeno da generacijsko vreme za psihotropne mikroorganizme pri +4°C iznosi 10 sati, a do promene ukusa i mirisa u mleku dolazi ukoliko je broj psihotropnih mikroorganizama preko 1.000.000/mililitru mleka.

Prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti životnih namirnica u prometu (Sl. list SRJ 26/1993) pri analizi mleka i proizvoda od mleka dokazuje se: *Salmonella* vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoredujuće klostridije, *Proteus* vrste i *Escherichia coli*, a kod nekih proizvoda je predviđeno određivanje ukupnog broja mikroorganizama, lipolitičkih mikroorganizama i kvasaca.

Međunarodna komisija za mikrobiološke specifikacije je predložila neke kriterijume koje je prihvatila i Evropska zajednica. Prema tim mikrobiološkim kriterijumima predviđene su tri grupe analiza: obavezne, preporučene i dodatne (Roberts i sar., 1995).

Tako se u sirovom mleku obavezno ispituje prisustvo *Salmonella spp.*, *S. aureus* i koliformnih mikroorganizama i određuje ukupan broj mikroorganizama. Kao preporučene analize su utvrđivanje prisustva *Brucella spp.*, *Campylobacter spp.* i *E. coli*, a ukoliko epidemiološka situacija nalaže dokazuje se i prisustvo *L. monocytogenes* i *Y. enterocolitica*.

Evropska direktiva 92/46 je definisala da sirovo mleko namenjeno za pasterizaciju, preradu u pavlaku ili fermentisane napitke treba da sadrži manje od 100.000 mikroorganizama u mililitru mleka i ne više od 400.000 somatskih ćelija. Odredba za preradu mleka u sir, mleko u prahu i maslac od 1998. godine predviđa da ukupan broj mikroorganizama u mililitru mleka nije veći od 400.000 i 500.000 somatskih ćelija.

Novi evropski standard još uvek propisuje utvrđivanje tačke mržnjenja mleka kao meru za sprečavanje patvorenja mleka vodom. Što se tiče inhibitora, pre svega tragova lekova i antibiotika u mleku, kriterijumi su izuzetno strogi, odnosno nije dozvoljeno njihovo prisustvo.

Sirovo mleko mora da ima svojstven izgled, boju i miris. Zatim, sirovo mleko mora najkasnije dva sata posle muže biti ohlađeno na temperaturu do +6°C ukoliko se skuplja svaki dan i +8°C ako se skuplja svaki drugi dan. Sirovo mleko mora takođe da ispunjava zahteve u pogledu kvaliteta, i to: sadrži najmanje 3,2% mlečne masti, da sadrži najmanje 3,0% belančevina, da sadrži najmanje 8,5% suve materije bez masti, da mu je gustina od 1,028 do 1,034 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20°C, i da mu je kiselinski stepen od 6,6 do 6,8°SH, a pH vrednost od 6,5 do 6,7.

Da bi se postigli ovako visoki kriterijumi za kvalitet sirovog mleka od posebne je važnosti koliko puta se u određenom vremenskom periodu kontroliše kvalitet mleka. Varijabilnost proizvodnje mleka diktira da se za određivanje kvaliteta mleka uzima znatno veći broj uzoraka nego što je to predviđeno direktivom 92/46 EEZ. Prepreka uzimanju većeg broja uzoraka predstavlja i neujednačan sistem uzimanja uzoraka, označavanja i identifikacije. Drugi problem su metode koje se primenjuju za određivanje kva-

liteta mleka. Veliki je zahtev za primenu brzih metoda koje se jednostavno primenjuju (Niketić i Rakić, 2004, Niketić, 2004).

### Metode ispitivanja

Postoje mnogobrojna merenja i analitičke metode pomoću kojih se određuju pojedinačne osobine i sastav mleka, odnosno njegov kvalitet i zdravstvena ispravnost. Kada se govori o analitičkim metodama koje se koriste u savremenom mlekarstvu, treba istaći da izbor zavisi od svrhe ispitivanja i od mesta uzimanja uzoraka. Grappin, (1996) navodi da se kao hemijske metode za određivanje sastava mleka koriste infracrvena MIR spektroskopija, NIR spektrometrija, RAMAN spektrometrija, kapilarna elektroforeza, imunohemijske metode, gasna hromatografija, reološke metode. Za određivanje fizičkih osobina mleka koriste se termistor krioskopija za određivanje tačke mržnjenja (ISO 5764).

Za određivanje ukupnog broja mikroorganizama koriste se klasične-standardne i instrumentalne metode. Standardna metoda za određivanje ukupnog broja mikroorganizama je brojanje kolonija na pločama. Ova metoda zahteva mnogo vremena i dugo traje. Instrumentalna metoda za brojanje ukupnog broja mikroorganizama je epifluorescentna mikroskopija. Ove metode su brze a uređaji poseduju sopstvene kontrolne programe koji omogućavaju veću tačnost rezultata ispitivanja.

Mikroskopsko brojanje somatskih ćelija predstavlja referentnu metodu, međutim kako ova metoda nije automatizovana, teško ju je primeniti na veći broj uzoraka (Boboš i sar., 1998). U svetu se sve više primenjuju automatske metode koje koriste elektronsko brojanje partikula (Coulter Counter firme Coulter Electronics ili Auto Analyzer firme Technocon) ili ćelije jedara koje su učinjene fluorescentnim (Fossomatic firme Foss Electronics).

Prisustvo rezidua antibiotika u mleku je nepoželjno i sa zdravstvenog i tehnološkog stanovišta, i zato je od posebne važnosti brzo i pouzdano utvrđivanje rezidua antibiotika u mleku. Razvijeni su brojni komercijalni testovi koji se razlikuju sa obzirom na metodu detekcije, po osetljivosti prema određenom tipu antibiotika i detekcijskom vremenu. Tako se prema literaturnim podacima (Suhren i sar., 1995) može konstatovati da se pri izboru metode mora posebna pažnja obratiti na tip antibiotika koji je prisutan ili se očekuje. Tako treba istaći dva tipa testa, Delvo test i Valio T 101.

Delvo test GP (Gist-brocades) je standardni difuzioni test sa indikatorom brom krezol ljubičastim i *Bacillus stearothermophilus ver. colidolactis C 953* kao test bakterijom. Ovaj soj je veoma osetljiv na  $\beta$ -laktenske antibiotike.

Valio T 101 test (Sahofi Bio Industrie) sadrži isti indikator kao i Delvo test GP a *Streptococcus thermophilus T 101* kao test bakteriju. Ovaj soj bakterije je veoma osetljiv na antibiotike koji se upotrebljavaju pri lečenju mastitisa kod muznih životinja. (Rogelj i Miklič-Anderlič, 2000).

### ZAKLJUČAK

Prema standardima EU značajno je pravilno sprovođenje kontrole kvaliteta sirovog mleka u cilju dobijanja zdravstveno ispravih proizvoda, a da bi ona bila pravilno sprovedena neophodno je definisanje propisa koji će postepeno uvesti međunarodne zahteve i kriterijume za dostizanje kvaliteta i zdravstvene ispravnosti sirovog mleka.

Da bi kontrola kvaliteta sirovog mleka bila adekvatno sprovedena takođe mora biti definisan jedinstven sistem uzimanja, označavanja i identifikacije uzoraka. Da bi se pravilno utvrdio kvalitet sirovog mleka važno je da metode ispitivanja budu jedinstveno definisane, a oprema unificirana kako bi se omogućilo određivanje kvaliteta sirovog mleka po istim kriterijumima.

## LITERATURA

- BOBOŠ, S., STOJANOVIĆ, L., VIDIĆ, B., BUGARSKI, D.: Brojanje somatskih ćelija u mleku i njihov značaj u proceni zdravstvenog stanja vimena krava, Jugoslovenski mlekarški simpozijum Savremeni trendovi u mlekarstvu, Zlatibor, zbornik radova 15–24 (1998).
- CONCIL DIRECTIVE 92/46/EEZ.: Official J. of the European Communities, 68s, 31s (1992)
- GOLC-TEGER, S.: Parametri i metode ocenjivanja kvaliteta mleka i mlečnih proizvoda, Jugoslovenski mlekarški Simpozijum Savremeni trendovi u mlekarstvu, Zlatibor, zbornik radova 41–50 (1998).
- GRAPPIN, R.: Criteria for raw milk quality, International Foss Electrics Jubilee Symposium, Denmark, 6s (1996).
- HEESCHEN, W. H.: Sanitary and health aspects of milk in : Gravert, H.O.: Word Animal Science C. Dairy Cattle Production. Elsevier Science Publishers B.V., ISBN 0-444-4268-9 (1987).
- ISO 5764: Milk determination of freezing point. Thetmistor cryoscope metod, 6s (1987)
- KATIĆ, V., STOJANOVIĆ, L., MIJAČEVIĆ, Z.: Broj mikroorganizama u funkciji ocene kvaliteta mleka, Mlekarstvo 34, 1103 – 1110 (2004)
- MAĆEJ, O., JOVANOVIĆ, S., NIKETIĆ, G.: Uticaj tehnoloških činilaca na osobine mleka, Arhiv za poljoprivredne nauke 61, (212), 203–218 (2000/1–2 ).
- MIJAČEVIĆ, Z., BULAJIĆ, S., NEDIĆ, D.: Toksikološki i tehnološki aspekt rezidua antibiotika u mleku, Biotechnology in animal husbandry, 21, s.i., 65–76 (2005).
- MOSSEL, D. A., VAN NETTEN, P.: Micribiological reference value for foods: a European perspective. J. Assoc. Off Anal. Chem. 74, 2, 420–432 (1991).
- NIKETIĆ, G., KASALICA, A.: Nutritivna vrednost fermentisanih napitaka, monograf. Kvalitet mleka i fermentisanih napitaka, Ed. Obradović, D., Niketić, G., Carić, M., Mijačević, Z., Sekulović, N., Zajednica stočarstva, Poljoprivredni fakultet, Beograd, JPS Zavod za mlekarstvo, 56–59 (1997).
- NIKETIĆ, G., MAĆEJ, O., JOVANOVIĆ, S.: Uticaj termičkog tretmana na promene sastava UHT sterilizovanih proizvoda , Arhiv za poljoprivredne nauke 61, (212), 295–308 (2000/1–2).
- NIKETIĆ, G., MIOČINOVIĆ, D., MARKOVIĆ, D.: Tehnološki parametri značajni za termičku obradu mleka, Simpozijum Mleko i proizvodi od mleka, Zlatibor, zbornik radova 74–82 (2004).
- NIKETIĆ, G., RAKIĆ, M.: Parametri i metode ocenjivanja kvaliteta mleka, Prehrambena industrija 15, 1–2, 98–100 (2004).
- NIKETIĆ, G.: Mlekarstva industrija Srbije i Crne Gore. Zbornik radova Francusko-Srpsko-Crnogorski Seminar o mlekarstvu, Beograd, 1–5 (2004).

NIKETIĆ, G., MAĆEJ, O., JOVANOVIĆ, S.: Tehnološka podobnost mleka namenjenog za obradu postupcima UHT sterilizacije. *Biotechnology in animal husbandry*, 21,s.i., 95–107 (2005).

NIKETIĆ, G., POPOVIĆ-VRANJEŠ, A., KASALICA, A., MIOČINOVIĆ, D.: Uticaj hemijskog sastava i mikrobiološke ispravnosti kozijeg mleka na kvalitet sira, *Prehrambena industrija* 17, (3–4), 72–74 (2006a).

NIKETIĆ, G., OLJAČIĆ, E., GAVRIĆ, M.: Hemijske i bakteriološke analize mleka od kojeg se proizvodi somborski sir, *Prehrambena industrija* 17, (3–4), 52–55 (2006b).

PUĐA, P., NIKETIĆ, G.: Značaj pripreme mleka za industrijsku proizvodnju sireva parenog testa , Ed. Niketić, G., Puđa, P., Milanović, S., Sekulović, N., Zajednica stočarstva, JPS Zavod za mlekarstvo, 31–44 (1998).

PRAVILNIK o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter proizvode "Sl. list SRJ" br. 26/(2002).

ROBERTS, D., HOOPER, W., GREENWOOD, M.: *Practical Food Microbiology Public Health Laboratory*, London (1995).

ROGELJ, I., MIKLJIĆ-ANDRELIČ, A.: Uspoređivanje osetljivosti Delvo testa SP i Valkiot 101 testa na antibiotike, koji se upotrebljavaju u tretmanu mastitisa. Zbornik radova Jugoslovenski mlekarski Simpozijum Savremeni trendovi u mlekarstvu, Zlatibor, 78–84 (2000).

SHUEREN, G., EESCEN, W., REICHMUTH.: Antibiotics Testing. *Bulletin of the IDF* No 305,8s (1995).

## **PARAMETERS AND METHODS FOR QUALITY EVALUATION (DIRECTIVE 92/46/EEZ) OF RAW MILK**

GORDANA NIKETIĆ, ANKA KASALICA, DRAGICA MIOČINOVIĆ

### **Summary**

The paper describes the quality of raw milk seen through the European criteria stated in the EEC directive 92/46. Trends in the contemporary dairy analytics for the raw milk quality evaluation are stressed.

**Key words:** EEC directive 92/46, raw milk, quality parameters, method

UDK: 637.12(111.4)(497.17)

## HIGIJENA I KVALITET MLEKA U REPUBLICI MAKEDONIJI U SAGLASNOSTI SA LEGISLATIVOM

SONJA SRBINOVSKA<sup>1</sup>

*IZVOD: Kod zbirnih uzoraka mleka u Republici Makedoniji analiziran je hemijski sastav i higijenski kvalitet. Istraživanje je sprovedeno tokom jednogodišnjeg perioda nakon donošenja Uredbe za plaćanje mleka na osnovu kvaliteta (2002). Cilj istraživanja bio je utvrditi udeo uzoraka mleka koji svojim kvalitetom zadovoljavaju evropske standarde i kriterijume propisane Uredbom. Količina masti, proteina, laktoze i suve materije bez masti prosečno je iznosila: 3,62%; 3,18%; 4,38% i 8,73%, dok su niže vrednosti od propisanih utvrđene u 2,48%, 5,39%, 94,1% i 17,25% analiziranih uzoraka mleka. Prosečni broj mikroorganizama iznosio je 7.703.115/ml, a najbolji rezultati utvrđeni su na velikim farmama koje zadovoljavaju evropske standarde (54,9%). Prosečan broj somatskih ćelija iznosi 650.000/ml i 85,5% uzoraka nije zadovoljilo propisane standarde. Valorizacijom higijenskog kvaliteta mleka novim sistemom plaćanja od strane svih mlekara i striktno pridržavanje osnovnih postupaka u proizvodnji mleka sigurno će rezultirati poboljšanjem kvaliteta.*

**Ključne reči:** mleko, hemijski sastav, higijenski kvalitet.

### UVOD

Pored fizičko hemijskih osobina mleka i prisutnost inobitornih materija, higijenska svojstva sirovog mleka temeljni su pokazatelji njegovog kvaliteta, prikladnosti za praradu i zdravstvene ispravnosti. Osnovni cilj svih proizvođača mleka koji ulaze u proizvodnju hrane je da proizvedu bezbedno i kvalitetno sirovo mleko koje će obezbediti najstroža očekivanja mlekarske industrije i potrošača. Svaki farmer mora garantovati da mleko potiče od zdravih životinja, koje su odgajivane u prihvatljivim uslovima za stoku i svakako u ravnoteži sa lokalnom životnom sredinom. Svakako, zahtevi su da farmeri budu stručni i obrazovani kako bi mogli implementirati sve standarde za proizvodnju kvalitetnog i bezbednog mleka (Havranek i Rupiće, 2003).

Variranje sastava i osobina sirovog mleka vidno utiče na cenu mleka kao i na pojedine tehnološke operacije u obradi i preradi mleka, a svakako to se odražava i na sastav, osobine, kvalitet i randman mlečnih proizvoda.

---

Originalni naučni rad / *Original scientific paper*

<sup>1</sup> Dr Sonja Srbinovska, vanredni profesor, Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana, Skopje, R. Makedonija

Donošenjem Direktive EEC 92/46 u Evropskoj Uniji, a zatim i regulative EC 04/853 uspostavljaju se sve veći kriterijumi za kvalitet sirovog mleko u zemjama EU. Prema ovim propisima kvalitetet mleka ocenjuje se na bazi hemijskog sastava, fizičkih osobina i higijenskog kvaliteta, kao i prisustva inhibitornih supstanci.

Kvalitetet sirovog mleka u R. Makedoniji ocenjuje se na bazi Pravilnika o kvalitetu mleka i mlečnih proizvoda (Sl. list SFRJ br. 51/82) koji nije u korelaciji sa najnovijim trendovima u mlekarstvu. Donošenjem Uredbe za utvrđivanje faktora za formiranje otkupne cene kravljeg mleka (Sl. glasnik br. 8/2002) plaćanje mleka treba se vršiti na bazi ukupnog broja bakterija i somatskih ćelija (tabela 1).

Tabela 1. Klasifikacija mleka prema Uredbi (Sl. glasnik br. 8/2002)

*Table 1. Milk classification in accordance with regulation (Official gazeta 8/2002)*

Klase /Classes	Ukupni broj mikroorganizama/ <i>Total number of microorganisms</i>
Ekstra klasa	do 100.000/ml.
I klasa	od 100.001/ml. do 500.000 /ml.
II klasa	od 501.000/ml. do 1.200.000/ml.
III klasa	od 1.200.001 do 2.400.000/ml.
IV klasa	nad 2.400.001/ml.
Klase /Classes	Ukupan br. somatskih ćelija/ <i>Total somatic cells count</i>
I klasa	< 400.000/ml.
II klasa	> 400.000/ml.

Formiranje cene mleka je na bazi mlečne masti (40%) i proteina (60%), dok se korekcija osnovne cene vrši na osnovu higijenskog kvaliteta i za ekstra klase iznosi +12%, za I klasu +8%, za II klasu nema nikakvih dodataka, a za III i IV klasu cena mleka se smanjuje za 10% i 20%. Postavljeni uslovi predstavljaju osnovu za postepeno, etapno unapređivanje kvaliteteta mleka, tako da bi se ubuduće mogli implementirati strogi evropski standardi (Niketić i Rakić, 2004).

Kuczaj (2001) ukazuje da se sirovo mleko u Poljskoj klasira u 3 klase (Ekstra, I i II), dok Rajković (2003) navodi da se mleko u Mađarskoj takođe klasira u 3 klase i da 90% otkupljenog mleka od strane mlekare ima ekstra kvalitet, a sve analize sirovog mleka izvršene su u nezavisnoj referentnoj laboratoriji. Ispitivanjem kvaliteteta mleka u različitim područjima Hrvatske Dražetić i sar. (2003) utvrdili su da propisani higijenski kvalitet nije zadovoljio veći broj uzoraka mleka.

## MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanje je izvršeno u toku jednogodišnjeg razdoblja, u periodu od septembra 2004. do avgusta 2005. godine. Analiziran je kvalitetet sirovog kravljeg mleka sa 20 otkupnih mesta koja potiču iz 3 veća regiona: Bitoljski, Ohridsko-Struški (V4) i Skopsko-Kumanovski (V5). U radu je ispitivan i uticaj udaljenosti farme od mlekare

tako da je Bitoljski region podeljen na dve varijante i to: na farme udaljene od mlekare do 10 km (V1) i one sa većom udaljenošću (V2). Sa ciljem utvrđivanja uticaja veličine farme na kvalitet mleka, kao posebna varijanta V3 vršena su ispitivanja mleka na velikim farmama sa više od 50 krava.

Uzorci su prikupljeni sa ukupno 20 otkupnih mesta i to po 3 probe mesečno u toku 12 meseci. Ukupno je analizirano 727 zbirnih uzoraka mleka. Kvalitet hemijskog sastava mleka utvrđen je određivanjem količine masti, proteina, suve materije i suva materija bez masti i to metodom infra crvene spektrometrije (FIL-IDF, 141C:2100). Takođe je analizirana određivana titraciona kiselost – °SH, aktivna kiselost – pH (**Biotec**), temperatura mleka, tačka mržjenja (ISO 5764 **Cryostar – Funke Gerber**), broj somatskih ćelija (fluoro-opto - elektronskom metodom ISO 13366-3:1999 instrumentom **SOMASCOPE, Delta Instruments – Holland**), ukupan broj bakterija (FIL - IDF 100 B:1991, kao i aparatom **BACTO SCAN FC**) i ispitivane rezidue antibiotika (beta-star testom, **UCB Bioproducts-Belgium**).

Statistički obrađeni podaci upoređeni su sa Uredbom koja je na snazi od 2002 godine.

## REZULTATI SA DISKUSIJOM

Prosečne vrednosti masti, proteina, laktoze, suve materija bez masti i tačke mržjenja sa pet otkupnih regiona prikazane su u tabeli 2. Sadržaj mlečne masti prosečno je iznosio 3,62% (min. 2,91% i max. 4,25%), dok je koeficijent varijacije od 0,85 do 14,13%, što ukazuje na veću varijabilnost ove komponente mleka. Visoke signifikante razlike ( $p < 0,01$ ) utvrđene su između svih varijanti, dok je signifikantna razlika na nivou  $p < 0,05$  utvrđena samo između varijanata V2 i V3.

Godišnji prosečan sadržaj proteina iznosio je 3,18% (min. 2,86% i max. 3,61%), dok je varijabilnost bila manja od masti i iznosila od 0,16 do 5,67%. Pritom nisu utvrđene značajne razlike između ispitivanih regiona.

Podaci koji se odnose na sadržaj laktoze su znatno manji u odnosu na najnižu fiziološku granicu od 4,55% (Havranek i Rupić, 2003) što najverovatno ukazuje na povećani broj somatskih ćelija. Prosečan sadržaj laktoze iznosio je 4,38% (min 3,92% i max 4,71%), a koeficijent varijacije iznosio je od 0,01 do 6,78%. Takođe, utvrđene su visoke signifikantne razlike ( $p < 0,01$ ) kod svih ispitivanih varijanti. Udeo uzorka mleka sa količinom laktoze manjom od 4,55% bio je prilično velik i iznosio 94,1%, sa time što je kod velike farme (V3) bio 71,25%, dok je kod V1 i V4 bio 100%.

Iako je mleko sa svih otkupnih regiona imalo prosečno veći sadržaj suve materije bez masti (SMBM) od minimalno propisanih 8,5%, u toku jednogodišnjeg ispitivanja utvrđena su značajna odstupanja količine suve materije bez masti od propisanih. Prosečno SMBM iznosila je 8,73%, dok je udeo odstupanja od propisanih vrednosti u odnosu na sve ispitivane varijante na godišnjem nivou iznosio je 17,27%, odnosno 125 uzorka.

Godišnji prosečan aktivne kiselosti mleka iznosio je 6,7 (min. 6,60 i max. 6,90) i rezultati nisu pokazali značajne statističke varijacije. Titraciona kiselost (°SH) je bila prilično niska i iznosila 5,20–6,8°SH, prosečno 6,03°SH. Dobijeni rezultati za titracionu kiselost ukazuju na pojavu mastitisa ili produženu laktaciju, a moguće je i dodavanje vode ili prisustvo alkalnih materija u mleku (Đorđević, 1987).

Tabela 2. Prosečni hemijski sastav i fizičko-hemijske osobine kravljeg mleka po regionima

Table 2. Average physico-chemical composition of cow milk in different regions

Varijante/ Variants		Mast/ Fat	Prot./ Prot.	Lakt./ Lact.	SMB M/ TSNF	pH	°SH	°T	°T.mrž. / °T crios
V1	X <sub>sr</sub>	3,63	3,18	4,35	8,70	6,71	6,02	12,13	-0,518
	max	4,25	3,53	4,59	9,62	6,80	6,80	22,00	-0,528
	min	2,91	2,89	3,92	8,19	6,61	5,40	4,00	-0,495
	S	0,242	0,109	0,118	0,258	0,035	0,207	3,744	6,693
	C	5,50	2,36	2,37	2,18	0,46	3,00	28,48	1,24
V2	X <sub>sr</sub>	3,64	3,20	4,34	8,71	6,71	6,04	12,00	-0,516
	max	4,23	3,61	4,71	9,73	6,90	6,80	18,00	-0,528
	min	3,03	2,87	3,93	7,87	6,60	5,20	6,00	-0,488
	S	0,259	0,135	0,139	0,322	0,041	0,214	2,808	9,390
	C	5,73	3,41	2,49	2,86	0,55	3,17	20,45	1,67
V3	X <sub>sr</sub>	3,51	3,20	4,48	8,80	6,70	5,99	9,44	-0,520
	max	4,21	3,50	4,68	9,83	6,80	6,40	15,00	-0,528
	min	2,96	2,86	4,23	8,12	6,60	5,60	5,00	-0,500
	S	0,26	0,140	0,10	0,31	0,04	0,16	2,33	5,48
	C	5,71	3,06	1,91	2,38	0,47	2,55	21,50	0,87
V4	X <sub>sr</sub>	3,51	3,14	4,27	8,54	6,71	6,03	7,14	-0,499
	max	3,96	3,40	4,54	9,03	6,80	6,60	12,00	-0,521
	min	3,00	2,92	4,10	8,14	6,60	5,60	3,00	-0,473
	S	0,254	0,137	0,099	0,228	0,044	0,267	2,288	14,123
	C	4,85	1,71	1,83	1,40	0,50	3,17	18,01	1,46
V5	X <sub>sr</sub>	3,64	3,17	4,34	8,75	6,71	5,98	7,41	-0,505
	max	4,30	3,54	4,66	9,65	6,77	6,40	10,00	-0,524
	min	3,08	2,92	3,96	8,29	6,62	5,60	5,00	-0,492
	S	0,375	0,153	0,145	0,424	0,041	0,204	1,546	9,2427
	C	5,55	2,63	2,03	2,18	0,44	2,57	11,33	1,46

Prilikom analize utvrđene su velike varijacije u temperaturi otkupnog mleka od 3°C do 22°C i to kod svih linija, što svakako utiče na higijenski kvalitet mleka i na ukupni broj bakterija u mleku. Rezultati određivanja tačke mržnjenja su pokazali da procenat dodate vode u mleku iznosi 0 do 5,42% i to sa vrlo visokim procentom varijacije. Dodata voda konstatovana je kod 285 uzoraka (39,58%) što ukazuje na veliku prisutnost falsifikovanja mleka od strane proizvođača. Skrining metodom kod svih uzoraka mleka nije utvrđeno prisustvo beta laktamskih antibiotika.

Kod bakteriološke kontaminacije mleka utvrđene su statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) između svih ispitivanih varijanti, pri čemu su najbolji rezultati dobijeni sa većih farmi (V3), gde je prosečni broj mikroorganizama iznosio 148.909/ml, dok su najlošiji

rezultati dobijeni u ohridsko-struškom regionu sa prosečnim brojem mikroorganizama od 15.233.222/ml.

Tabela 3. Prosečan broj mikroorganizama i somatskih ćelija u kravljem mleku  
*Table 3. Average number of microorganisms and somatic cells in cow's milk*

Varijante/ <i>Variants</i>		Ukupan br. mikroorganizama/ <i>Total number of microorganisms</i>	Ukupan br. somatskih ćelija/ <i>Total somatic cells count</i>
V1	X <sub>sr</sub>	8.223.268	662.773
	max	42.000.000	1.935.000
	min	867.000	122.000
	s	5.898.834	237.426
	c	60,67	31,75
V2	X <sub>sr</sub>	10.474.611	688.792
	max	70.000.000	1.935.000
	min	594.000	220.000
	s	9.459.527	249.614
	c	68,96	31,05
V3	X <sub>sr</sub>	148.909	511.194
	max	1.003.000	865.000
	min	15.000	201.000
	s	177.743	148.026
	c	92,17	28,05
V4	X <sub>sr</sub>	15.233.222	689.944
	max	67.000.000	1.030.000
	min	4.000.000	304.000
	s	13.831.098	195.985
	c	59,52	22,71
V5	X <sub>sr</sub>	9.595.358	785.282
	max	31.000.000	2.555.000
	min	3.000.000	328.000
	s	6.600.454	476.640
	c	54,73	43,33

Godišnji prosek broja somatskih ćelija koji ukazuje na higijenski kvalitet mleka i status zdravlja životinje bio je prilično velik i iznosio 650.051/ml (min. 122.000/ml i max. 2.555.000/ml). Najveći broj somatskih ćelija utvrđen je u skopsko-kumanovskom regionu (V5) – 805.972/ml, a najmanje vrednosti kod veće farme (V3) – 511.194/ml. Od svih uzoraka mleka samo 106, odnosno 14,56% zadovoljavaju standarde, a svi ostali uzorci (85,42%) ukazuju da veći broj krava u stadu imaju upalu vimena (tabela 4).

Iz tabele 5. možemo konstatovati da samo 11% svih uzoraka mleka zadovoljava standarde EU, odnosno spada u ekstra klasu prema Uredbi (Sl. list, 2002). Kod većih

farmi (V3) utvrđen je najveći udeo mleka (54,9%) sa brojem mikroorganizama manjim od 100.000/ml. Kod svih ostalih farmi taj procenat je prilično mali, a pri tome 76,3% svih uzoraka mleka ima više od 3.000.000 mikroorganizama. Tako visoki udeo uzoraka sa visokim brojem mikroorganizama ukazuje na loš higijenski kvalitet mleka, koji je u stvari osnovni pokazatelj higijenskih uslova u proizvodnji mleka (Kirin, 2001), dok u Evropkoj Uniji 95% proizvođača mleka ispunjava uslove u odnosu na međunarodne standarde higijenske ispravnosti mleka (Bosnić, 2003).

Tabela. 4. Distribucija uzoraka mleka u odnosu na broj somatskih ćelija  
*Table 4. Distribution of milk samples with regard to somatic cells counts*

Varijante/ <i>Variants</i>	Broj uzoraka/ <i>No of samples</i>	< 100.000/ml		> 100.000/ml	
		(n)	%	(n)	%
Total	727	106	14,58	621	85,42
V1	216	25	16,63	173	87,37
V2	288	33	11,46	255	88,54
V3	144	33	22,92	111	77,08
V4	36	3	8,53	33	91,67
V5	43	8	18,61	35	81,39

Tabela 5. Distribucija uzorka mleka su odnosu na broj mikroorganizama u mleku  
*Table 5. Distribution of milk samples with regard to total bacterial counts number of microorganisms in milk*

Varijante/ <i>Variants</i>	Ekstra klasa/ <i>Extra class</i>		I klasa/ <i>I class</i>		II klasa/ <i>II class</i>		III klasa/ <i>III class</i>		Ostalo/ <i>Other</i>	
	(n)	%	(n)	%	(n)	%	(n)	%	(n)	%
Uk.br./tot. no. (727)	80	11,0	58	7,98	23	1,51	11	1,51	555	76,3
V1 (216)	0	0	0	0	5	2,31	5	2,31	206	95,4
V2 (288)	0	0	0	0	11	3,82	6	2,08	271	94,1
V3 (144)	79	54,9	58	40,3	6	4,17	0	0	0	0
V4 (36)	3	8,33	13	36,1	15	38,9	5	12,1	0	0
V5 (43)	0	0	10	23,3	23	53,5	8	18,6	2	4,65

Na osnovu dobijenih rezultata za somatske ćelije i broj mikroorganizama može se zaključiti da je postojeće stanje zabrinjavajuće i da bi trebalo posvetiti puno veću pažnju higijenskom kvalitetu mleka i upali vimena.

Pri tome moramo naglasiti da se kontrola kvaliteta mleka nažalost sprovodi samo od strane velikih mlekarar, dok najveći broj malih zanatskih mlekarar ne poštuje sve zahteve važeće Uredbe. Mleko se kod malih mlekarar još uvek otkupljuje i plaća na osnovu količine i % mlečne masti, dok se mikrobiološki kvalitet mleka ne kontroliše i ne stimuliše. Različit pristup valorizaciji mleka u Makedoniji dovodi do niza problema i

nelojalne konkurencije koja i te kako utiče na proizvodnju kvalitetnih i bezbednih mlečnih proizvoda koji bi bili konkurentni na domaćem i stranom tržištu. Valorizacija mleka na osnovu mlečne masti nije osnova za ekonomsku proizvodnju i dobijanje kvalitetnih proizvoda. Praksa je pokazala da proteini i te kako utiču na povećanje vrednosti proizvoda (hranljivost i randman), ali ipak dolazi do ekonomskih gubitaka ako je mleko lošeg bakteriološkog kvaliteta. To je jedan od razloga zbog koga treba uvesti kontrolu higijenske ispravnosti sirovog mleka kao parametar u sistemu plaćanja, kao i stimulaciju proizvođača mleka za proizvodnju što boljeg bakteriološkog kvaliteta mleka.

Višestruka važnost higijenskog kvaliteta mleka može se uvideti i iz zakonske odredbe EU sa direktivom 92/46, koja je krajnje dopunjena Regulativom 853 iz 2004 godine. Sledeći evropsko zakonodavstvo, donošenjem novih regulativa o kvalitetu mleka i uslova dobijanja mleka, Makedonija će pokazati da radi na unapređenju i poboljšanju kvaliteta mleka i da je spremna nastupiti na konkurentno međunarodno tržište. Uključenje higijenskog kvaliteta sirovog mleka u sistem plaćanja mleka predstavlja delotvoran način unapređenja njegovog kvaliteta, a time i uslova proizvodnje koji taj kvalitet omogućavaju i osiguravaju. Stoga možemo reći da ovo ima svoju razvojnu i odgajivačku ulogu u savremenom mlekarstvu.

## ZAKLJUČAK

Na bazi dobijenih rezultata ispitivanih parametara mleka na teritoriji Makedonije sa 5 različitih otkupnih regiona u toku jedne godine, može se zaključiti da postoje značajne razlike u hemijskom sastavu i higijenskom kvalitetu mleka. Upoređivanjem dobijenih rezultata sa Uredbom koje je doneta 2002. godine utvrđeno je da većina farmi ne zadovoljava propisane standarde. Za sve analizirane parametre hemijskog sastava mleka, osim proteina, utvđene su značajne razlike između pojedinih otkupnih regiona. Prosečne vrednosti sadržaja mlečne masti i proteina nisu odstupale od graničnih vrednosti propisanih Pravilnikom. Sadržaj suve materije bez masti u 17,27% od ukupno ispitanih uzoraka bio je ispod propisanih 8,5%, što je posledica manjeg sadržaja laktose (4,38%) i nešto manje količine proteina (3,18%). Ovi rezultati ukazuju da postoji veliki problem sa povećanjem broja somatskih ćelija u mleku i nižeg sadržaja proteina što je rezultat neizbalansiranih obroka u ishrani mlečnih krava.

Najveće odstupanja utvrđena su za ukupan broj mikroorganizama i somatskih ćelija i to na svim relacijama, što potvrđuju i utvrđene signifiakantne razlike. Tako je npr. za sve regione izuzev velike farme utvrđeno da ne zadovoljavaju evropske standarde za higijenski kvalitet mleka. Prema broju somatskih ćelija može se konstatovati da je ispitivanih uzoraka u kojima je broj somatskih ćelija veći od 400.000/ml bio: Bitolj –88,54%, Struga–Ohrid – 91,67%, Skoplje–Kumanovo – 87,37% i velike farme 77,08%.

Na osnovu dobijenih rezultata za broj somatskih ćelija i ukupan broj mikroorganizama, može se zaključiti da je utvrđeno stanje zabrinjavajuće i da bi trebalo posvetiti puno veću pažnju higijenskom kvalitetu mleka i upali vimena.

Na kraju bi samo još jedanom ponovili da higijenski kvalitet sirovog mleka i njegova valorizacija imaju višestruku važnost u mlekarstvu kojim ekonomski interes ostvaruju i proizvođači i prerađivači mleka. Proizvođači mleka to ostvaruju kroz cene mleka, dok prerađivači dobijaju sigurnost u proizvodnji, veću iskorišćenost mleka (prinos proizvoda) i poboljšanje kvaliteta i trajnosti gotovih proizvoda.

## LITERATURA

- BOSNIĆ, P.: Svjetska proizvodnja i kvalitet kravljeg mleka. *Mljekarstvo*, 1. 37–50 (2003).
- DRAŽETIĆ, D., ANTUNAC, N., SAMARŽIJA, D., KALIT, S.: Kvaliteta mlijeka pojedinih otkupnih područja u Republici Hrvatskoj. *Mljekarstvo*, 53 (3)227–234(2003).
- DORĐEVIĆ, J.: Mleko. Beograd,(1987).
- GOLC-TEGER S.: Kriteriji mjerenja kvalitete u mljekarstvu. *Mljekarstvo*, 39 (10)255–260(1989).
- HAVRANEK, J. , RUPIC, V.: Mlijeko od farme do mljekare. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb (2003).
- KIRIN, S.: Higijenska kakvoća sirovog mlijeka u svjetlu zakonskih propisa. *Mljekarstvo* 51 (1)49–60(2001).
- KUCZAJ, M.: Interrelations between year season and raw milk hygienic quality indices. *Electronic journal of Polish agricultural universities. Volume 4 Issue 1* (2001).
- NIKETIĆ, G., RAKIĆ, M.: Parametri i metode ocenjivanja kvaliteta mleka. *Prehrambena industrija*, (1 – 2)98–100(2004).
- RAJKOVIĆ, Z.: Mleko – stručno poslovni informator br. 8.(2003).

## MILK HYGIENE AND QUALITY IN R. OF MACEDONI IN ACCORDANCE WITH LEGISLATION

SONJA SRBINOVSKA

### Summary

In collected milk samples in the Republic of Macedonia, a chemical composition and hygienic quality are analysed. The milk quality is accomplished thru a period of one year i.e. after the Regulation on raw milk quality (2002) was in force. The goal of the investigation was to define share of the milk samples which are in accordance with european standards and criteria issued in Macedonian Regulation. Average composition of fat, protein, lactose and total solids non fat were (3,62%; 3,18%; 4,38% and 8,73%), while the amount of analysed milk samples are lower (2,48%, 5,39%, 94,1% i 17,25) than those stated by the Regulation for raw milk payment sistem. Milk hygiene quality i.e somatic cells and microorganismas are not satisfied for considerably large number of samples (85,5% and 89,0%). Only in the big dairy farms number of microorganismas in raw milk was 54,9% in accordance with EU regulations. Intrduction of milk hygiene quality in a payment system of each dairy plant and following a strict basic procedures in milk production, certainly will result in improvement of milk quality.

**Key words:** milk, chemical composition, milk hygiene

## POREĐENJE RASTA PROBIOTSKIH BAKTERIJA U MLEKU RAZLIČITOG POREKLA

RAJKA BOŽANIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD:* U radu je ispitivan rast probiotskih bakterija *Lactobacillus acidophilus* La5 i *Bifidobacterium lactis* Bb12 u komercijalnom kravljem, kozjem i sojinom mleku. Fermentacija je obavljena na 37°C do približno pH-vrednosti 4,6. Bifidobakterije su najbolje rasle u sojinom mleku gde je fermentacija bila dvostruko kraća nego u kozjem i kravljem mleku. S druge strane, laktobacili su mnogo bolje rasli u kravljem, a najbolje u kozjem mleku, dok je njihov broj u sojinom mleku na kraju fermentacije ostao na nivou inokulacije.

**Ključne reči:** mleko: kravlje, kozje, sojino, fermentacija, bifidobakterije, laktobacili.

### UVOD

U poslednje vreme ljudi sve više pažnje posvećuju kvalitetu hrane. Osim visoke nutritivne vrednosti namirnica, sve je važnija i njihova potencijalna zdravstvena vrednost, odnosno blagotvorno delovanje na zdravlje potrošača. U skladu s tim, velika je uloga napitaka proizvedenih fermentacijom probiotskim bakterijama. Probiotske bakterije preživljavaju u probavnom traktu ljudi, podstiču aktivnost probavnih enzima, smanjuju aktivnost štetnih enzima (koji mogu imati i potencijalni kancerogeni efekat), obnavljaju crevnu mikrofloru (koja je često oslabljena usled bolesti, pada imuniteta ili stresa). Od probiotskih bakterija najčešće se koriste *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium* spp.

U zavisnosti od vrste mleka od kojeg se proizvode, fermentisani napici imaju različite karakteristike. Kravlje mleko je najpopularnije mleko životinjskog porekla i sve ostale vrste mleka upoređuju se s njim kao s referentnim mlekom. Od ostalih vrsta mleka životinjskog porekla za proizvodnju fermentisanih napitaka najčešće se koristi kozje mleko. Iako su prema učešću osnovnih sastojaka ova dve vrste mleka vrlo slične, ipak između njih postoje bitne razlike. Masne globule kozjeg mleka su manje i ima ih više u odnosu na masne globule kravljeg mleka. Kozje mleko, ima veće učešće masnih kiselina kratkog lanca, esencijalnih aminokiselina i rastvorljivih mineralnih materija. Kazeinske micelle kozjeg mleka takođe su manje u odnosu na micelle kravljeg mleka. Kozje mleko

---

Originalni naučni rad / *Original scientific paper*

<sup>1</sup> dr Rajka Božanić, vanredni profesor, Prehrambeno-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, RH; rbozan@pbf.hr

sadrži više proteina surutke i nešto veću količinu slobodnih aminokiselina, a naročito slobodnih esencijalnih amino kiselina. Dok je u kravljem mleku  $\alpha_{s1}$ -kazein glavna frakcija kazeina, u kozjem mleku je to  $\beta$ -kazein. Kozje mleko sadrži veću količinu mineralnih materija od kravljeg mleka, naročito kalijuma i hlorida, pa je zbog toga njegov ukus blago slan. Ono je izvrstan izvor biorazgradivog kalcijuma, fosfora i magnezijuma jer sadrži veće količine tih materija u rastvorljivom obliku u odnosu na kravlje. Kozje mleko je lakše svarljivo u odnosu na kravlje. Osim toga, ima jače izražene baktericidne i imunološke osobine pa se koristi u dijetetske i terapijske svrhe (Božanić i sar., 2002).

Sojino mleko je najpopularnije biljno mleko. Iako je ono već dugi niz godina tradicionalno prisutno na istoku, danas ima sve veću ulogu i u zapadnim zemljama gde je namenjeno populaciji koja ne može da konzumira kravlje mleko, bilo da je intolerantna na laktozu, alergična na proteine mleka ili ne konzumira namirnice životinjskog porekla iz ubeđenja. Sojino mleko je po sastavu potpuno različito od mleka životinjskog porekla. To je vodeni ekstrakt sojinog zrna ili fina emulzija sojinog brašna odnosno izolovanih sojinih proteina u vodi. Sojino mleko obično sadrži više vode od kravljeg mleka, a i ostali sastojci se znatno razlikuju. Proteine kravljeg mleka čini pretežno kazein, a proteine sojinog mleka čini pretežno glicinin i u manjoj meri neke druge proteinske frakcije. Ugljeni hidrati u kravljem mleku se nalaze isključivo u obliku laktoze, dok se u sojinom mleku uz saharozu nalaze i oligosaharidi: stahioza i rafinoza. Sojino mleko sadrži znatno manju količinu kalcijuma i fosfora, ali je bogato gvožđem. Ono takođe sadrži dijetalna vlakna, a nema holesterol ni laktozu. Obe vrste mleka sadrže puno proteina s kompletnim rasponom potrebnih aminokiselina, ali u različitim količinama. Zanimljivo je da je izoelektrična tačka sojinih proteina vrlo bliska izoelektričnoj tački kazeina i iznosi oko 4,2–4,6 (Božanić, 2006).

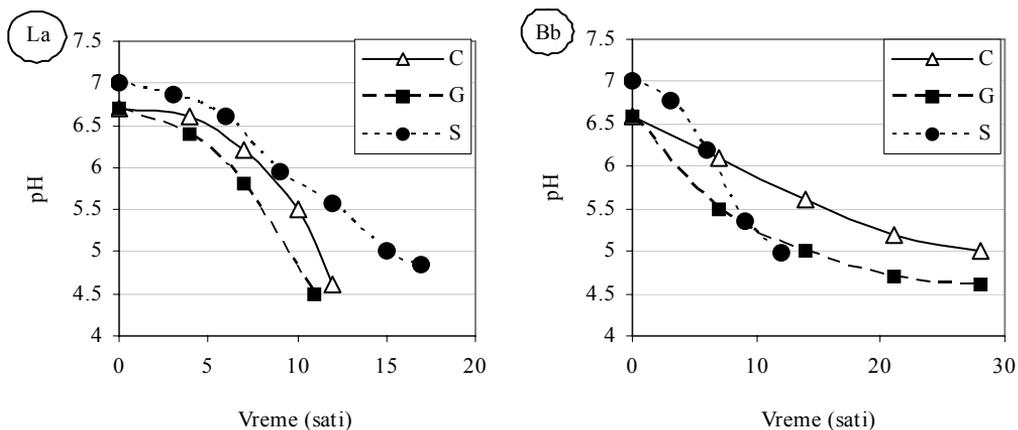
Obzirom na različit sastav ove tri vrste mleka svrha ovog rada je bila da se ispita rast odabranih sojeva kultura probiotskih bakterija u kravljem, kozjem i sojinom mleku.

## MATERIJAL I METOD RADA

U radu je korišćeno komercijalno dugotrajno kravlje (C), kozje (G) i sojino (S) mleko. Fermentacija mleka je obavljena na 37°C s probiotskim bakterijama *Lactobacillus acidophilus* La5 i *Bifidobacterium lactis* Bb12 (Chr. Hansen's Lab. Danska) do pH vrednosti oko 4,6. Mleko je inokulisano s 2% DVS kulture prema uputstvu proizvođača. Tokom fermentacije praćena je promena pH-vrednosti mleka i broja živih ćelija bakterija. Pri tome su korišćene standardne mikrobiološke metode zasejavanja decimalnih razređenja na hranjivu MRS podlogu (Biolife, Milano). Inkubacija zasejanih podloga obavljena je na 37°C/3 dana, anaerobno za *Bifidobacterium lactis* a mikroaerofilno za *Lactobacillus acidophilus*. Anaerobni uslovi postignuti su korišćenjem anaerobnih lonaca s Anaerogenom (Oxoid Limited, Hampshire, England), a mikroaerofilni uslovi postignuti su prelivanjem zasejanog i ohlađenog MRS agara još jednim slojem agara. Svaka fermentacija je ponovljena tri puta, a rezultati su prikazani kao srednje vrednosti.

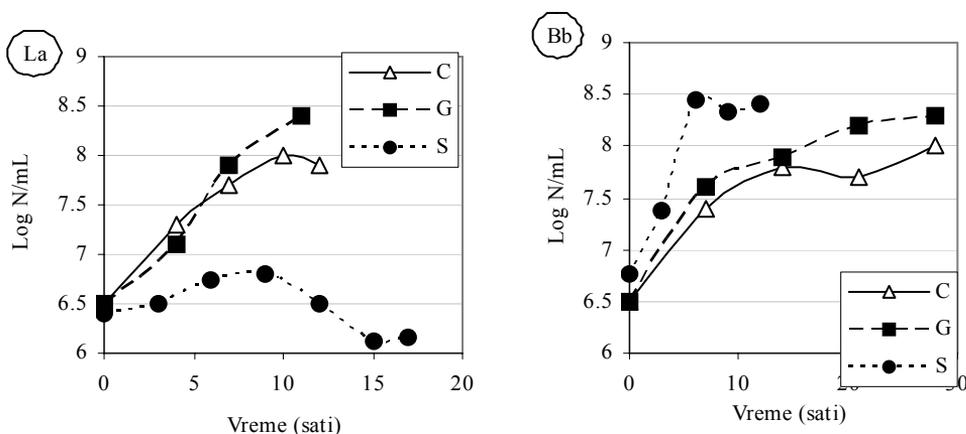
## REZULTATI I DISKUSIJA

Promena pH-vrednosti kravljeg, kozjeg i sojinog mleka tokom fermentacije kultura mikroorganizama La5 i Bb12 prikazana je na slici 1, a promena logaritma broja živih ćelija bakterija u 1 mL uzorka na slici 2.



Slika 1. Promena pH-vrednosti kravljeg (C), kozjeg (G) i sojinog (S) mleka tokom fermentacije pri 37 °C s *Lactobacillus acidophilus* La5 (La) i *Bifidobacterium lactis* Bb12 (Bb)

Fig. 1. Change of pH-value during fermentation of cow's (C), goat's (G) and soymilk (S) at 37 °C with *Lactobacillus acidophilus* La5 (La) and *Bifidobacterium lactis* Bb12 (Bb)



Slika 2. Promena logaritma broja *Lactobacillus acidophilus* La5 (La) i *Bifidobacterium lactis* Bb12 (Bb) tokom fermentacije kravljeg (C), kozjeg (G) i sojinog (S) mleka pri 37 °C

Fig. 2. Viable cell count of *Lactobacillus acidophilus* La5 (La) and *Bifidobacterium lactis* Bb12 (Bb) during fermentation of cow's (C), goat's (G) and soymilk (S) at 37 °C

U zavisnosti od vrste korišćenog mleka i kulture mikroorganizama, vreme fermentacije bilo je različito. Već iz vremena fermentacije vidljiva je značajna razlika između biljnog mleka (sojino mleko) i mleka životinjskog porekla (kozje i kravlje mleko). Fermentacija sojinog mleka s *Bifidobacterium lactis* Bb12 bila je dvostruko kraća (12 sati), a fermentacija s *Lactobacillus acidophilus* La5 oko 5 sati duža (17 sati) u poređenju sa fermentacijom kravlje i kozjeg mleka. Bifidobakterije su dobro rasle u sve tri vrste mleka (slika 2), a najbolje u sojinom mleku gde su na kraju fermentacije dostigle broj  $2,53 \times 10^8$  cfu/mL.

Bifidobakterije mogu dobro da asimiluju oligosaharide kao izvor energije zahvaljujući  $\alpha$ - i  $\beta$ -galaktozidaznoj aktivnosti kojom se tokom fermentacije smanjuje sadržaj oligosaharida, a povećava sadržaj monosaharida u sojinom mleku (Hou i sar., 2000; Shimakawa i sar., 2003). Njihov rast nije limitiran niskom koncentracijom monosaharida, npr. arabinoze i glukoze, ni visokom koncentracijom oligosaharida rafinoze i stahioze koje su karakteristične za sojino mleko (Tsangalis i Shah, 2004). Osim toga, dokazano je da oralno uzimanje stahioze i rafinoze povećava populaciju bifidobakterija u ljudskom fecesu (Benno i sar., 1987). Međutim tokom fermentacije bifidobakterije za rast i razmnožavanje uglavnom koriste saharozu, značajno manje količine stahioze, i zanemarljivo malo fruktoze i rafinoze (Kwon i sar., 2002). Interesantno je da je udeo pojedinih šećera upravo takav u sojinom mleku: najviše ima saharoze (41–67% od ukupnih šećera), zatim stahioze (oko 12–35% od ukupnih šećera), a vrlo malo fruktoze i rafinoze (oko 5–16% od ukupnih šećera) (USDA, 2006). Bifidobakterije su sposobne da smanje nepoželjan ukus sirovog zrna, čije je uzročnik n-heksanal (Tsangalis i Shah, 2004).

S druge strane rast *Lactobacillus acidophilus* La5 u sojinom mleku je bio relativno loš (slika 2). U početku fermentacije došlo je do neznatnog porasta broja bakterija ( $\Delta \text{Log } N=0,4$ ), ali je već nakon devetog sata zapažen njihov pad, iako je pH-vrednost kontinualno lagano opadala. Nakon 17 sati fermentacije pH-vrednost se spustila sa 6,86 na 4,85, a broj živih ćelija bakterija je bio čak i malo niži nego u trenutku inokulacije. Istovremeno *Lactobacillus acidophilus* La5 je dobro rastao u kravljem, a naročito u kozjem mleku, gde se fermentacija završila nakon 12, odnosno 11 sati. Na kraju fermentacije kozjeg mleka broj živih ćelija bakterija *Lactobacillus acidophilus* La5 bio je najveći i iznosio je  $2,52 \times 10^8$  cfu/mL. Kozje mleko je bolja podloga za rast bakterija *Lactobacillus acidophilus* od kravlje mleka jer brže koaguliše, što je uslovljeno specifičnim hemijskim sastavom i strukturom kozjeg mleka (Novaković i sar., 1997). Prema Hebert-u i sar. (1998) bakterija *Lactobacillus acidophilus* uprkos svojoj  $\beta$ -galaktozidaznoj aktivnosti slabo raste u mleku. Razlog tome može biti vezan za nisku koncentraciju slobodnih aminokiselina i malih peptida u mleku. Obzirom da kozje mleko sadrži više manjih peptida od kravlje što bi mogao biti razlog boljeg rasta ove bakterije u kozjem mleku.

Uopšte kinetika zakišeljavanja kozjeg mleka različita je od one u kravljem mleku, pa pH-vrednost u kozjem mleku brže opada (Božanić i sar., 2001, Božanić i Tratnik, 2001). Slični rezultati su dobijeni i u ovom radu tokom fermentacija s *Lactobacillus acidophilus* La5 i *Bifidobacterium lactis* Bb12 u kravljem i kozjem mleku (slika 1). Obzirom da kozje mleko ima manji udeo  $\alpha$ s1-kazeina i veći udeo  $\beta$ -kazeina ono koaguliše brže, u odnosu na kravlje mleko, i daje mekši koagulum (Božanić i sar., 2004).

## ZAKLJUČAK

Vrsta mleka je značajno uticala na fermentaciju probiotskim bakterijama *Lactobacillus acidophilus* La5 i *Bifidobacterium lactis* Bb12. Sojino mleko je bilo pogodan supstrat za fermentaciju s *Bifidobacterium lactis* Bb12. Fermentacija sojinog mleka bila je dvostruko kraća, a broj bakterija nešto veći nego u kravljem i kozjem mleku. S druge strane *Lactobacillus acidophilus* La5 je mnogo bolje rastao u kravljem, a naročito u kozjem mleku, gde je fermentacija trajala 12, odnosno 11 sati, a broj živih ćelija bakterija na kraju fermentacije je iznosio  $7,94 \times 10^7$  odnosno  $2,52 \times 10^8$  cfu/mL. Tokom 17 sati fermentacije sojinog mleka, broj živih ćelija *Lactobacillus acidophilus* La5 ostao je na nivou koji je bio pri inokulaciji mleka ( $1,26 \times 10^6$  cfu/mL).

## LITERATURA

- BENNO, Y., ENDO, K., SHIRAGMAI, N., SAYANAMA, K., MITSUOKA, T.: Effect of raffinose on human fecal microflora, *Bifidobacteria microflora* 6, 59–63(1987).
- BOŽANIĆ, R.: Proizvodnja, svojstva i fermentacija sojinog mlijeka. *Mljekarstvo*, 56(3), 233–254(2006).
- BOŽANIĆ, R., ROGELJ, I., TRATNIK, LJ.: Fermented acidophilus goat's milk supplemented with inulin: comparison with cow's milk. *Milchwissenschaft*, 56(11), 618–622(2001).
- BOŽANIĆ, R., TRATNIK, LJ.: Quality of Cow's and Goat's Fermented Bifido Milk during Storage. *Food Technology and Biotechnology*, 39(2), 109–144(2001).
- BOŽANIĆ, R., TRATNIK, LJ., DRGALIĆ, I.: Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti. *Mljekarstvo*, 52(3)207–237(2002).
- BOŽANIĆ, R., TRATNIK, LJ., HERCEG, Z., MARIĆ, O.: The influence of milk powder, whey protein concentrate and inulin on the quality of cow and goat acidophilus milk. *Acta Alimentaria*, 33(4)337–346(2004).
- HEBERT, E. M., FERNANDEZ MURGA, M. L. DE VALDEZ, G. F., DE GIORI, G. S.: Proteolysis plays a key role for the growth of *Lactobacillus acidophilus* in milk. *Milchwissenschaft*, 53(4)184–190(1998).
- HOU, J. W., YU, R. C., CHOU, C. C.: Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. *Food Res. Int.* 33,393–397(2000).
- KWON, B., KIM, Y. B., LEE, J. H., CHUNG, D. K., JI, G. E.: Analysis of Sugars and  $\alpha$ -galactosidase activity activity during soymilk fermentation by bifidobacteria. *Food Sci. Biotechnol.* 11 (4)389–391(2002).
- NOVAKOVIĆ, P., KORDIĆ, J., SLAČANAC, V., MOSLAVEC, T.: Reološke promjene kozjeg i kravljeg mlijeka tijekom fermentacije bakterijom *Lactobacillus acidophilus*. *Mljekarstvo*, 47(2)93–101(1997).
- SHIMAKAWA, Y., MATSUBARA, S., YUKI, N., IKEDA, M., ISHIKAWA, F.: Evaluation of *Bifidobacterium breve* strain Yakult-fermented soymilk as a probiotic food. *Int. J. Food Microbiol.* 81,131–136(2003).

TSANGALIS, D., SHAH, N. P.: Metabolism of oligosaccharides and aldehydes and production of organic acid in soymilk by probiotic bifidobacteria. *Int. J. Food Sci. Technol.* 39,541-554(2004).

USDA, U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA Nutrient Database for Standard Reference, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>, pristupljeno 29.3.2006(2006).

## **GROWTH OF PROBIOTIC BACTERIA IN DIFFERENT MILK TYPES**

RAJKA BOŽANIĆ

### **Summary**

In this paper growth of probiotic bacteria, *Lactobacillus acidophilus* La5 and *Bifidobacterium lactis* Bb12, in commercial cow's, goat's and soymilk was investigated. Fermentation was conducted at 37 °C to till achieved approximately pH 4.6. Growth of bifidobacteria was the best in soymilk and fermentation was two times shorter than in goat's and cow's milk. On the other side, lactobacilli grew much better in cow's milk, and especially in goat's milk, while their viable count in the end of soymilk fermentation was on inoculation level.

**Key words:** milk: cow's, goat's, soymilk, fermentation, bifidobacteria, lactobacili.

## POTENCIJALI PRIMENE DOPUNSKIH KULTURA U PROIZVODNJI SIREVA

DRAGOJLO OBRADOVIĆ, DRAGOSLAVA RADIN, ZORICA RADULOVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Mikroorganizmi imaju ključnu ulogu u toku proizvodnje i zrenja sireva. U tim procesima velika pažnja se poklanja izboru starter kultura, ali se često zaboravlja aktivnost takozvane sekundarne mikroflore koja je specifično vezana za određena svojstva pojedinih vrsta sireva. Ta mikroflora može da posluži kao potencijalni izvor sojeva koji bi ulazili u sastav takozvanih «dopunskih» kultura čija je funkcija poboljšanje senzornih osobina i skraćanje zrenja sireva. U dopunske kulture mogle bi da spadaju i one koje sadrže sojeve koji sintetišu bakteriocine u cilju sprečavanja razvića neželjene mikroflore ili koji ubrzavaju proces liziranja ćelija čime se oslobađa veliki broj intracelularnih enzima bitnih za procese zrenja. Isto tako i primena probiotika u proizvodnji sireva privlači sve veću pažnju, jer su se sirevi pokazali kao dobri vektori za prenos probiotika.*

**Ključne reči:** dopunske kulture, sekundarna mikroflora, autoliza, probiotik, zrenje sira

### UVOD

Savremena proizvodnja sireva je strogo kontrolisan proces u kome se koristi pasterezovano mleko pri čemu se posebna pažnja poklanja higijensko sanitarnim uslovima. Pa ipak, i pored svih preduzetih mera, u siru je uvek prisutna nestarterska mikroflora koja pripada bakterijama mlečne kiseline, mikrokokama i u manjoj meri enterokokama (Fitzsimons i sar., 2001). Ovde se najčešće radi o heterofermentativnim mezofilnim laktobacilima i najčešće izolovane vrste su *L. casei*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. curvatus*, a od pediokoka najčešće su prisutne vrste *Pediococcus acidilactici* i *Pediococcus pentosaceus*. Poznato je da se maksimalne vrednosti broja ćelija starter kultura postižu prvog dana proizvodnje, a da te vrednosti vremenom opadaju, tako da na primer kod čedar sira posle mesec dana, nakon uginuća i autolize ćelija startera, dolazi do intenzivnog povećanja nestarterske mikroflore koja postaje dominantna (Beresford i sar., 2001). Ispitivanja su pokazala da ovi mikroorganizmi mogu da dovedu do intenzivnijeg razvoja karakterističnih senzornih svojstava kao što su ukus i miris, ali takođe i do pogoršanja

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Dr Dragojlo Obradović, redovni profesor; dr Dragoslava Radin, vanredni profesor; mr Zorica Radulović, asistent; Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet

navedenih osobina (Broadbent i sar., 2003). Imajući u vidu da proizvođači sireva ulažu velike napore kako bi unapredili kvalitet, standardizovali proizvodnju i po mogućnosti skratili period zrenja, u tom smislu kao jedno od rešenja nametnula se primena dopunskih kultura, odnosno selekcionisanih sojeva, koji imaju za cilj preventivno poboljšanje senzornih osobina (El Soda i sar., 2000). Međutim, u sastav dopunskih kultura mogu doći i sojevi koji produkuju bakteriocine koji imaju zadatak da spreče razviće neželjene mikroflore ili koji ubrzavaju lizu ćelija starter kultura i time oslobađaju intracelularne enzime vitalne za zrenje sireva (Pelarez i Requena, 2005). Kada je u pitanju primena probiotika u sirarstvu tu stvari, za razliku od fermentisanih napitaka, nisu dovoljno ispitane. Imajući u vidu pH sireva, oksidoredukcioni potencijal, hemijski sastav, strukturu i puferska svojstva, neosporno je da sirevi mogu biti dobri vektori za prenos probiotika. Međutim, trenutno je suviše mali broj sireva sa probioticima na tržištu, ali zato podaci dobijeni na osnovu eksperimenata deluju ohrabrujuće, pa iz tih razloga primena probiotika kao dopunskih kultura u sirarstvu predstavlja oblast koja sigurno ima perspektivu (Obradović i sar., 2004). Imajući u vidu sve što je navedeno ovaj rad ima za cilj da ukaže na buduće pravce primene dopunskih kultura u sirarstvu i da istakne višestruku korist od njihove primene.

### **Poreklo i značaj nestarterske mikroflore**

Poreklo nestarterske mikroflore može biti višestruko. Prisustvo ovih mikroorganizama može da bude posledica kontaminacije pasterizovanog mleka sa florom iz vazduha, prisustva termorezistentnih vrsta, ali najčešće se smatra da se nalaze u biofilmovima na površinama koje dolaze u kontakt sa mlekom, a koji su rezistentni na pranje i dezinfekciju, čime se omogućava preživljavanje mikroflore (Somers i sar., 2001). Pored sireva proizvedenih na industrijski način, potencijalni izvori navedene flore predstavljaju i autohtoni fermentisani mlečni proizvodi (Martinović i sar., 2005, Radulović i sar., 2006, Obradović i Radin, 2006). Nestarterski mikroorganizmi zahtevaju energiju za svoj rast, ali kako je laktoza u siru posle određenog vremena transformisana, očigledno da im laktoza nije glavni izvor energije, pogotovo ako se zna da se njihovo prisustvo u toj fazi zrenja povećava. Pretpostavlja se da ovi mezofilni laktobacili poseduju enzime koji omogućavaju korišćenje šećera iz kazeina i glikoproteina masnih kapljica, a drugi izvori energije u zrelih sirevima predstavljaju i metaboliti bakterija kao što su peptidi i amino-kiseline (Williams i sar., 2000). Ispitivanja su pokazala da su sirevi proizvedeni sa mezofilnim laktobacilima imali superioran ukus i miris u poređenju sa kontrolnim sirevima (Lynch i sar., 1996). Prisustvo laktobacila dovelo je do povećane koncentracije malih peptida i amino kiselina. Do istih rezultata došlo se i u proizvodnji čedra sa manjim procentom masti (Drake i sar., 1997). Iz ovih ispitivanja, a i brojnih drugih proizlazi da su dopunske kulture bolje rešenje za poboljšanje arome i ubrzanje zrenja sireva u poređenju sa primenom enzima, povišenim temperaturama zrenja ili izmenom tehnološkog procesa, tim pre što se radi o bakterijama mlečne kiseline, odnosno o selekcionisanim sojevima čija je aktivnost prethodno ispitana, tako da mogu da se primenjuju kao definisane kulture. U tom smislu danas se poklanja velika pažnja sojevima koji bi mogli da se koriste kao dopunske kulture i to prvenstveno njihovoj peptidaznoj i esteraznoj aktivnosti, odnosno njihovim enzimskim profilima (El Soda i sar., 1999). Praksa je pokazala da samo sojevi sa izraženom peptidaznom, dobrom razgradnjom hidrofobnih aminokiselina, a

slabom acidogenom aktivnošću, dovode do redukcije gorkog ukusa, a samim tim povoljno utiču na senzorna svojstva. Kao drugi kriterijum selekcije mogla bi da posluži i autolitička sposobnost koja omogućava oslobađanje intracelularnih peptidaza, a samim tim i veći sadržaj slobodnih amino kiselina, odnosno smanjen sadržaj tzv. gorkih peptida (Hannon i sar., 2003).

### **Produkcija bakteriocina od strane nestarterske mikroflore**

Produkcija bakteriocina je jedna od najispitivanijih osobina bakterija mlečne kiseline (Obradović, 1998; Twomey i sar. 2002). Međutim, primena sojeva koji produkuju bakteriocine kao dopunskih kultura tek od skora privlači pažnju (Salami i sar., 2004). Poznato je da bakteriocini mogu biti iskorišćeni u prevenciji trovanja hranom ili kvarenja hrane i najbolji primer za ovo je antibiotik nizin. Ta aktivnost se ne ograničava samo na bakterije, već i na kvasce i pokazano je da bakteriocin soja *L. paracasei subsp. paracasei*, korišćenog kao starter, sprečava razviće *Candida albicans*, *Candida pseudointermedia*, *Candida blankii* i *S. cerevisie* (Atanasova i sar., 2003). Isto tako, soj *L. paracasei subsp. paracasei* izolovan iz čedra, koji je posedovao odličan ukus i miris, korišćen je za proizvodnju čedra u kombinaciji sa sojem koji je proizvodio bakteriocin lakticin 3147. Kako je navedeni izolovani soj bio rezistentan na pomenuti bakteriocin, došlo je do njegove dominacije u toku celog toka zrenja (Ryan i sar., 2001). Eksperiment je izveden sa liofilizovanim koncentrovanim kulturama, čime je podvučen značaj navedenih kultura (Obradović i sar., 1992, Obradović i Ilić, 1996).

Sposobnost ćelija startera da autoliziraju je od posebnog značaja, jer se na ovaj način oslobađaju intracelularni enzimi vitalni za zrenje. Međutim, upotreba bakteriocina u cilju indukovanja lize bakterija mlečne kiseline je sasvim novi pristup u ubrzanju zrenja sireva i kontrolisanom formiranju arome. Većina bakteriocina bakterija mlečne kiseline iskazuje svoju aktivnost utičući na propustljivost citoplazmatične membrane, što dovodi do gubitka vijabilnosti ćelija. Pored toga, neki bakteriocini dovode do lize ćelija bakterija (Martinez-Costa i sar., 2000). Sigurno je da ova oblast zahteva dodatna istraživanja koja bi obuhvatila aktivnost enzima koji transformišu aminokiseline u liziranim ćelijama kao, i uticaja različitih faza liziranja ćelije na delovanje intracelularnih enzima.

### **Probiotici kao dopunske kulture u sirarskoj proizvodnji**

Primena probiotika u proizvodnji sireva privlači sve veću pažnju (Gardiner i sar. 1999, Obradović i sar., 2003). Neosporna je činjenica da pH, sadržaj masti, oksidoredukcionni potencijal i uslovi skladištenja predstavljaju solidan preduslov za produženu vijabilnost ćelija probiotika u određenim sirevima. Kod sireva se pH kreće u rasponu 4,8–5,6 što je bitna razlika u odnosu na fermentisana mleka gde je pH 3,7–4,3 što opet, s druge strane, pogoduje preživljavanju probiotika, a naročito bifidobakterija koje su veoma senzitivne na povećanje kiselosti. Isto tako, zrenje polutvrdih i tvrdih sireva, koje traje nekoliko nedelja ili meseci, odvija se pod skoro anaerobnim uslovima, što pogoduje mikroaerofilnim i anaerobnim ćelijama probiotika. Pored toga, struktura sirnog testa, kao i relativno visok sadržaj masti, doprinose boljoj zaštiti probiotika prilikom prolaska kroz gastrointestinalni trakt. Ispitivanja u proizvodnji edamskog sira sa kulturama FD-DVS DCC-240 (CHR. Hansen) i probiotske kulture FD DVS BB-12 *Bifidobacterium lactis* (CHR. Hansen) i FD

DVS La 5 *Lactobacillus acidophilus*, (CHR. Hansen) su pokazala da je stepen preživljavanja ćelija probiotika u prvih 120 dana bio veći od  $10^6$  cfu/g, čime su apsolutno ispunjeni kriterijumi o minimalnoj koncentraciji probiotika koja dovodi do željene probiotske aktivnosti, a da pri tome nije došlo do odstupanja od standardnog ukusa i mirisa. Ne sme se izgubiti iz vida međusobni uticaj probiotika i starter kultura, a stepen interakcija prvenstveno zavisi od momenta dodavanja probiotika, odnosno da li se oni dodaju pre ili posle fermentacije. Ako se ima u vidu tehnološki proces proizvodnje svežih sireva, može se reći da ovi sirevi predstavljaju više nego pogodne vektore za prenos probiotika. Navedeni sirevi nemaju zrenje, čuvaju se na temperaturama hlađenja, rok trajanja je relativno kratak. Prema tome, jasno je da primena probiotika u sirarstvu ima određene potencijale, ali su sigurno neophodna dopunska istraživanja (Obradović i sar., 2005).

## LITERATURA

- ATANASSOVA, M., CHOISSET, Y., DALGALARRONDO, M., CHOBERT, J.-M., DOUSSET, X., IVANOVA, I., HAERTLE, T.: Isolation and partialbiochemical characterization of a proteinaceous anti-bacteria and anti-yeast compound produced by *Lactobacillus paracasei* subsp.*paracasei* strain M3. International Journal of Food Microbiology, 87, 63–73(2003).
- BERESFORD, T., FITZSIMONS, N. A., BRENNAN, L. N.: Recent advances in cheese microbiology. International Dairy Journal, 11, 259-274(2001).
- BROADBENT, J. R., HOUCK, K., JOHNSON, M. E., OBERG, C. J.: Influence of adjunct use and cheese microenvironment non-starter lactic acid bacteria in reduced fat Cheddar-type cheese. Journal of Dairy Science, 86, 2773–2782(2003).
- DRAKE, M. A., BOYLSTON, T. D., SPENCE, K. D., SWANSON, B. G.: Improvement of sensory quality of reduced fat Cheddar cheese by a *Lactobacillus* adjunct. Food Research International, 30 (1), 35–40(1997).
- EL SODA, M., MADKOR, S. A., TONG, P. S.: Adjunct cultures: recent developments and potential significance to the cheese industry. Journal of Dairy Science, 83, 609–619(2000).
- EL SODA, M., MADKOR, S. A., TONG, P. S.: Evaluation of commercial adjuncts for use in cheese ripening: 1. Enzymatic activities and autolytic properties of freeze-shocked adjuncts in buffer system. Milchwissenschaft 54:85–89 (1999).
- FITZSIMONS, N. A., COGAN, T. M., CONDON, S., BERESFORD, T.: Spatial and temporal distribution of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese. Journal of Applied Microbiology, 90, 600–608(2001).
- GARDINER, G., STANTON, C., LYNCH, P. B., COLLINS, J. K., FITZGERALD, G., ROSS P. R.: Evaluation of Cheddar cheese as a food carrier for delivery of a probiotic strain to the gastrointestinal tract. J.Dairy Sci. Vol 82, No7, 1379-1387(1999).
- HANNON, J. A., WILKINSON, M. G., DELAHUNTY, C. M., WALLAC, J. M., MORRISSEY, P. A., BERESFORD, T. P.: Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. Int. Dairy J. 13:313–323(2003).
- LYNCH, C. M., MCSWEENEY, P. L. H., FOX, P. F., COGAN, T. M., DRINAN, F. B.: Manufacture of Cheddar cheese with and without adjunct lactobacilli under controlled microbiological conditions. Int. Dairy J. 6: 851–867(1996).

- MARTINEZ-CUESTA, M. C., KOK, J., HERRANZ, E., PELAREZ, C., REQUENA, T., BUIST, G.: Requirement of autolytic activity for bacteriocin induced lysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 3174–3179(2000).
- MARTINOVIĆ, A., RADULOVIĆ, Z., WIND, A., JANZEN, A., OBRADOVIĆ, D.: Isolation and characterization of bacterial flora from farmhouse fermented milk products of Serbia and Montenegro. *Acta Veterinaria*, Vol. 55, No. 4, 307-318(2005).
- OBRADOVIĆ, D., MAČEJ, O., NIKŠIĆ, M.: Koncentrovane kulture, značaj i primena. *Prehrambena industrija-mleko i mlečni proizvodi*, vol.3(1-2), 6-11(1992).
- OBRADOVIĆ, D., ILIĆ, S.: Koncentrovane kulture u proizvodnji fermentisanih proizvoda, prednosti i primena. *Monografija Siraštvo*, ed. P. Puđa, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 64-73(1996).
- OBRADOVIĆ, D.: Antimikrobna aktivnost bakterija mlečne kiseline. Treći jugoslovenski simpozijum prehrambene tehnologije, zbornik radova, sveska 4, 40-44(1998).
- OBRADOVIĆ, D., RADIN, D., PUĐA, P., KARIĆ, A.: Primena probiotika u proizvodnji sireva-stanje i perspektive. *Prehrambena industrija*, Vol. 14, No. 1-2, p. 7-10(2003).
- OBRADOVIĆ, D., RADIN, D.: Mikroflora autohtonih belih sireva. *Monografija: Autohtoni beli sirevi u salamuri*, Ur.: Dozet N., Mačej O., Beograd-Zemun, 87-98(2006).
- OBRADOVIĆ, D., RISTIĆ, G., KARIĆ, A.: Industrijska primena probiotika. *Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi* 1-2, 4-8(2002).
- OBRADOVIĆ, D., RISTIĆ, G., KARIĆ, A.: Zdravstveni efekat mleka i fermentisanih mleka. *Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi* 1-2, 4-8(2005).
- PELAREZ, C., REQUENA, T.: Exploiting the potential of bacteria in the cheese ecosystem. *International Dairy Journal*, 15: 831–844(2005).
- RADULOVIĆ, Z., RADIN, D., OBRADOVIĆ, D.: Autohtona mikroflora sjeničkog sira. *Prehrambena Industrija - Mleko i mlečni proizvodi*, Vol.17, 1-2, 48-51(2006).
- RYAN, M. P., ROSS, R. P., HILL, C.: Strategy for manipulation of cheese flora using combinations of lactacin 3147 producing and resistant cultures. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 2699–2704(2001).
- SALLAMI, L., KHEADR, E. E., FLISS, I., VUILLEMARD, J. C.: Impact of Autolytic, Proteolytic, and Nisin-Producing Adjunct Cultures on Biochemical and Textural Properties of Cheddar Cheese. *J. Dairy Sci.* 87:1585-1594(2004).
- SOMERS, E. B., JOHNSON, M. E., WONG, A. C. L.: Biofilm formation and contamination of cheese by nonstarter lactic acid bacteria in the dairy environment. *Journal of Dairy Science*, 84: 1926–1936(2001).
- TUCOVIĆ, N., RADULOVIĆ, Z., KARIĆ, A., ČUK, M., IPAČ, N., OBRADOVIĆ, D.: Primena probiotika u proizvodnji edamskog sira. *Prehrambena industrija*, Vol. 15, No. 1-2, 12-15(2004).
- TWOMEY, D., ROSS, R. P., RYAN, M., MEANEY, B., HILL, C.: Lantibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and applications. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82, 165–1(2002).
- WILLIAMS, A. G., WITHERS, S. E., BANKS, J. M.: Energy sources of non-starter lactic acid bacteria isolated from Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 10: 17–23(2000).

## **POTENTIALS OF APPLICATION ADJUNCT CULTURES IN CHEESE PRODUCTION**

DRAGOJLO OBRADOVIĆ, DRAGOSLAVA RADIN, ZORICA RADULOVIĆ

### **Summary**

Attempts to select lactic acid bacteria for use as adjuncts have been made, with the purpose of both controlling off-flavours in cheese and enhancing the development of good cheese flavour. A promising application of bacteriocin-producing LAB is a control of adventitious spoilage microorganisms and their use as cell-lysis inducing agents to increase proteolysis and flavour formation in cheese. It is also proposed that cheese could be an effective vehicle for delivery of probiotics to the consumer.

**Key words:** adjunct culture, cheese ripening, autolysis, bacteriocin, probiotic

UDK: 637.353.5:637.12(637.04)

## KVALITET MLEKA U PROIZVODNJI SIREVA SA PLAVO-ZELENIH PLESNIMA

SANJA SERATLIĆ, OGNJEN MAĆEJ, SNEŽANA JOVANOVIĆ<sup>1</sup>,  
STEVO MARINKOVIĆ<sup>2</sup>

*IZVOD: U radu je prikazano ispitivanje hemijskog sastava i nekih fizičkih svojstava sirovog kravljeg mleka u cilju ispitivanja tehnološke podobnosti mleka za dalju preradu u sireve sa plavo-zelenim plesnima. Proizvodnja dva varijeteta sireva u tipu Gorgonzole, sa komercijalnim nazivima „Plavi safir“ i „Plava breza“ obavljena je u pogonu D.P. PKB Agroiženjering. Prema rezultatima istraživanja, osnovni hemijski sastav mleka nije odstupao od vrednosti predviđenih Pravilnikom, odnosno sadržaj suve materije bez masti, mlečne masti, proteina, laktoze i mineralnih materija (pepela) iznosio je 8.53, 4.12, 3.11, 4.59 i 0.66%, respektivno. Prosečne vrednosti kiselosti i pH mleka su iznosile 6.78°SH i 6.61, respektivno. Uzorci mleka nisu bili falsifikovani dodavanjem vode, što potvrđuje refraktometrijski broj, koji je iznosio 39.7, a prosečne vrednosti specifične težine su iznosile 1.0298.*

**Ključne reči:** *kravlje mleko, fizičko-hemijske osobine, Gorgonzola*

### UVOD

Sirevi sa plavo-zelenim plesnima se izrađuju od kravljeg, ovčijeg, mešanog, a ređe kozjeg mleka, u zavisnosti od tipa sira, odnosno podneblja gde se proizvodnja vrši. Kada je u pitanju Gorgonzola, pa samim tim i sirevi u tipu Gorgonzole, za izradu se koristi kravlje punomasno mleko, koje sadrži u proseku 3.8–4.0% mlečne masti. Visok sadržaj mlečne masti je poželjan, s obzirom na to da procesi lipolize igraju važnu ulogu u formiranju arome ovih sireva.

Tradicionalna proizvodnja ovih sireva podrazumeva upotrebu sirovog mleka, jer mlečna *lipaza* obezbeđuje proces hidrolize masti u toku zrenja sira. Međutim, u cilju obezbeđenja standardnog kvaliteta sira, kao i sprečavanja neželjenih pojava, uveden je proces pasterizacije mleka.

D.P. „PKB Agroiženjering“ je jedina fabrika u Srbiji specijalizovana za proizvodnju sireva sa plavo-zelenim plesnima u tipu Gorgonzole. Sirevi nose komercijalne nazive „Plavi safir“ i „Plava breza“, a izrađuju se od pasterizovanog kravljeg punomasnog

---

Originalni naučni rad / *Original scientific paper*

<sup>1</sup>Sanja Seratlić, dipl. inž., Dr Ognjen Maćej, red. prof., Dr Snežana Jovanović, van. prof., Poljoprivredni fakultet, Zemun, <sup>2</sup>Stevo Marinković, dipl. inž., D.P. „PKB Agroiženjering“, Beograd.

mleka uz dodatak dva različita tipa plesni *Penicillium roqueforti* (tip „esportazione“ i „dolce“, respektivno), pri čemu je tehnološki proces proizvodnje oba varijeteta isti (Seratlić i sar., 2006a, 2007).

Mleko namenjeno za proizvodnju ovih sireva mora da bude visokog bakteriološkog kvaliteta, jer u suprotnom mogu nastati razni defekti u siru. Naime, lagana produkcija mlečne kiseline od strane startera, kao i formiranje glavnih karakteristika ovih sireva, u kojem, kao glavni predstavnici mikroflora, učestvuju plesni *Penicillium* spp., nalaže neophodnost upotrebe mleka dobrog bakteriološkog kvaliteta. S tim u vezi, moraju biti zadovoljeni kriterijumi po kojima se mleko ocenjuje, a koji se pre svega odnose na kvalitet sirovog mleka i higijenu (grla, štale i opreme za mužu), kao najvažnijeg činioca za obezbeđenje zdravstveno ispravnog proizvoda. Higijenska ispravnost, kao i hemijski sastav, određuju kvalitet sirovog mleka (Heeschen, 1987). Mleko dobre higijenske ispravnosti sadrži mali broj saprofitnih mikroorganizama, ne sadrži ili u malom broju sadrži uslovno patogene mikroorganizme, uključujući i uzročnike mastitisa, zatim ne sadrži rezidue veterinarskih lekova i ne sadrži ostatke agro- i eko-hemikalija u količinama većim od maksimalno dozvoljenih (Heeschen, 1998). Mleko takođe ne sme da sadrži antibiotike, kako bi se omogućio nesmetan razvoj startera i plesni koji se u procesu proizvodnje ovih sireva dodaju.

## MATERIJAL I METOD RADA

Prilikom izrade oglednih sireva „Plavi safir“ i „Plava breza“ vršili smo ispitivanje hemijskog sastava, kao i nekih fizičkih osobina sirovog mleka, u cilju ispitivanja kvaliteta i tehnološke podobnosti ove sirovine za proizvodnju pomenutih sireva.

Za izradu oglednih sireva korišćeno je kravlje mleko sa iste farme, u količini od 300 litara. Dinamika proizvodnje sireva odvijala se po različitim danima, a svaki varijetet je proizveden u po pet serija. Izvršene su osnovne fizičko-hemijske analize sirovog mleka sledećim metodama:

- sadržaj suve materije standardnom metodom sušenja na  $102 \pm 1^\circ\text{C}$  (Carić i sar., 2000);
- sadržaj mlečne masti metodom po Gerber-u (Carić i sar., 2000);
- sadržaj proteina metodom po Kjeldahl-u (Carić i sar., 2000);
- sadržaj pepela metodom žarenja na  $550^\circ\text{C}$  (Carić i sar., 2000);
- sadržaj laktoze titrimetrijskom metodom po IDF-u (Carić i sar., 2000);
- specifična težina mleka pomoću laktodenzimetra (Carić i sar., 2000);
- titraciona kiselost metodom po Soxhlet-Henkel-u (Carić i sar., 2000);
- pH vrednost pomoću pH-metra sa kombinovanom elektrodom, model Sentron 1001;
- ispitivanje mogućeg patvorenja mleka dodavanjem vode izvršeno je ručnim refraktometrom Atago N-1 $\alpha$ , a dobijene vrednosti su izražene u stepenima Brix-a.

Analize su vršene u dva ponavljanja, a osnovne karakteristike serija dobijenih podataka za ispitivana obeležja prikazane su preko srednjih vrednosti ( $\bar{X}$ ). Odstupanje pojedinačnih podataka u serijama od aritmetičke sredine, kao i jačina njihove grupisanosti oko srednje vrednosti, prikazani su preko mera varijacija, odnosno standardne devijacije ( $S_d$ ) i koeficijenta varijacije ( $C_v$ ) (Stanković i sar., 1989).

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava mleka prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav mleka u toku proizvodnje sireva sa plavo-zelenim plesnima  
*Table 1. Chemical composition of cheese milk during the blue-veined cheese production*

Ispitivani parametri / <i>Investigated parameters*</i>	Izračunati pokazatelji (%) / <i>Calculated parameters (%)</i>	
	X (n=5)**	Cv
SMBM / <i>TSNF</i>	8.53±0.06	0.65
MMSM / <i>FTS</i>	32.52±0.93	2.86
Proteini u SM / <i>Proteins in TS</i>	24.73±0.74	3.01
Laktoza u SM / <i>Lactose in TS</i>	36.34±0.84	2.30
Pepeo u SM / <i>Ash in TS</i>	5.21±0.26	4.93

\* SMBM / *TSNF* – suva materija bez masti / *Total Solids Non Fat*;

MMSM / *FTS* – mlečna mast u suvoj materiji / *Milk Fat in Total Solids*;

\*\* X – srednja vrednost ± standardna devijacija / *Mean Value ± Standard Deviation*;

n – broj uzoraka / *No. of samples*; Cv – koeficijent varijacije / *Coefficient of Variation*

Opseg variranja osnovnih parametara hemijskog sastava bio je sledeći: suva materija, 12.51–12.97%; mlečna mast, 4.00–4.50%; proteini, 3.00–3.27%; laktoza, 4.51–4.73%; pepeo, 0.61–0.71%, dok je prosečna vrednost pomenutih parametara, izražena u procentima, iznosila 12.64, 4.12, 3.11, 4.59 i 0.66, respektivno. Koeficijenti varijacije za sadržaj suve materije, mlečne masti, proteina, laktoze i pepela iznosili su 1.05, 3.72, 3.31, 1.75 i 4.93, respektivno.

Na osnovu prikazanih rezultata može se ustanoviti da nije bilo velikih odstupanja ispitivanih parametara od aritmetičke sredine, odnosno najveće varijacije su bile u sadržaju pepela, a potom mlečne masti i proteina. Naime, u prethodnim istraživanjima (Seratlić i sar., 2006b) je prikazano da je mleko, koje je upotrebljeno za proizvodnju varijeteta “Plavi safir”, imalo prosečno 4.09% MM, sa koeficijentom varijacije 2.08, dok je sirovina za varijetet “Plava breza” imala nešto veći sadržaj mlečne masti (u proseku 4.16%) i veći koeficijent variranja (4.98). Sadržaj proteina i mineralnih materija, odnosno pepela kod oba varijeteta “Plavi safir” i “Plava breza” bio je u proseku isti (3.10 i 3.12%, kao i 0.65 i 0.67%, respektivno). Na osnovu svega iznetog može se zaključiti da hemijski sastav sirovog mleka, uzorkovanog po danima, nije mnogo odstupao od prosečne vrednosti. Takođe, dobijeni rezultati nisu mnogo varirali od literaturnih podataka, koji su se odnosili na ispitivanje sirovog mleka (Flórez i sar., 2006, Pires i sar., 2003).

Pored osnovnih hemijskih parametara, izvršena su i ispitivanja nekih fizičkih osobina mleka, a rezultati ispitivanja su prikazani u tabeli 2.

Na osnovu rezultata ispitivanih fizičkih parametara može se ustanoviti da su svi uzorci mleka zadovoljavali uslove predviđene Pravilnikom (Sl. list SRJ 26/2002), odnosno pH i kiselost su se kretali u intervalu 6.50–6.75 i 6.60–7.00°SH, sa prosečnim vrednostima 6.61 i 6.78°SH, respektivno.

Tabela 2. Fizičke osobine mleka u toku proizvodnje sireva sa plavo-zelenim plesnima  
 Table 2. Physical properties of cheese milk during the blue-veined cheese production

Ispitivani parametri / Investigated parameters	Izračunati pokazatelji (%) / Calculated parameters (%)	
	X (n=5)*	Cv
pH	6.61±0.08	1.26
Kiselost / Acidity (°SH)	6.78±0.13	1.93
D (15°C)*	1.0298±0.0003	0.03
°Brix	10.00±0.05	0.47

\* D (15°C) – specifična težina merena na 15°C – *Specific Weight measured at 15°C*

\*\* X – srednja vrednost ± standardna devijacija / *Mean Value ± Standard Deviation*;

n – broj uzoraka / *No. of samples*; Cv – koeficijent varijacije / *Coefficient of Variation*

Kada su sirevi sa plavo-zelenim plesnima u pitanju, jedan od uslova koje mleko, kao sirovina, treba da ispunjava je da ne sme sadržati dodatnu vodu. S tim u vezi je izvršeno ispitivanje indeksa refrakcije pomoću ručnog refraktometra, a izraženog u °Brix-a. Naime, postoji korelacija između °Brix-a i refrakcionog broja, kao i kriokopske tačke, gustine, sadržaja laktoze, proteina i suve materije, odnosno svih parametara čije se vrednosti menjaju dodatkom vode u mleko. Pomenuta korelacija potvrđuje mogućnost upoređivanja promene °Brix-a sa promenama ostalih osobina mleka. Tako je utvrđeno da refrakcija za mleko bez dodate vode i odgovarajućeg sadržaja SMBM (8.5%) iznosi 10°Brix-a i više, gde utvrđeni refraktometrijski broj za 10°Brix-a iznosi 39.7. Kritična granica je 9.5°Brix-a (refrak. br. 38.6), tako da sve vrednosti ispod ove ukazuju na falsifikovanje mleka vodom. S obzirom na činjenicu da je broj °Brix-a u ispitivanim uzorcima mleka u proseku iznosio 10, sa intervalom variranja 9.9–10.1, to potvrđuje činjenicu da mleko nije bilo falsifikovano dodavanjem vode. Takođe i vrednosti specifične težine mleka, koje su se kretale u intervalu 1.0295–1.0300, ukazuju na izostanak dodavanja vode u mleko.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata istraživanja može se zaključiti da je mleko, upotrebljeno za proizvodnju oglednih sireva u pogonu D.P. „PKB Agroinženjering“, bilo zadovoljavajućeg kvaliteta i da hemijski sastav mleka, kao i ispitivane fizičke osobine nisu odstupali od vrednosti predviđenih Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture (Sl. list SRJ 26/2002).

## LITERATURA

CARIĆ, M., MILANOVIĆ, S., VUCELJA, D.: Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda. Prometj, Novi Sad (2000).

FLÓREZ, A. B., RUAS-MADIEDO, P., ALONSO, L., MAYO, B.: Microbial, chemical and sensorial variables of the Spanish traditional blue-veined Cabrales cheese, as affected by

inoculation with commercial *Penicillium roqueforti* spores. Eur. Food Res. Technol. 222, 250–257 (2006).

HEESCHEN, W. H.: Sanitary and health aspects of milk. In: Gravert, H.O. "Worls Animal Science, C. Dairy Cattle Production". Elsevier Science Publishers (1987).

HEESCHEN, W. H.: Milk Hygiene and Milk Safety in the European and International Markets. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 1, 50, 53–77(1998).

PIRES, P., FERNANDES, É., VILARINHO, M., BARROS, M., FERREIRA, R., CARNEIRO, L., ALMEIDA, G., VAZ VELHO, M.: Comparision of milk from two different cow breeds Barrosã and Frisia. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem. 2 (4), 514–518(2003).

SERATLIĆ, S., MAČEJ, O., JOVANOVIĆ, S., MARINKOVIĆ, S.: Tehnološki proces proizvodnje sireva sa plavo-zelenim plesnima u pogonu D.P. "PKB Agroinženjering". Zbornik radova Simpozijuma "Mleko i proizvodi od mleka", Tara, Srbija i Crna Gora, 71–73(2006a).

SERATLIĆ, S., MAČEJ, O., JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M.: Distribucija sastojaka mleka pri proizvodnji sireva sa plavo-zelenim plesnima u tipu Gorgonzole. Preh. ind. 3–4(2006b).

SERATLIĆ, S., MAČEJ, O., JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M., MARINKOVIĆ, S.: Characteristics of Gorgonzola type cheeses produced in Serbia. 5<sup>th</sup> International Congress on Food Technology "Consumer Protection through Food Process Improvement & Innovation in the Real World", Congress proceedings, Vol. 3, Thessaloniki, Greece, 589–595(2007).

SL. LIST SRJ br. 26/2002: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture (2002).

STANKOVIĆ, J., RALEVIĆ, N., LJUBANOVIĆ-RALEVIĆ, I.: Statistika sa primenom u poljoprivredi. Savremena administracija, Beograd (1989).

## THE QUALITY OF MILK USED IN THE PRODUCTION OF BLUE-VEINED CHEESES

SANJA SERATLIĆ, OGNJEN MAČEJ, SNEŽANA JOVANOVIĆ,  
STEVO MARINKOVIĆ

### Summary

The aim of this paper was to investigate the chemical and some physical characteristics of cow's milk used for the production of blue-veined cheeses. Two Gorgonzola-type varieties with commercial names „Blue sapphire“ and „Blue birch“ were produced in „PKB Agroengineering“. According to results, the main chemical composition of the cheese milk did not differ from values which are recommended in Regulations, i.e. the content of total solids non fat, fat, proteins, lactose and ash was 8.53, 4.12, 3.11, 4.59 and 0.66%, respectively. The average values of pH and acidity were 6.61 and 6.78°SH, respectively. The milk was not water-faked as the average refrac. No. and specific weight were 39.7 and 1.0298, respectively.

**Key words:** cow's milk, physico-chemical parameters, Gorgonzola

UDK: 637.3(637.147)

## SIREVI SA SMANJENIM SADRŽAJEM MASTI

PREDRAG PUĐA, JELENA ĐEROVSKI<sup>1</sup>

*IZVOD: Sirevi sa smanjenim sadržajem masti se najčešće karakterišu kao sirevi sa manje prihvatljivom teksturom, slabo izraženim i netipičnim ukusom i mirisom i slabim funkcionalnim osobinama. Prevažilaženje navedenih problema u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti se zasniva na modifikaciji tehnološkog postupka proizvodnje, upotrebi odgovarajućih starter kultura i aditiva, kao zamenjivača mlečne masti.*

**Ključne reči:** *sirevi sa smanjenim sadržajem masti, aroma, tekstura, starter kulture, zamenjivači masti*

### UVOD

Industrija mleka u svetu već duže vreme ulaže napore za proširenje asortimana i plasmana mlečnih proizvoda zasnovanih na željama i zahtevima potrošača. S tim u vezi, značajna kategorija proizvoda na osnovu istraživanja tržišta čine proizvodi izraženog zdravstvenog i dijetetsko nutritivnog aspekta koji uključuju obogaćene i dijetalne proizvode, proizvode sa probiotskim efektima i proizvode organske poljoprivrede (Puđa i sar., 2004)

Mlečni proizvodi sa niskim sadržajem masti u koje ubrajamo i sireve sa smanjenim sadržajem masti su poslednjih godina veoma popularna grupa proizvoda sa stalnim trendom porasta potražnje i potrošnje, posebno u razvijenim zemljama sveta.

Najveće tržište sireva sa smanjenim sadržajem masti su Sjedinjene Američke Države gde ovi sirevi u 1998. godini obuhvataju oko 20% celokupne prodaje sireva (Mistry, 2001). Suprotno tome, tržište ovih sireva u Evropi je još uvek malo i slabo razvijeno. U Velikoj Britaniji, iako je stopa rasta veća za niskomasne sireve u odnosu na punomasne sireve, njihova potrošnja je još uvek na veoma niskom nivou i čini svega 8% od ukupne potrošnje sireva (Banks, 2004). U Mediteranskom pojasu i zemljama kao što su Francuska, Italija i Španija, tradicionalan način ishrane ima veoma jak uticaj na tržište sireva, te stoga zahtevi za specifičnim i autohtonim proizvodima su znatno izraženiji u odnosu na potražnju sireva sa smanjenim sadržajem masti (Banks, 2004). U našoj zemlji, tržište

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Prof. dr Predrag Puđa, vanredni profesor, e-mail: pudja@agrifaculty.bg.ac.yu; Mr Jelena Đerovski, asistent, e-mail: jelenadjerovski@agrifaculty.bg.ac.yu; Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6, 11080 Beograd.

mlečnih proizvoda u veoma ograničenoj količini uključuje sireve sa smanjenim sadržajem masti, prvenstveno sireve iz uvoza. Domaća industrija mleka u svom asortimanu još uvek nema ovu grupu sireva, ali smatramo da će u bliskoj budućnosti zahtevi potrošača inicirati proizvodnju i veće prisustvo ovih sireva na domaćem tržištu (Puđa, 2000).

Mlečna mast je značajna sa nutritivnog aspekta, ali u velikoj meri doprinosi formiranju specifičnih senzornih i funkcionalnih karakteristika sireva. Sirevi sa smanjenim sadržajem masti, posebno tvrdi i polutvrdi sirevi sa zrenjem, poseduju često atipičnu teksturu, nedovoljno izražen ukus i miris, gorak ukus i sl.

Prva generacija niskomasnih sireva se odlikovala brojnim nedostacima koji su se reflektovali na usporeni rast potražnje i potrošnje ovih proizvoda.

Poslednjih desetak godina industrija mleka i naučne institucije ulažu velike napore kako bi prevazišli probleme koji se javljaju usled smanjenja sadržaja masti u siru. Shodno tome, brojna istraživanja su vršena na različitim vrstama sireva, kao što su čedar (Banks i sar., 1989, Metzger i Mistry, 1994, 1995, Mistry i sar., 1996, Guinee i sar., 1998, 2000, Fenelon i sar., 2000, Fenelon i Guinee, 2000, Anderson i sar., 2003, Nelson i Barabano, 2004), mocarela (Fife i sar., 1996, McMahon i sar., 1996, Rudan i sar., 1998, 1999, Poduval i Mistry, 1999, Dave i sar., 2003), feta (Katsiari i Voutsinas, 1994a, Michaelidou i sar., 2003a), beli sir u salamuri (Romeih i sar., 2002, Madadlou i sar., 2007), kefalograviera (Katsiari i Voutsinas, 1994b, Michaleidou i sar., 2003b, Kondyli i sar., 2003), edam (Tungjaroenchai i sar., 2001) danbo (Madsen i Ardo, 2001), havarti (Lo i Bastian, 1998), ras (Kebary i sar., 1999) i dr. što je doprinelo da se dobije proizvod prihvatljivih i željenih karakteristika. Ipak, danas, najveći komercijalni značaj imaju meki, kiselo koagulišući sirevi sa smanjenim sadržajem masti (kvark, kotidž) koji su već u velikoj meri prihvaćeni od strane velikog broja potrošača.

### **Karakteristike sireva sa smanjenim sadržajem masti**

Sirevi se prema važećem Pravilniku klasifikuju prema sadržaju masti u suvoj materiji, što je u saglasnosti sa "Codex general standard A-6" koji važi za zemlje Evropske Unije. U USA je prema "Code of Federal Regulations 21, 101.62" definisana preciznija klasifikacija sireva u zavisnosti od sadržaja masti (bez masti (*eng. fat free*), niskomasni (*eng. low fat*), "light" i proizvodi sa smanjenim sadržajem masti (*eng. light*) sa min. 50% smanjenja sadržaja masti ili *reduced/less* sa min. 25% smanjenja sadržaja masti).

Međutim, danas ne postoji adekvatan standard koji propisuje granične vrednosti za ostale parametre sireva sa smanjenim sadržajem masti, kao npr. sadržaj vode, što je uobičajeno za sireve koji se proizvode tradicionalnim postupkom.

#### *Sastav sireva sa smanjenim sadržajem masti*

Smanjenje sadržaja masti u mleku i siru rezultuje u izmenjenom odnosu pojedinih komponenti hemijskog sastava sireva sa smanjenim sadržajem masti u odnosu na istu vrstu sira sa višim odnosno uobičajenim sadržajem masti.

Generalno, sirevi sa smanjenim sadržajem masti imaju veći sadržaj vode i proteina, nešto manji sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira (VBMS), manji sadržaj masti u suvoj materiji sira i soli u vodenoj fazi sira u odnosu na istu vrstu punomasnih sireva (tabela 1.). Ipak, u pojedinim slučajevima postoje izvesna odstupanja kao npr. feta sa smanjenim

sadržajem masti ima viši sadržaj S/VF u odnosu na punomasni feta sir (Katsiari i Voutsinas, 1994, Michaleidou i sar., 2003a). Razlika u sastavu sireva sa različitim sadržajem masti (niskomasnih i punomasnih) se značajno reflektuje na senzorne i funkcionalne karakteristike sireva.

Visok sadržaj proteina i nizak sadržaj masti u suvoj materiji sira sa smanjenim sadržajem masti doprinosi da ovi sirevi imaju izrazito čvrstu i nepodesnu teksturu proteinskog matriksa. Usled toga, proizvodnja sireva sa smanjenim sadržajem masti treba da ima za cilj zadržavanje veće količine vode, odnosno ostvarivanje sadržaja VBMS bliskog istom kod sireva sa većim sadržajem masti, a sve sa ciljem poboljšanja teksturalnih osobina sira.

Tabela 1. Hemijski sastav različitih vrsta punomasnih sireva i sireva sa smanjenim sadržajem masti

*Table 1. The chemical composition (M, MFFB, MF, FDM, TP and S/M) of reduced and full fat cheeses*

Vrsta sira <i>Type of cheese</i>	*	Voda <i>Moist.</i> (%)	VBMS <i>MFFB</i> (%)	MM <i>MF</i> (%)	MuSM <i>FDM</i> (%)	UP <i>TP</i> (%)	S/VF <i>S/M</i> (%)	Referenca <i>References</i>
Čedar <i>Cheddar</i>	1	37.77	53.97	30.04	48.0	26.41	4.96	Guinee i sar. (2000)
	2	40.94	52.39	21.87	36.33	31.04	4.81	
	3	43.00	51.92	17.17	30.33	33.33	4.43	
	4	46.06	49.60	7.15	13.00	38.48	3.98	
Mocarela <i>Mozzarella</i>	1	43.19	58.94	26.73	47.06	24.92	3.62	Rudan i sar. (1999)
	2	48.34	57.88	16.48	31.90	29.02	3.31	
	3	51.01	56.31	9.41	19.20	32.85	3.34	
	4	53.19	55.47	4.10	8.77	35.54	3.18	
Edam	1	39.11	55.91	30.06	49.37	41.69	–	Tungjaroenchai i sar. (2001)
	2	42.95	54.26	20.85	36.55	51.26	–	
Kefalograviera	1	37.79	54.59	30.62	49.20	26.08	7.67	Katsiari i sar. (2002)
	2	48.38	53.60	9.75	18.87	33.39	6.75	
Feta	1	56.42	72.20	21.85	50.14	15.93	4.46	Michaelidou i sar. (2003a)
	2	66.81	71.44	6.50	19.56	20.14	4.54	
Sir u salamuri <i>White brined cheese</i>	1	59.6	73.0	17.0	42.08	15.95	6.76	Romeih i sar. (2002)
	2	64.8	70.9	7.0	19.89	20.42	6.41	

\*1 punomasni sir; 2,3,4 sir sa smanjenim sadržajem masti;

#### *Ukus i miris sireva sa smanjenim sadržajem masti*

Sirevi sa smanjenim sadržajem masti, posebno sirevi sa zrenjem, često poseduju atipičan i/ili nedovoljno izražen ukus i miris karakterističan za određenu vrstu sira. Takođe, kod ovih sireva je veoma česta pojava gorkog ukusa i tzv. eng. "off flavour"-a.

Defekti ukusa i mirisa se javljaju prvenstveno usled manjeg obima lipolitičkih promena koje su posledica smanjenog sadržaja masti u siru. Masne kiseline koje nastaju u toku lipolitičkih promena tokom zrenja su u velikoj meri odgovorne za formiranje ukusa i mirisa sireva. Stoga, smanjenje sadržaja masti u mleku i kasnije u siru rezultira slabo izraženom lipolizom i manjim obimom formiranja masnih kiselina i drugih aromatskih jedinjenja koji su važni za ukus i miris sireva. Pored toga, nedostatak masti kao rastvarača brojnih aromatskih jedinjenja doprinosi formiranju neizraženog ukusa i mirisa sira (Katsiari i Voutsinas, 1994).

Drugi razlog pojave defekata arome sireva sa smanjenim sadržajem masti je izmenjena struktura proteinskog matriksa i tok proteolitičkih promena tokom perioda zrenja. Takođe, smanjenje sadržaja masti utiče na stvaranje defekata arome sira indirektno usled izmenjene pH vrednosti i sadržaja soli u vodenoj fazi sira.

Problem koji se često javlja kod sireva sa smanjenim sadržajem masti je pojava gorkog ukusa. Gorak ukus nastaje kao posledica formiranja hidrofobnih gorkih peptida koji nastaju aktivnošću različitih proteinaza, posebno enzima startera, na kazein. Hidrofobni peptidi odgovorni za pojavu gorkog ukusa u siru se formiraju neadekvatnom razgradnjom  $\alpha_{s1}$  i  $\beta$  kazeina, posebno delovanjem proteinaza na hidrofobni region C-terminalnog dela  $\beta$  kazeina, i/ili ukoliko su prisutni u izrazito visokim koncentracijama (McSweeney, 1997).

Proteolitičke promene i aktivnost enzima startera tokom zrenja je usko povezana sa sadržajem soli u siru (Miočinović i sar., 2003). Niži sadržaj soli u vodenoj fazi sira sa smanjenim sadržajem masti delimično utiče na intenzivniji obim proteolize i izraženu aktivnost startera tokom zrenja ovih sireva. Regulisanjem sadržaja soli i vode, odnosno povećanjem sadržaja soli u vodenoj fazi sira, se može uticati na smanjenje aktivnosti startera što doprinosi manjem obimu proteolitičkih promena i pojavu gorkog ukusa. Mistry i Kasperon (1998) navode da sadržaj soli u vodenoj fazi sira treba da je veći od 4.5% kako bi imao značajnog efekta na smanjenje gorčine u siru. Međutim, povećanje sadržaja S/VF može imati negativne efekte na teksturalne osobine što se ogleda u povećanju tvrdoće i čvrstoće sira. Na osnovu toga može se zaključiti da je kombinacija sadržaja S/VF < 4.5% i upotreba startera sa malom proteolitičkom aktivnošću najpodesnija kombinacija za sireve sa smanjenim sadržajem masti.

Takođe, u sirevima sa visokim sadržajem masti, za razliku od sireva sa smanjenim sadržajem masti, gorki peptidi se apsorbuju u masnu fazu te stoga smanjuju pojavu gorčine u siru.

U formiranju gorkog ukusa sira pored hidrofobnih peptida mogu učestvovati amino-kiseline, amidi, ketoni dugih lanaca i neki monogliceridi koji nastaju u brojnim promenama tokom zrenja sireva (McSweeney, 1997).

Ukus i miris sireva sa smanjenim sadržajem masti zavise od aromatskih komponenti koje su osnovni nosioci arome određene vrste sira. Tako npr. Katsiari i Voutsinas (1994) navode da niskomasni feta sir ima zadovoljavajuće senzorne karakteristike, jer su nosioci ukusa ovog sira niska pH vrednost, odnosno izražena kiselost, visok sadržaj soli i ograničen obim proteolize koji se zadržavaju i kod sira sa smanjenim sadržajem masti.

### *Proteoliza i tekstura sireva sa smanjenim sadržajem masti*

Izmenjen hemijski sastav sireva sa smanjenim sadržajem masti se odražava na tok i obim proteolitičkih promena tokom zrenja. Proteolitičke promene su najslabije i najvažnije promene koje se odigravaju tokom zrenja sireva koje u najvećoj meri utiču na formiranje teksture i arome sira, posebno polutvrdih i tvrdih sireva.

Smanjenje sadržaja masti u siru najčešće rezultira stvaranjem defekata arome i posebno teksture sira. Prisustvo masti koja je inkorporirana u proteinski matriks, koji predstavlja osnovu strukture sira, obezbeđuje tzv. "gladak" ukus punomasnih sireva. Kada se mast odstrani ili njen sadržaj smanji, kazein igra glavnu ulogu u formiranju teksture sira što najčešće rezultira dobijanjem izrazito čvrstog i tvrdog sirnog testa. Sirevi sa smanjenim sadržajem masti se najčešće opisuju kao atipični, sledećim terminima "slabi", "gumeni", "peskoviti" i dr. Što je smanjenje masti u siru veće negativni efekti na teksturu sira su izraženiji.

Razgradnja proteina tokom zrenja sireva je usko povezana sa sadržajem vode i soli u siru. Sirevi sa smanjenim sadržajem masti, kao što su feta (Katsiari i Voutsinas, 1994, Michaelidou i sar., 2003a), kefalograviera (Michaelidou i sar., 2003b), čedar (Fenelon i sar., 2000, Fenelon i Guinee, 2000) imaju niži sadržaj rastvorljivih azotnih materija (RN, 4.6pH RN, TCA-N, PTA-N) u odnosu na istu vrstu sira sa većim sadržajem masti. Niži sadržaj rastvorljivih azotnih materija su delimično posledica manjeg sadržaja vode u bezmasnoj materiji sireva sa smanjenim sadržajem masti (tabela 1.), razlike u zadržavanju koagulanata, odnosno izmenjenom odnosu koagulant:proteini.

Suprotno tome, čedar sa različitim sadržajem masti ne pokazuje značajne razlike u sadržaju rastvorljivog azota izraženog po masi sira (Fenelon i sar., 2000, Fenelon i Guinee, 2000).

Visoka pH vrednost prilikom odlivanja surutke i manje temperature dogrevanja koje se često koriste u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti doprinose zadržavanju manje količine koagulanata u sirnom testu. Ova činjenica je jednim delom razlog manjeg obima razgradnje proteina tokom zrenja sireva sa smanjenim sadržajem masti.

Drugi razlog čvrste teksture sireva sa smanjenim sadržajem masti je prisustvo veće količine kalcijuma u ovim sirevima.

Međutim, u pojedinim vrstama sireva, ukoliko se sadržaj rastvorljivih azotnih materija izrazi u odnosu na masu sira (g/100 g sira), dobija se drugačija slika, odnosno stiče se utisak da se sirevi sa smanjenim sadržajem masti odlikuju intenzivnijim obimom proteolize u odnosu na punomasne sireve (Katsiari i Voutsinas, 1994, Michaelidou i sar., 2003a, Michaelidou i sar., 2003b). Michaelidou i sar. (2003b) navode da manji obim proteolize punomasnog kefalograviera sira je posledica višeg sadržaja S/VF i više temperature dogrevanja koje smanjuju aktivnost rezidualnog himozina. Navedeni rezultati ukazuju da su prethodno iskazane manje vrednosti rastvorljivih azotnih materija, izraženih u ukupnom azotu sireva sa smanjenim sadržajem masti, generalno posledica povećanja sadržaja proteina.

Razgradnja proteina posmatrana elektroforetskim merenjima pokazuje razlike među sirevima sa različitim sadržajem masti. Čedar sa smanjenim sadržajem masti se odlikuje sporijom degradacijom  $\alpha_{s1}$  kazeina i bržom razgradnjom  $\beta$  kazeina. S druge strane, veći sadržaj intaktnog  $\alpha_{s1}$  i  $\beta$  kazeina izraženog po masi sira je verovatno posledica većeg

sadržaja proteina i izmenjenog odnosa rezidualnog himozina i proteina sireva sa smanjenim sadržajem masti. (Fenelon i Guinee, 2000)

#### *Funkcionalne karakteristike sireva sa smanjenim sadržajem masti*

Funkcionalne karakteristike sireva su posebno značajne ukoliko se sirevi koriste kao ingredijenti u pripremi brojnih jela. U zavisnosti od namene sira, funkcionalne karakteristike sireva se definišu kao reološke, fizičko-hemijske, mikrostrukturalne i senzorne osobine. Najvažnije funkcionalne karakteristike sireva se odnose na one osobine sira koje su važne prilikom zagrevanja a značajne su u pripremi pica, sendviča i sličnih proizvoda i obuhvataju sledeće karakteristike sposobnost topljenja, stepen izdvajanja ulja, rastegljivost i dr. (Miočinović i Puđa, 2005). Funkcionalne karakteristike sireva zavise od vrste i sastava sira, stepena zrelosti odnosno obima razgradnje proteina u siru (Đerovski i sar., 2006).

Izmenjen hemijski sastav, tok i obim proteolitičkih promena sireva sa smanjenim sadržajem masti u velikoj meri se odražavaju na brojne funkcionalne karakteristike sira. Uticaj smanjenja sadržaja masti na funkcionalnost sireva je najviše proučavan kod mocarele (Fife i sar., 1996, Rudan i sar., 1998, Rudan i sar., 1999, Dave i sar., 2003) i čedra (Guinee i sar., 2000, Awad i sar., 2005).

Smanjenje sadržaja masti mocarele rezultira povećanjem tvrdoće, viskoziteta i elastičnosti termički netretiranog sira. Takođe, smanjena sposobnost topljenja, povećanje prividne viskoznosti i manji obim izdvajanja masti utiču na smanjenje kvaliteta sira prilikom njegovog zagrevanja (Tunick i sar., 1993, Fife i sar., 1996, Rudan i sar., 1998, Rudan i sar., 1999). S druge strane, Fife i sar. (1996) navode da sadržaj masti od 2–5% ne utiče značajno na karakteristike topljenja mocarele koje se neznatno poboljšavaju tokom 28 dana zrenja.

Pogoršanje funkcionalnih karakteristika sireva je rezultat smanjenog sadržaja VBMS, ograničenog obima proteolize, manje količine izdvojene masti i većeg sadržaja intaktnog kazeina u siru sa smanjenim sadržajem masti. Rudan i sar. (1999) navode da je za zadovoljavajuće funkcionalne karakteristike mocarele neophodno da se količina slobodne masti kreće u intervalu 0.22–2.52 g/100g sira. Stepem izdvajanja ulja i druge funkcionalne karakteristike se mogu poboljšati modifikacijom proizvodnog procesa ili adekvatnom formulacijom sastava sira.

Sheehan i Guinee (2004) su proučavali efekat smanjenja sadržaja kalcijuma tj. odnosa kalcijum:kazein i promene pH vrednosti na funkcionalnost mocarele sa niskim sadržajem vode. Niži sadržaj kalcijuma sireva dobijenih kombinovanjem starter kultura i dodavanjem mlečne kiseline rezultira većim sadržajem VBMS i značajnim poboljšanjem topivosti i rastegljivosti sira prilikom zagrevanja. Suprotno tome, ustanovili su da promene pH vrednosti imaju skoro neznatni uticaj na funkcionalnost mocarele.

Funkcionalne karakteristike mocarele su usko povezane sa aktivnošću dodatih starter kultura. S tim u vezi, Broadbent i sar. (2001) navode da se dodavanjem startera koji proizvode egzopolisaharide (*Streptococcus thermophilus* MR-C1) utiče na povećanje sadržaja vode u siru (za 1.5%) i poboljšanje sposobnosti topljenja mocarele.

Sadržaj masti čedra je jedna od najvažnijih determinanti njegove mikrostrukture, teksture i funkcionalnih karakteristika. Smanjenje sadržaja masti rezultuje u značajnom povećanju prividne viskoznosti i vremena topljenja, kao i opadanju sposobnosti topljenja

čedra. Guinee i sar. (2000) navode da je smanjena funkcionalnost sireva sa smanjenim sadržajem masti verovatno posledica opadanja količine izdvojene masti koja se oslobađa prilikom zagrevanja sira, povećanja zapreminske frakcije kazeinskog matriksa i većeg sadržaja intaktnog para kazeina, manji obim proteolize i opadanje sadržaja VBMS, što je sveukupno posledica smanjenja sadržaja masti u siru.

Upotrebom starter kultura (*Lactococcus lactis* spp. *cremoris* JFR1) koje proizvode egzopolisaharide (EPS) se poboljšava topivost, teksturalne i senzorne karakteristike čedra sa smanjenim sadržajem masti. Redistribucija vode je najodgovorniji faktor za promene teksture i omekšavanje sirmog testa čedra sa smanjenim sadržajem masti tokom prvih par nedelja zrenja što je rezultat sposobnosti EPS da vežu značajnu količinu slobodne vode (Awad i sar., 2005).

### *Randman*

Randman proizvodnje sireva sa smanjenim sadržajem masti je značajno manji u odnosu na standardnu proizvodnju određene vrste sira. Mleko namenjeno proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti ima nižu suhu materiju usled manjeg sadržaja mlečne masti i nešto višeg sadržaja proteina što utiče na smanjenje randmana proizvodnje.

Veći sadržaj kazeina u odnosu na sadržaj mlečne masti, što menja odnos kazein:mast takođe utiče na randman proizvodnje sireva sa različitim sadržajem masti. (Katsiari i Voutsinas, 1994a, 1994b).

Smanjenje sadržaja masti velikim delom utiče na smanjenje randmana u odnosu na proizvodnju sireva sa većim sadržajem masti jer se odstranjeni deo masti ne kompenzuje u potpunosti sa odgovarajućim sadržajem vode. Rudan i sar. (1999) navode da je randman mocarele sa 5% MM za oko 30% manji u odnosu na sir sa 25% MM.

## **Proizvodnja sireva sa smanjenim sadržajem masti**

U cilju optimizacije i dobijanja prihvatljivih senzornih i funkcionalnih karakteristika, tehnološki postupak proizvodnje sireva sa smanjenim sadržajem masti u velikoj meri podrazumeva izvesne izmene u odnosu na tradicionalan, uobičajan način dobijanja pojedine vrste sira. Izmene tehnološkog postupka dobijanja sireva sa smanjenim sadržajem masti podrazumevaju izmene pojedinih operacija, dodavanje dopunskih kultura (*eng.* "adjunct") i upotreba aditiva (zamenjivača masti). U daljem tekstu ćemo ukratko dati prikaz najvažnijih rešenja namenjenih proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti.

### *Modifikacija tehnološkog postupka proizvodnje sireva sa smanjenim sadržajem masti*

Modifikacija pojedinih operacija tehnološkog postupka proizvodnje sireva sa smanjenim sadržajem masti je najjednostavniji i najekonomičniji način za postizanje odgovarajućih senzornih karakteristika sireva i postizanje većeg randmana proizvodnje.

Početna operacija u proizvodnji sireva je standardizacija mleka pri čemu se sadržaj mlečne masti odnosno odnos kazein:mast dovode na željeni nivo zavisno od željenog sadržaja masti u siru (Puđa i sar., 2000). Sadržaj mlečne masti mleka za proizvodnju sireva sa smanjenim sadržajem masti se najčešće kreće u intervalu 0.5–1.8%MM (Mistry, 2001). Smanjenje sadržaja masti u siru rezultira većim odnosom kazein:mast (Guinee i sar., 2000).

Pored uobičajenog načina standardizacije, sastav mleka namenjenog proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti se može postići i dodavanjem kondenzovanog mleka (Anderson i sar., 1993), ultrafiltriranog ili mikrofiltriranog retentata u prahu i direktnom ultrafiltracijom (Banks, 2004, R. de Cuncha i sar., 2006). Ipak, dodavanje kondenzovanog mleka u proizvodnji čedra sa smanjenim sadržajem masti rezultira izrazito tvrdom i mrvljivom teksturom sira (Anderson i sar., 1993).

Proizvodnja minas frescal sira sa smanjenim sadržajem masti od UF retentata koncentrisanog pri malom faktoru koncentrisanja (1.2 i 1.5), u odnosu na sir proizveden od retentata koncentrisanog faktorom 1.8, omogućava dobijanje sira zadovoljavajućih karakteristika (R. de Cuncha i sar. 2006).

Osnovni zadatak koji je potrebno ostvariti u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti je povećanje sadržaja vode u siru što omogućava poboljšanje teksture sira. S druge strane, veoma je važno uskladiti sadržaj VuBMS i S/VF koji su ključni faktori brojnih promena u toku zrenja sireva (Rodriquer, 1998). U proizvodnji niskomasnih sireva je potrebno sadržaj VuBMS dovesti na nivo isti kao kod punomasnih sireva. Smanjenje sadržaja masti u čedru rezultira većim sadržajem vode i proteina, ali manjim sadržajem VuBMS (Guinee i sar., 2000)

Veći sadržaj vode u siru se delimično može postići izmenama pojedinih operacija tehnološkog postupka proizvodnje. Takve alternativne ili modifikovane operacije u odnosu na tradicionalan postupak proizvodnje moraju biti strogo kontrolisane kako bi se sprečili problemi tokom koagulacije mleka, senzornih karakteristika sireva i randmana proizvodnje.

Niže temperature dogrevanja u cilju povećanja sadržaja vode u siru su primenjene u proizvodnji čedra (Banks i sar., 1989) i kefalograviera, sira (Katsiari i Voutsinas, 1994b) sa smanjenim sadržajem masti. Pored toga, više pH vrednosti prilikom mlevenja sirne grude u proizvodnji čedra omogućavaju veće zadržavanje vode u siru (Guinee i sar., 1998).

Uobičajena modifikacija tradicionalnog postupka proizvodnje čedra sa smanjenim sadržajem masti u USA je operacija ispiranja sirne grude hladnom vodom (22<sup>0</sup>C). Ovim postupkom se smanjuje sinerezis i odstranjuje rezidualna laktoza, što smanjuje mogućnost povećanja kiselosti grude i doprinosi dobijanju grude većeg sadržaja vode i manje kiselosti. Ispiranje sirne grude takođe doprinosi većoj rastvorljivosti kalcijum fosfata i hidratisanosti kazeina što rezultira dobijanjem mekšeg sirnog testa. Negativni efekti ovog postupka su gubitak aromatskih jedinjenja što doprinosi stvaranju slabo izraženog i netipičnog ukusa zrelog sira (Banks i sar., 1989).

Veći sadržaj vode u sirevima sa smanjenim sadržajem masti se može postići inkorporacijom serum proteina (Miočinović, 2004). Serum proteini imaju izraženu sposobnost vezivanja vode i značajno povećavaju randman proizvodnje.

Primenom strogog režima termičke obrade mleka postiže se inkorporacija denaturisanih serum proteina, dok se primenom postupka ultrafiltracije zadržavaju nativni serum proteini u siru. Najveće zadržavanje sadržaja vode u siru postiže se primenom oba postupka, odnosno i strogog režim termičke obrade mleka i UF procesa, usled najvećeg sadržaja ukupnih i denaturisanih serum proteina (Lo i Bastian, 1998).

Lo i Bastian (1998) navode da primena UF postupka u proizvodnji havarti sira utiče na visok sadržaj nativnih serum proteina u siru koji usporavaju razgradnju  $\alpha_{s1}$  kazeina

tokom zrenja. Nakon 12 nedelja zrenja sira od UF mleka zagrevanog pri 72°C/17s 70%  $\alpha_{s1}$  kazeina ostaje nerazgrađeno, dok za isti period zrenja kod sira od UF mleka tretiranog pri 85°C/17s intaktno ostaje svega 37%  $\alpha_{s1}$  kazeina. Ovi podaci su u saglasnosti sa rezultatima Pude (1992), Pude i Guinee (1998).

Inkorporacija denaturisanih serum proteina primenom strogo režima termičke obrade u proizvodnji mocarele sa smanjenim sadržajem masti nema negativne efekte na fizičke i senzorne karakteristike sira (Punidades i sar., 1999). Kebary i sar. (1999) navode da primena visokih temperatura (80°C) termičkog tretmana mleka sa smanjenim sadržajem masti (2%MM) utiče na smanjen obim formiranja slobodnih aminokiselina i biogenih amina u ras siru sa smanjenim sadržajem masti.

Postupak ultrafiltracije mleka može biti primenjen u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti jer inkorporacija nativnih serum proteina povećava mogućnost vezivanja vode, što doprinosi poboljšanju teksture sira (Rodriquez i sar., 1998). S druge strane, ultrafiltracija mleka menja sposobnost mleka da koaguliše (Puđa i Guinee, 2003), kao i tok i obim proteolitičkih promena u toku zrenja sira (Puđa, 1992).

Proizvodnja sireva sa smanjenim sadržajem masti u nekoliko istraživanja je zasnovana na primeni homogenizacije mleka ili pavlake. Homogenizacija mleka se ne primenjuje u proizvodnji većine sireva, osim sireva sa plavim plesnima. Homogenizacijom mleka se povećava površina masnih globula što utiče na poboljšanje teksture sireva sa smanjenim sadržajem masti. Suprotno tome, homogenizacija mleka može imati neželjene efekte na proteinsku strukturu sira i interakcije kazein-mast što nepovoljno utiče na sposobnost formiranja gela, sinerezis, odnosno obradu grušā i senzorne karakteristike sira.

Homogenizacija mleka ili pavlake pri odgovarajućem pritisku je primenjena u proizvodnji čedra (Metzger i Mistry, 1994, 1995), mocarele (Tunick i sar., 1993, Rudan i sar., 1998, Rowney i sar., 2003), iranskog belog sira u salamuri (Madadlou i sar., 2007)

Primena homogenizacije mleka pri nižem pritisku (103 i/ili 172bar) i niže temperature dogrevanja (32.4°C) doprinose većem zadržavanju vode u siru i dobijanju zadovoljavajućih teksturalnih i funkcionalnih karakteristika mocarele sa smanjenim sadržajem masti koje su uporedive sa karakteristikama punomasnih sireva (Tunick i sar., 1993).

Rudan i sar. (1998) navode da homogenizacija mleka ili pavlake ne utiče značajno na teksturalne i funkcionalne osobine sira, ali poboljšavaju izgled sireva pre termičkog tretmana. Mocarela proizvedena od homogenizovanog mleka ili pavlake ima izrazito belu boju i manji stepen izdvajanja masti (Poduval i Mistry, 1999), ali pokazuje ograničenu sposobnost topljenja i intezivnu promenu boje prilikom zagrevanja sira. (Rudan i sar., 1998)

Standardizacija obranog mleka sa homogenizovanom pavlakom (dvostepena homogenizacija, 172 i 34 bar; 40%MM) je vršena u proizvodnji čedra sa smanjenim sadržajem masti (Metzger i Mistry, 1994, 1995). Sir proizveden od tako pripremljene sirovine je imao veći sadržaj vode, bolje teksturalne i funkcionalne osobine, kao i veći randman proizvodnje u odnosu na kontrolni sir. Takođe, eksperimentalni sirevi pokazuju bolju mikrostrukturu sirnog testa koja se odlikuje velikim brojem malih masnih kapi. Autori navode da je homogenizacija pavlake podesnija od homogenizacije mleka koje se koristi za proizvodnju sireva sa smanjenim sadržajem masti.

Madadlou i sar. (2007) su proučavali efekte homogenizacije pavlake (pri 60/25 i 90/25 bara) sa kojom je vršena standardizacija obranog mleka (1.2%MM) na teksturalne i senzorne karakteristike iranskog belog sira. Sirevi proizvedeni uz dodatak homogenizovane pavlake su imali bolje teksturalne, funkcionalne i senzorne karakteristike, posebno pri primenjenom nižem pritisku homogenizacije, od sireva proizvedenih od mleka standardizovanog dodavanjem nehomogenizovane pavlake.

Koncentrovana slatka mlaćenica primenom ultrafiltracije je korišćena za proizvodnju čedra (Mistry i sar., 1996) i mocarele (Poduval i Mistry, 1999) sa smanjenim sadržajem masti. Proizvodnja sireva sa smanjenim sadržajem masti uz dodatak UF mlaćenice (3 i 5%) rezultira povećanjem sadržaja vode u siru, čime se postiže mekša i prihvatljiva tekstura sira. Upotreba UF mlaćenice u proizvodnji mocarele sa smanjenim sadržajem masti rezultira smanjenjem stepena izdvajanja masti i topivosti sira, ali uz istovremeno postizanje zadovoljavajuće teksture sira.

Nelson i Barbano (2004) su razvili novi proces odstranjivanja masti iz zrelog čedra različite starosti (9 i 39 meseci) koji su upotrebili za proizvodnju čedra sa 50% smanjenim sadržajem masti. Najznačajniji faktor ovog procesa je temperatura koja se kreće u intervalu 20-33°C, dok gravitaciona sila i vreme primenjene sile su od manjeg značaja. Aroma čedra sa smanjenim sadržajem masti u potpunosti odgovara zreлом siru (Whetstone i sar., 2006). Takvi rezultati ukazuju da aromatske komponente koje određuju aromu zrelog sira ostaju i u siru sa smanjenim sadržajem masti nakon njenog uklanjanja razvijenim postupkom.

#### *Upotreba dopunskih kultura ("adjunct")*

Formiranje specifičnog ukusa i mirisa pojedine vrste sira se velikim delom formira prisustvom i aktivnošću nestarterske mikroflora koja se slučajno razvija u siru. Nestarterska mikroflora najčešće uključuje heterofermentativne laktobacile kao što su *Lb. paracasei*, *Lb. plantarum*, *Lb. curvatus* i *Lb. casei*.

Selekcijom i determinisanjem nestarterske mikroflora razvijene su starter kulture tzv. dopunske kulture (*eng. "adjunct"*) koje se u proizvodnji sireva dodaju radi ubrzanja procesa zrenja i bržeg formiranja senzornih karakteristika. Dopunske kulture se u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti dodaju radi poboljšanja senzornih osobina, obzirom na činjenicu da se ovi sirevi često odlikuju slabo izraženim ukusom i mirisom.

Ispitivanja o uticaju dopunskih kultura na karakteristike sireva sa smanjenim sadržajem masti su vršena na brojnim vrstama sireva, kao što su čedar (Fenelon i sar., 2002.), edam (Tungjaroenchai i sar., 2001) feta (Katsiari i sar., 2002a, 2002b, Michaelidou i sar., 2003a), kefalograviera (Katsiari i sar., 2002b), korišćenjem različitih sojeva mikroorganizama.

Dopunske kulture koje se dodaju u proizvodnji sireva treba da ispunjavaju zahteve za malom acidogenom i izraženom proteolitičkom aktivnošću. Slabija acidogena sposobnost ovih kultura je neophodna kako bi se sprečio intenzivni razvoj kiselosti, usled prisustva većeg sadržaja vode u sirevima sa smanjenim sadržajem masti, što bi omogućilo stvaranje defekata ukusa. S druge strane, izražena i kontrolisana proteolitička aktivnost dopunskih kultura, a posebno peptidazna aktivnost, smanjuje mogućnost pojave gorčine usled formiranja većeg sadržaja željenih peptida koji su osnovni nosioci arome sira.

Povišenje temperature zrenja kao mogućnost njegovog ubrzanja nije poželjno u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti jer visok sadržaj vode i više temperature zrenja pogoduju nekontrolisanom razvoju nestartera, što može dovesti do stvaranja defekata ukusa i mirisa.

U proizvodnji čedra sa smanjenim sadržajem masti (175g/kg masti) Fenelon i sar. (2002) su dodavali mezofilne laktokoke u proizvodnji kontrolnih, i četiri različite mešavine dopunskih kultura u proizvodnji eksperimentalnih sireva. Autori su ustanovili viši nivo niskomolekularnih peptida i slobodnih aminokiselina tokom zrenja eksperimentalnih sireva. Sirevi kod kojih su kao dopunske kulture korišćeni *Lb. helveticus*, *Leuc. cremoris* i *Lc. lactis* var *diacetylactis* su imali veoma dobre senzorne karakteristike. Nakon 90 i 180 dana zrenja ovi sirevi su bili znatno prihvatljiviji u odnosu na kontrolne sireve.

U proizvodnji edamskog sira sa smanjenim sadržajem masti (20.85% MM) ispitivan je uticaj dodavanja četiri različite dopunske kulture (*Brevibacterium linens* (BL2), *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, *Lactobacillus helveticus* (LH212) i *Lactobacillus reuteri* (ATCC 23272) na hemijski sastav i senzorne karakteristike sireva. Veći obim proteolitičkih promena su imali sirevi proizvedeni uz *L. helveticus* i *Lc. lactis* ssp. *diacetylactis*, dok su kontrolni i sirevi sa *L. helveticus* i *L. reuteri* imali najbolje teksturalne osobine (Tungjaroenchai i sar., 2001). Ovi rezultati ukazuju da dodavanje *Lb. helveticus* ima pozitivne efekte na karakteristike sireva sa smanjenim sadržajem masti, što je u saglasnosti sa rezultatima Fenelon i sar. (2002).

Komercijalne dopunske kulture (CR-213, Chr Hansen, Denmark), koje sadrže *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* i *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* su dodate u proizvodnji niskomasnog feta sira (7% masti) radi poboljšanja senzornih karakteristika sira (Katsiari i sar., 2002a, Michaleidou i sar., 2003a).

Dopunske kulture značajno utiču na povećanje obima nastajanja i sadržaj malih peptida i slobodnih aminokiselina. Ova jedinjenja su važna za formiranje prekursora ukusa i mirisa u daljim fazama zrenja što rezultira poboljšanim senzornim karakteristikama eksperimentalnih sireva koje postaju veoma slične osobinama punomasnih sireva (~ 22% MM). Ipak, iako su sirevi sa dopunskim kulturama bolje ocenjeni u odnosu na sireve bez dodatih kultura, oni su slabije ocenjeni u odnosu na punomasne sireve (Katsiari i sar., 2002a, Michaleidou i sar., 2003a).

Slične rezultate iznose Kondyli i sar. (2003) koji su modifikovanim postupkom proizveli niskomasni kefalograviera sir od ovčijeg mleka (9.7%MM) uz dodavanje dopunskih kultura LBC 80 (*Lactobacillus casei* subsp. *rhannosus*) i CR-213 (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* i *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*). Hemijski sastav i nivo primarne proteolize kontrolnih i eksperimentalnih sireva se ne razlikuju značajno, ali sirevi sa dopunskim kulturama su imali viši nivo malih peptida, slobodnih aminokiselina i masnih kiselina, kao i acetona, diacetila i acetoina, ali manje nego punomasni sirevi (Kondyli i sar., 2003, Michaelidou i sar., 2003b).

Izražena lipoliza i sekundarna proteoliza koje nastaju kao posledica dodavanja dopunskih kultura se reflektuju na formiranje veoma zadovoljavajućih senzornih karakteristika eksperimentalnih sireva nakon 90 i 180 dana zrenja. Ukus i miris sireva sa dopunskim kulturama su veoma slični punomasnim sirevima. Suprotno tome, eksperimentalni

sirevi imaju znatno lošije teksturalne osobine u odnosu na punomasne sireve (Katsiari i sar., 2002b).

Ryhänen i sar. (2001) su proizveli niskomasni polutvrđi probiotski sir sa bioaktivnim osobinama uz primenu mešavine kultura *Lactococcus* sp., *Leuconostoc* sp., *Propionibacterium* sp. i *Lactobacillus* sp. uz *L. acidophilus* i *Bifidobacterium* sp. dobrih senzornih karakteristika koji ima pozitivne efekte na zdravlje potrošača.

Miočinović i Puđa (2004) navode da veliki broj različitih vrsta sireva predstavlja pogodan sistem prenosa probiotskih sojeva bakterija mlečne kiseline do intestinalnog trakta ljudi. Relativno visok pH, čvrsta konzistencija i veći puferski kapacitet, bez sumnje, sireve čine pogodnim medijumom za razviće i zaštitu ovih sojeva. Za uspešno inkorporiranje sira veoma je važan odabir vrste sira, budućeg nosioca probiotika.

U narednom periodu u okviru nutritivno zdravstvenog aspekta očekuje se povećana potrošnja funkcionalnih i organski proizvedenih proizvoda, što će možda u određenom stepenu potisnuti popularnost proizvoda sa niskim sadržajem masti (Puđa i sar., 2004). S tim u vezi, proizvodnju sireva sa smanjenim sadržajem masti je neophodno povezati sa pojedinim aspektima proizvodnje funkcionalne hrane kao što je npr. upotreba probiotskih kultura kako bi se istovremeno obezbedili višestruki pozitivni efekti na zdravlje potrošača koji trenutno predstavljaju važnu smernicu u opredeljivanju potrošača za određenu vrstu proizvoda.

#### *Upotreba aditiva*

Dodavanje aditiva u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti je jedan od puteva kojim se može postići poboljšanje senzornih karakteristika ovih sireva. Aditivi koji se dodaju radi maskiranja nedostatka određene količine masti se klasifikuju kao zamenjivači masti (*eng. fat substitutes*) i imitatori masti (*eng. fat mimetics*) (Drake i Swanson, 1995, Rodriguez, 1998). Zamenjivači masti su u osnovi materijali zasnovani na masti koja poseduje slične fizičke i funkcionalne osobine kao i prirodne masti, ali smanjuju kalorijsku vrednost proizvoda. Imitatori masti, koji su znatno primenjiviji u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti, imitiraju prirodne masti. Imitatori masti imaju izraženu sposobnost vezivanja vode i poboljšanja teksture i randmana što sveukupno doprinosi poboljšanju karakteristika sireva sa smanjenim sadržajem masti (Rodriguez, 1998).

Čedar sir proizveden uz Dairy Lo ima viši sadržaj vode i VuBMS i mekšu konzistenciju (Fenelon i Guinee, 1997). Dodavanje pojedinih imitatora masti (Dairy Lo, Simplese, Novagel i Stellar) značajno utiču na promenu mikrostrukture niskomasnog čedra (Aryana i Haque, 2001), ali ne menja obim primarne proteolize tokom zrenja sira (Fenelon i Guinee, 1997).

Dodavanje imitatora masti u proizvodnji mocarele sa smanjenim sadržajem masti (<6%) doprinosi zadržavanju veće količine vode u siru, što utiče na poboljšanje funkcionalnih osobina sira. Ugljenohidratni aditivi (Stellar i Novagel) povećavaju sadržaj vode za 1,3%, odnosno 4,3%, dok proteinski imitatori masti (Dairy Lo i Simplese) povećavaju sadržaj vode za 2,2%, odnosno 2,3%. Topivost sireva se znatno povećava upotrebom Stellar i Simplese imitatora masti, dok se dodavanjem Novagela i Dairy Lo smanjuje ova funkcionalna osobina sira (McMahon i sar., 1996).

Dodavanje imitatora masti (1%w/w Simplese D-100 i 0,125%w/w Novagel NC-200) u proizvodnji sireva u salamuri sa smanjenim sadržajem masti (60% smanjenja masti) utiče na poboljšanje teksture sira. Sirevi proizvedeni uz dodavanje imitatora masti imaju veći sadržaj vode i randman proizvodnje u odnosu na kontrolne niskomasne sireve. Obim lipolize i proteolize se značajno povećava dodavanjem aditiva, ali se kinetika razgradnje  $\alpha_{s1}$ - i  $\beta$ - kazeina ne menja pod uticajem hidrokoloida. Reološkim merenjima autori pokazuju poboljšanje teksture sireva proizvedenih sa aditivima, ali senzornom analizom ove razlike nisu uočene. Sirevi proizvedeni uz Novagel su veoma slični punomasnim sirevima. Poređenjem sireva ustanovljeno je da su punomasni sirevi generalno elastičniji, manje slani, sa intezivnijim ukusom i mirisom u odnosu na sve varijante sireva sa smanjenim sadržajem masti (Romeih i sar., 2002).

## ZAKLJUČAK

Značajan napredak postignut u proizvodnji sireva sa smanjenim sadržajem masti doprinosi minimiziranju nedostataka senzornih i funkcionalnih karakteristika ovih sireva. Velika zainteresovanost potrošača za sireve sa smanjenim sadržajem masti daje dobru osnovu da se istraživanja na ovom polju nastave kako bi se razvili novi tehnološki postupci i nove vrste sireva sa smanjenim sadržajem masti.

## LITERATURA

- ANDERSON, D. L., MISTRY, V. V., BRANDSMA, R. L., BALDWIN, K. A.: Reduced fat cheddar cheese from condensed milk. 2. Manufacture, composition and yield. *Journal of Dairy Science*, 76, 2832–2844(1993).
- ARYANA, K. J., HAQUE, Z. U.: Effect commercial fat replacers on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 169–177(2001).
- AWAD, S., HASSAN, A. N., HALAWEISH, F.: Application of exopolysaccharide-producing cultures in reduced-fat Cheddar cheese: composition and proteolysis. *Journal of Dairy Science*, 88, 4195–4203(2005).
- BANKS, J. M., BRECHANY, E. Y., CHRISTIE, W. W.: The production of low fat Cheddar cheese types. *Journal of Society of Dairy Technology*, 42, 6–9(1989).
- BANKS, J. M.: The technology of low fat cheese manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 57(4)199–207(2004).
- BROADBENT, J. R., McMAHON, D. J., OBERG, C. J., WELKER, D. L.: Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality of low fat cheese. *International Dairy Journal*, 11(4–7)433–439(2001).
- DAVE, R. I., McMAHON, D. J., OBERG, C. J., WELKER, D. L.: Influence of coagulant level on proteolysis and functionality of Mozzarella cheeses made using direct acidification. *Journal of Dairy Science*, 86, 114–126(2003).

- DEROVSKI, J., KOLAR, B., PUĐA, P.: Funkcionalne karakteristike različitih vrsta komercijalnih sireva. *Prehrambena industrija*, 17(1–2)19–25(2006).
- DRAKE, M. A., SWANSON, B. G.: Reduced- and low- fat cheese technology: A review. *Trends in Foods Science and Technology*, 6, 366–369(1995).
- FENELON, M. A., BERESFORD, T. P., GUINEE, T. P.: Comparison of different bacterial culture systems for the production reduced-fat Cheddar cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 55(4)194–203(2002).
- FENELON, M. A., GUINEE, T. P.: The compositional, textural and maturation characteristics of reduced fat Cheddar cheese made from milk containing added Dairy-Lo. *Milchwissenschaft*, 52, 385–389(1997).
- FENELON, M. A., GUINEE, T. P.: Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. *International Dairy Journal*, 10, 151–158(2000).
- FENELON, M. A., O'CONNOR P., GUINEE, T. P.: The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 83, 2173–2183(2000).
- FIFE, R. L., McMAHON, D. J., OBERG, C. J.: Functionality of low fat mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 79, 1903–1910(1996).
- GUINEE, T. P., AUTY, M. A. E., FENELON, M. A.: The effect of fat content on the rheology, microstructure and heat-induced functional characteristics of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 10, 277–288(2000).
- GUINEE, T. P., FENELON, M. A., MULHOLLAND, E. O., O'KENNEDY, B. T., O'BRIEN, N., REVILLE, W. J.: The influence of milk pasteurization temperature and pH at curd milling on the composition, texture and maturation of reduced fat Cheddar cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 1, 1–10(1998).
- KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P., KONDYLI, E., ALICHANIDIS, E.: Flavour enhancement of low fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture. *Food Chemistry*, 79, 193–198(2002a).
- KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P., KONDYLI, E.: Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. *International Dairy Journal*, 12(9)757–764(2002b).
- KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P.: Manufacture of low-fat Feta cheese. *Food Chemistry*, 49,53–60(1994a).
- KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P.: Manufacture of low-fat Kefalograviera cheese. *International Dairy Journal*, 4(6)533–553(1994b).
- KEBARY, K. M. K., EL-SONBATY, A. H., BADAWI, R. M.: Effects of heating milk and accelerating ripening of low fat Ras cheese on biogenic amines and free amino acids development. *Food Chemistry*, 64, 67–75(1999).
- KONDYLI, E., MASSOURAS, T., KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P.: Free fatty acids and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial adjunct cultures. *International Dairy Journal*, 13 (1)47–54(2003).

- LO, C. G., BASTIAN, E. D.: Incorporation of native and denatured whey proteins into cheese curd for manufacture of reduced fat Havarti-type cheese. *Journal of Dairy Science*, 81, 16–24(1998).
- MADADLOU, A., MOUSAVI, M. E., KHOSROWSHAHI, A., EMAM-DJOME, Z., ZARGARAN, M.: Effect of cream homogenization on textural characteristics of low-fat Iranian White cheese. *International Dairy Journal*, 17(5)547–554(2007).
- MADSEN, J. S., ARDO, Y.: Exploratory study of proteolysis, rheology and sensory properties of Danbo cheese with different fat contents. *International Dairy Journal*, 11, 423–431(2001).
- McMAHON, D., J., ALLEYNE, M. C., FIFE, R. L., OBERG, C. J.: Use of fat replacers in low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 79, 1911–1921(1996).
- McSWEENEY, P. L. H.: The flavour of milk and dairy products. III Cheese: taste. *International Journal of Dairy Technology*, 50, 123–127(1997).
- METZGER, L. E., MISTRY, V. V.: A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. I. Manufacture, Composition and Yield. *Journal of Dairy Science*, 77, 3506–3515(1994).
- METZGER, L. E., MISTRY, V. V.: A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. I. Microstructure, Fat globule distribution and free oil. *Journal of Dairy Science*, 78, 1883–1895(1995).
- MICHAELIDOU, A., KATSIARI, M. C., KONDYLI, E., VOUTSINAS, L. P., ALICHANIDIS, E.: Effect of a commercial adjunct culture on proteolysis in low-fat Feta-type cheese. *International Dairy Journal*, 13(2–3)179–189(2003a).
- MICHAELIDOU, A., KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P., KONDYLI, E., ALICHANIDIS, E.: Effect of commercial adjunct cultures on proteolysis in low-fat Kefalograviera-type cheese. *International Dairy Journal*, 13(9)743–753(2003b).
- MIOČINOVIĆ, J., PUĐA, P.: Funkcionalne karakteristike sireva. Zbornik radova II Simpozijuma "Mleko i proizvodi od mleka", Poljoprivredni fakultet, Beograd, 12–20(2005).
- MIOČINOVIĆ, J., PUĐA, P.: Proizvodnja sireva sa probiotskim bakterijama. *Mlekarstvo, YU ISSN: 1451–1541*, 35, 1079–1087(2004).
- MIOČINOVIĆ, J., VUČIĆ, T., PUĐA, P.: Značaj soli u proizvodnji sireva. Zbornik radova Simpozijuma "Savremeni trendovi u mlekarstvu, 91–96(2003).
- MIOČINOVIĆ, J.: Uticaj režima termičke obrade mleka na odabrane karakteristike procesa soljenja i zrenja sireva. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd(2004).
- MISTRY, V. V., KASPERSON, K. M.: Influence of salt on the quality of reduced fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 81, 1214–1221(1998).
- MISTRY, V. V., METZGER, L. E., MAUBOIS, J. L.: Use of ultrafiltered sweet buttermilk in the manufacture of reduced fat cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 79, 1137–1145(1996).
- MISTRY, V. V.: Low fat cheese technology. *International Dairy Journal*, 11, 413–422(2001).
- NELSON, B. K., BARBANO, D. M.: Reduced fat cheddar cheese manufactured using a novel fat removal process. *Journal of Dairy Science*, 87, 841–853(2004).

- PODUVAL, V. S., MISTRY, V. V.: Manufacture of reduced fat Mozzarella cheese using ultrafiltered sweet buttermilk and homogenized cream. *Journal of Dairy Science*, 82, 1–9(1999).
- PUĐA P. (2000): Perspektive razvoja sirarstva. *J. Sci. Agricultural Research*, 61, 212, 245–262(2000).
- PUĐA, P. : Karakteristike tvrdih sireva izgrađenih od mleka koncentrovanog ultrafiltracijom u zavisnosti od termičke obrade mleka. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu(1992).
- PUĐA, P. MARKOVIĆ, D., JANKOVIĆ, M. : Industrija mleka Srbije i CrneGore – stanje i perspektive. Uvodno predavanje. Zbornik radova Simpozijuma »Mleko i proizvodi od mleka-stanje i perspektive«, 11–20(2004).
- PUĐA, P., GUINEE, T. P.: Koagulacija UF koncentrovanog mleka 1. Uticaj koncentracije proteina i režima termičke obrade. *Prehrambena industrija* 14(1–2)29–34(2003).
- PUĐA, P., GUINEE, T. P.: Uticaj visoke termičke obrade mleka na karakteristike sireva proizvedenih od ultrafiltriranog mleka 2. Proteolitičke promene u toku zrenja sireva. *Prehrambena industrija*, 9(3–4)79–85(1998).
- PUĐA, P., RADOVANOVIĆ, M., MIOČINOVIĆ, J.: Značaj standardizacije proteina u proizvodnji sireva. Zbornik radova Simpozijuma “Proizvodnja i prerada mleka”, Poljoprivredni fakultet, Beograd,167(2000).
- PUNIDADAS, P., FEIRTAG, J., TUNG, M. A.: Incorporating whey proteins into Mozzarella cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 52, 51–62(1999).
- RESCHKE DA CUNHA, C., VIOTTO, W. H., VIOTTO, L. A.: Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas Frescal” cheese manufacture: Effect on composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. *International Dairy Journal*, 16(3)215–224(2006).
- RODRIGUEZ, J., REQUENA, T., JUAREZ, M.: Process for low-fat cheese from ultrafiltered milk. *Journal of Food Science*, 63(4)665–667(1998).
- RODRIGUEZ, J.: Recent advances in the development of low fat cheeses, *Trends in Foods Science and Technology*, 9, 249–254(1998).
- ROMEIH, E. A., MICHAELIDOU, A., BILIADERIS, C. G., ZERFIRIDIS, G. K: Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12(6)525–540(2002).
- ROWNEY, M. K. HICKEY, M. W., ROUPAS, P., EVERETT, D. W.: The effect of homogenization and milk fat fractions on the functionality of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 86,712–718(2003).
- RUDAN, M. A., BARBANO, D. M., GUO, M. R., KINDSTEDT, P. S.: Effect of the modification of fat particles size by homogenization on composition, proteolysis, functionality and appearance of reduced fat mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 81, 2065– 2076(1998).
- RUDAN, M. A., BARBANO, D. M., YUN, J. J., KINDSTEDT, P. S.: Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality and yield of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 82, 661–672(1999).

RYHÄNEN, E.-L., PIHLANTO-LEPPÄLÄ, A., PAHKALA, E.: A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal*, 11(4–7)441–447(2001).

SHEEHAN, J. J., GUINEE, T. P.: Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced-fat Mozzarella cheese. *International Dairy Journal* 14, 161–172(2004).

TUNGJAROENCHAI, W., DRAKE, M. A., WHITE, C. H.: Influence of adjunct cultures on ripening of reduced fat Edam cheese. *Journal of Dairy Science*, 84 (10)2117–2124(2001).

TUNICK, M. H., MALIN, E. L., SMITH, P. W., SHIEH, J. J., SULLIVAN, B. C., MACKEY, K., L., HOLSINGEER, V. H.: Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheese prepared from homogenized milk. *Journal of Dairy Science*, 76, 3621–3628(1993).

WHESTINE, M. E. C., DRAKE, M. A., NELSON, B. K., BARBANO, D. M.: Flavor profiles of full fat and reduced fat cheese and cheese fat made from aged Cheddar with the fat removed using a novel process. *Journal of Dairy Science*, 89, 505–517(2006).

## **REDUCED FAT CHEESES**

PREDRAG PUDJA, JELENA DJEROVSKI

### **Summary**

Reduced fat cheeses are usually characterized as having poor texture, flavour and functional characteristics. Procedures developed for manufacturing reduced and low fat cheeses include modification of technological procedures, starter cultures selection and use of additives, as fat substitutes.

**Ključne reči:** reduced fat cheeses, aroma, texture, starter cultures, fat substitutes

## SIRARSKA PROIZVODNJA NA RASKRŠĆU TRADICIJE I INDUSTRIJE

ZLATAN SARIĆ, ZDENKO PUHAN, TARIK DIZDAREVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD:* Proizvodnja sira zauzima posebno mesto među mlečnim proizvodima. Razvoj tehnologije i povećana potrošnja sira u svetu su usloveli stvaranje sirarskih pogona velikih kapaciteta. Međutim, segment proizvodnje sira malih kapaciteta na gazdinstvima gde se mleko proizvodi i prerađuje, ili gde se mleko iz bliske okoline predaje u male si-rane, ostao je još uvek prisutan. Sistem malih seoskih sirana omogućava relativno brzu dostavu mleka na mesto proizvodnje, što je neophodan uslov za kvalitetnu proizvodnju sira.

Švajcarska je zemlja sa jakom sirarskom tradicijom i dobro organizovanom proizvodnjom sira visokog kvaliteta. Bosna i Hercegovina je, s druge strane, suočena sa posledicama ratnih razaranja, pa je organizacija proizvodnje sira, kao segmenta poljoprivrede, tek u procesu ponovnog razvoja. Sistem proizvodnje kvalitetnog sira u malim siranama je u Švajcarskoj dobro razvijen. Takav sistem je, zbog mnogih razloga, pogodan i za Bosnu i Hercegovinu. Stoga je u radu prikazan paralelno ovaj tip proizvodnje koji trenutno egzistira u obe države.

**Ključne reči:** sir, seoska sirana, kvalitet, tradicija, industrija.

### UVOD

Sir predstavlja važnu namirnicu u ishrani ljudi i danas sve više ima i širi značaj predstavljajući kulturno i tradicionalno ogledalo neke zemlje. U odnosu na mleko, sir ima veći sadržaj proteina i masti, a posebno je značajan po visokom sadržaju kalcijuma. Pored kvantitativnih promena komponenti mleka, u siru se, tokom proizvodnje, dešavaju i složeni biohemijski procesi pri kojima se pojedini sastojci znatno menjaju i razlažu na prostije komponente, što omogućava lakše varenje i bolju resorpciju u ljudskom organizmu (Sarić i Bijeljac, 2003a). Danas se u svetu proizvodi preko 1.000 različitih vrsta sireva i ovakva raznolikost se može objasniti specifičnim lancem biohemijskih promena koje se odvijaju u svakom pojedinom tipu sira (Sarić, 2002). Potrošnja sira doživljava stalan porast, a mnogi pokazatelji čak ukazuju na ubrzavajući trend u mnogim

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> dr Zlatan Sarić, docent, dipl. inž. Tarik Dizdarević, asistent, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Faculty of Agriculture University of Sarajevo, dr Zdenko Puhan, Prof. em., Swiss Federal Institut of Technology (ETH), Zurich, Switzerland

zemljama. Dalji porast se može očekivati, pošto u mnogim zemljama, uključujući zemlje centralne i istočne Evrope, ekonomski porast dovodi do većeg uvoza, a takođe i do veće proizvodnje (IDF, 2000). Zemlje najveće potrošnje sira su Grčka sa 28,7 kg sira/stanovniku, zatim Francuska sa 25,3 kg, Italija sa 21,9 kg te Nemačka sa 21,7 kg. U zemljama novim članicama EU sir se sve više konzumira, a takođe i u Rusiji (IDF, 2004a). U periodu 1990–1999. godine, proizvodnja sira u svetu je porasla za 3,7% (IDF, 2001). Ona je nastavila da raste dosežući 15,5 miliona tona u 2003. i 15,7 miliona tona u 2004. godini. U ovom periodu potrošnja je rasla po prilično ustaljenoj stopi porasta od oko 2% godišnje (IDF, 2004b). Ovde treba dodati da se pri poređenju potrošnje mora uzeti u obzir činjenica da sirevi imaju različit sadržaj vode i da bi zbog toga najkorektnije bilo preračunati količinu konzumiranog sira u kg mleka potrebnog za proizvodnju pojedinih sireva. Tada bi se dobili tačniji podaci.

Razvoj tehnologije i sve veće konzumiranje sira u svetu su usloveli stvaranje sirarskih pogona velikih kapaciteta. Tradicionalna proizvodnja sira je ipak ostala značajno zastupljena iako joj preči opasnost od nestajanja. Kako se većina tradicionalnih sireva pravi od sirovog mleka, za izradu takvih sireva potrebno je mleko visokog kvaliteta i, naročito, kratak put od proizvodnje mleka do prerade. U okviru proizvodnje sira sa malim kapacitetima, gde se sve ili gotovo sve operacije obavljaju manuelno, sistem malih seoskih sirana omogućava relativno brzu dostavu mleka na mesto proizvodnje, što je neophodan uslov za kvalitetnu proizvodnju sira. Švajcarska i Bosna i Hercegovina su brdsko-planinske zemlje gde geografsko okruženje pogoduje razvoju takvog tipa sirarstva.

## ISTORIJSKI RAZVOJ SIRARSKE PROIZVODNJE

Smatra se da je prvi sir proizveden u vremenu od 7.000 godina p.n.e. u području današnjeg Iraka, u plodnoj dolini između reka Tigris i Eufrat. Grupa kiselinskih sireva je nastala verovatno usled spontanog kišljenja i grušanja mleka pod uticajem toplije klime koja je vladala u tom regionu. Grupa slatkokoagulišućih sireva, značajnija i brojnija od prve, je, po svojoj prilici, nastala kada se mleko sipalo u životinjske mešine gde je dolazilo do grušanja pod uticajem enzima želudačnog soka. Gruš se razbijao, verovatno slučajno, usled pomeranja posuda, a surutka se izdvajala. Ubrzo je shvaćeno da je mleko u takvom dehidriranom obliku imalo veću održivost. Dodavanje soli, koje se kasnije počelo primenjivati, je produžilo trajnost i tako dodatno konzervisalo proizvod koji je sada imao puno veće mogućnosti korišćenja (Fox, 1993).

Podaci o proizvodnji mleka i mlečnih proizvoda postoje u Egiptu (4.000 godina p.n.e.) i Vavilonu (2.000 godina p.n.e.). Sirevi se spominju i u Bibliji, a u staroj Grčkoj ih opisuju Homer, Hippocrate i Aristotel. Proizvodnja sira je bila važna privredna grana u doba Rimskog Carstva, a sir se spominje u zapisima Plinija, Seneke, Paladiusa i Columelle. U rimskom periodu bio je razvijen izvoz sireva iz krajeva današnje Švajcarske, Francuske, Grčke, Sicilije i Balkana u Rim. U feudalno doba važnu ulogu je odigrala proizvodnja sireva u okvirima manastira odakle potiču i nazivi mnogih sireva (*Wensleydale*, *Port du Salut* ili *Saint Paulin* i drugih). Razvoj tako velikog broja vrsta sira je bio moguć zahvaljujući različitim «lokalnim» uslovima koji su vladali u određenom području (vrsta mleka, mikroflora, ishrana, lokalni običaji, itd.). Pretpostavka je da su one prilike koje su vodile poželjnim promenama kvaliteta sira bile ugrađene u standardan

proces proizvodnje koji je evoluirao tokom godina (Fox, 1993). Ipak, osnovna tehnologija nije pretrpela značajne izmene sve do 19. veka kada razvoj tehnologije i tržišta uslovljava velike promene u svim segmentima, pa i proizvodnji sira. Danas se opravdano može postaviti pitanje da li je sirarstvo umetnost ili industrija.

## KARAKTERISTIKE TRADICIONALNE I INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE SIRA

Tradicionalno, mnoge vrste sira su proizvedene u sasvim ograničenom geografskom regionu, posebno u planinskim područjima. Karakteristika autohtone ili tradicionalne proizvodnje sireva je da se uglavnom proizvode od sirovog mleka. Njihov ukus, miris i tekstura se značajno razlikuju od sireva napravljenih od pasterizovanog mleka. Posebnu odliku ovakvih sireva čini sačuvana prirodna mikroflora mleka od kojeg se prave. Ona uslovljava da ovi sirevi imaju brže zrenje i posebne karakteristike vezane za uslove područja u kojima se proizvode, a koji utiču na formiranje kvaliteta i fizičko-hemijskog i mikrobiološkog sastava mleka. Takvi faktori su geografsko okruženje, ishrana, klima, nadmorska visina, dakle svi oni koji određuju ishranu životinja i mikrofloru mleka. Zbog svega navedenog se može govoriti o autentičnosti određene vrste sira (Samaržija i Antunac, 2002). Pored ovoga, autohtoni sirevi čine deo tradicije kao što su pesme, folklor ili nošnja. Ovo posebno zbog činjenice da je sirarska proizvodnja delatnost koja se gaji u porodičnoj tradiciji prenoseći se sa kolena na koleno. Tako gledajući, sirevi predstavljaju nezaobilazan deo istorije i materijalno blago nekog naroda. Tržište je vremenom izdiferenciralo najvažnije vrste sireva, koje se danas proizvode u velikim industrijskim pogonima i dominiraju. Ovo dovodi do gubljenja specifičnosti u proizvodnji pojedinih vrsta sireva. Zanatska proizvodnja sireva se, uz sve ovo, ipak zadržala u mnogim krajevima. Manuelna proizvodnja malih količina dovodi do toga da ovi sirevi imaju višu cenu na tržištu u odnosu na masovnu industrijsku proizvodnju, ali i visok kvalitet. Negativne strane ovakve proizvodnje su da se ona često odvija pod lošim higijenskim uslovima proizvodnje mleka i prerade. Vrlo često ovo za sobom povlači loš mikrobiološki kvalitet i prisustvo neželjenih mikroorganizama, što uzrokuje kvar sira. Nestandardizovana tehnologija i različitost postupka proizvodnje koji varira od gazdinstva do gazdinstva uzrokuju da sir na tržištu ima neujednačen kvalitet, što šteti plasmanu na tržištu.

S druge strane, industrijska proizvodnja se odlikuje velikim količinama proizvedenog sira. Sve je više prisutna automatizacija što dovodi do smanjenja radne snage, te niže cene sira na tržištu. Svi ovi sirevi se prave od pasterizovanog mleka što znači da se uništava prirodna mikroflora mleka, čime se gubi na autentičnosti. Ovo povlači za sobom obaveznu upotrebu starter kultura bakterija mlečne kiseline i eventualno nekog od sekundarnih startera (propionske bakterije, *Brevibacterium linens* ili plesni) što zavisi od vrste sira. Selekcionisane starter kulture se proizvode u nekoliko svetskih centara (CHR. Hansen, Danisco i sl.) i tako distribuiraju sa istog mesta u razne delove sveta. Ovde se s pravom može postaviti pitanje autentičnosti takve sirarske proizvodnje, jer se razni (ili slični) tipovi sireva proizvode u različitim delovima sveta, ali uz upotrebu iste kulture koja im se dostavlja sa istih mesta i iz istih laboratorija. Stoga se može reći da upotreba komercijalnih kultura uz pasterizaciju narušava tradicionalni aspekt sirarske proizvodnje. Pored navedenog, sirevi iz masovne proizvodnje se često distribuiraju na tržištu pre nego što su postigli punu zrelost, što dovodi do gubitka arome. Oni se vrlo često pakuju u ra-

zne folije ili premazuju različitim premazima u cilju zaštite sira i gubitka vlage i tako zriju i idu na tržište. Pozitivne strane ovakve proizvodnje su dobra kontrola kvaliteta sirovine i proizvoda, te visok fizičko-hemijski i mikrobiološki kvalitet proizvoda. Ujednačena i automatizovana proizvodnja dovodi do standardnog kvaliteta i dobre održivosti sira tokom čuvanja i distribucije. U takvim pogonima su uglavnom uvedeni sistemi nadzora i kontrole upravljanja procesom (ISO, HACCP) (Bijeljac i Sarić, 2005).

Koncept malih seoskih sirana može otkloniti negativne strane oba tipa proizvodnje sira i ujedno uzeti ono što je optimalno kod svake. Na prvom mestu, ove su sirane manjih kapaciteta i tehnologija izvornih sireva je sačuvana. Mleko se ne pasterizuje pa je prirodna mikroflora sačuvana, što garantuje autentičnost sira. Sirane su obično locirane na centralnom mestu i udaljenost proizvođača mleka je mala, pa ono u kratkom vremenskom roku prelazi put od štale do sirane. Pogoni su većinom renovirani što omogućava primenu dobre higijene. Sirari-majstori se edukuju i zainteresovani su da proizvedu sir najvišeg kvaliteta. Kontrola kvaliteta sirovog mleka i sira je redovna i centralizovana, kao i prisustvo savetodavnih organa. Sirane su uvezane u sistem kroz asocijacije proizvođača ili sirara što im garantuje siguran plasman. Sve ovo rezultira sirom visokog kvaliteta koji opravdano može postići visoku cenu na tržištu.

## KONCEPT MALIH SEOSKIH SIRANA – PRIMER ŠVAJCARSKJE

Švajcarska je zemlja sa izrazito dugom sirarskom tradicijom. O tome svedoči i činjenica da je rimski pisac Plinije (oko 23–79 godine p.n.e.) spominjao «Caseus Helveticus» što se verovatno odnosilo na *Sbrinz*, najstariji švajcarski sir. Početak proizvodnje *Emmental* sira datira iz 1293. godine, a prvi put je spomenut u pisanim dokumentima pod svojim imenom 1542. godine. *Tête de Moine* ili *Bellelay* sir je napravljen prvi put u 12. veku od strane monaha Bellelay manastira. Prvi put se spominje u spisima 1570. godine. Pre više od 700 godina unazad sir iz Appenzell regiona je bio sredstvo plaćanja u naturi manastiru St. Gall (Swiss Cheese Union, 1991). *Schabzieger* je napravljen prvi put u Glarus-u oko 1.000 godine, a *Gruyère* u Doubs-i 1288. godine. U XIV veku proizvodnja sira dobija industrijska obeležja u Švajcarskoj, razvija se proizvodnja i izvoz *Emmental* sira, a od 1622. godine počinje kontrola kvaliteta (Dozet i sar., 1996). Proizvodnja sira u Švajcarskoj je u 2003. godini iznosila 160.200 tona, a potrošnja 138.000 tona, po stanovniku 18,3 kg (IDF, 2004a,2004b).

Alpski pašnjaci su karakterističan deo krajolika u Švajcarskoj. Alpi pokrivaju  $\frac{1}{4}$  Zemljine površine. Ovakva konfiguracija terena je pogodna za sirarsku proizvodnju, s obzirom na to da se sir ne mora svaki dan distribuirati u velike centre. Tradicionalni švajcarski sir se ne proizvodi u velikim fabrikama nego u seoskim siranama sa kojima farmer ima ličnu vezu. Ova decentralizovana proizvodnja je odlučujući faktor za visoki kvalitet švajcarskog sira, jer je mleko proizvod koji lako podleže kvaru. Vrhunski kvalitet sira se može garantovati samo ako je mleko smesta nakon muže isporučeno u siranu i ako sirar može proveriti kvalitet mleka svakog farmera. Oba ova faktora su osigurana jednostavnim načinom kroz sistem decentralizovanih sirana (Swiss Cheese Union, 1991).

Tabela 1. Seoske sirane u Švajcarskoj (Swiss Cheese Union, 1991)  
 Table 1. Village Cheesemaking in Switzerland (Swiss Cheese Union, 1991)

Tip sira / Type of Cheese	1990	2005
<i>Emmental</i>	672	212
<i>Gruyère</i>	328	202
<i>Sbrinz</i>	89	32
<i>Appenzeller</i>	113	70
<i>Tilsiter (Royalp)</i>	75	41
Ostali / The Others	–	205
Ukupno / Total	1277	762

Većina seoskih sirana je napravljena tokom prošlog veka pa su instalacije i građevine trošni, a postrojenja zastarela. Zbog toga je danas veliki broj seoskih sirana renoviran. Da bi ovo potpomogla, Švajcarska vlada je tokom mnogih godina obezbeđivala sredstva za sirane koje se trebaju renovirati ili ponovo izgraditi. Ovi fondovi su deo »strukturalnog poboljšanja u mlekarstvu«. Farmeri ne plaćaju kamatu, niti novac moraju vraćati vladi. Brojni kantoni su takođe obezbedili fondove za poboljšanje strukture farmi. Ovi doprinosi ne traže kamatu, ali dugovi moraju biti vraćeni. Seoske sirane su delimično porodične firme, gde oba roditelja rade u sirani. Veće sirane zapošljavaju praktikante i pomoćnike da pomažu u sirani. U mnogim selima sirana je vredan faktor zapošljavanja i plaćanja poreza. Često su uz sirane locirane i prodavnice koje drži familija sirara. Sirana je često glavno sastajalište u selu ili šire (Swiss Cheese Union, 1991). Poredeći broj sirana u 1990. i 2005. godini može se videti da se njihov broj ipak smanjuje i to za svaku vrstu sira, kao i ukupno. Ovo upućuje na zaključak da ili se manje sirane ukupnjavaju, za državajući svoj prvobitni karakter ili pak, industrijska proizvodnja uzima više maha.

Većina sirana koje proizvode *Emmental* sir proizvode najmanje 3–5 sireva dnevno. Da bi se ovo postiglo treba sakupiti mleko od oko 20–30 farmera koji zajedno čine kooperativu. Farmeri i sirari su zainteresovani za kvalitet sira, jer se dobar sir može dobiti samo ako svaki farmer isporuči kvalitetno mleko. Tako su snabdevači i prerađivači upućeni jedni na druge. Alpske kooperative formirane od strane planinskih farmera su stare, a neke su starije od švajcarske konfederacije. Farmeri koji su članovi kooperative prodaju svoje mleko siraru (otkupljivač mleka) koji, kao samo-zaposleni privrednik prerađuje mleko u sir na svoj sopstveni trošak. On prodaje sir na sopstveni rizik i trošak velikim distributerima sira. Zgrada i oprema sirane obično pripadaju kooperativi, a ređe otkuplivaču (Swiss Cheese Union, 1991).

Za proizvodnju sira je neophodno kvalitetno mleko. Prema podacima za 2006. godinu (Landwirtschaftliche Monatszahlen, 2007) u Švajcarskoj prosečna mlečnost po kravi je iznosila 6.400–6.600 litara po laktaciji, uz prosečan sadržaj masti od 4,09% i proteina od 3,33%. U pogledu ukupnog broja mikroorganizama i somatskih ćelija kvalitet mleka zadovoljava EU norme i to sa 99,00–99,11% slučajeva za ukupan broj mikroorganizama i 96,6% slučajeva za broj somatskih ćelija. U pogledu prisustva antibiotika 99,94–99,97% uzoraka je pokazalo negativan test.

Godinama je zarada proizvođačima mleka bila zagantovana uglavnom preko osnovne cene mleka koju je određivala država. To sada nije više slučaj i prodajna cena za sireve zavisi od potražnje na tržištu. Sada važe sledeći uslovi:

- farmer dobije u proseku 0,74 CHF za litar mleka,
- država subvencionise mleko prerađeno u sireve sa 0,15 CHF/l mleka (verovatno do 2011. godine),
- mleko proizvedeno bez silaže ima dodatak od 0,03 CHF.

Za sledeće sireve postoje organizacije proizvođača:

- *Emmental*
- *Gruyère*
- *Sbrinz*
- *Appenzell*
- Polutvrđi i meki sirevi.

Navedene organizacije vrše prodaju sireva trgovačkoj mreži koja plasira sireve u Švajcarskoj, kao i inostranstvu. Velike trgovačke kompanije imaju svoja skladišta gde se vrši zrenje mladih sireva sve do prodaje. Od 1. jula 2007. godine je promet mlečnih proizvoda sa EU potpuno liberalizovan bez ograničenja na količinu i bez carine. Za eksport van EU zasada postoji još izvesna subvencija, ali će i to za nekoliko godina biti ukinuto.

Sirevi se proizvode iz sirovog mleka uz dodatak starter kulture koja je izolovana iz prirodne mikroflore dotičnog sira (dakle indirektno potiče od takvog sira) (Puhan, 2004, 2006). Za kontrolu kvaliteta, istraživačke aktivnosti, te selekcionisanje starter kultura i snabdevanje sirana sa njima zadužen je *Švajcarski federalni institut za istraživanje u mlekarstvu*, Liebefeld, Bern. On je opremljen sa najsavremenijim uređajima i kvalitetnim osobljem, tako da može da izvrši ovaj zadatak. Dakle, država snažno podupire zaštitu autentičnosti sireva i održanje kvaliteta tako što finansijski podupire instituciju kroz koju vrši i izolaciju prirodne mikroflore i kontrolu kvaliteta sireva.

## KONCEPT MALIH SEOSKIH SIRANA – BOSNA I HERCEGOVINA

Bosna i Hercegovina je zemlja u kojoj je autohtona sirarska proizvodnja veoma zastupljena. Ona je brdsko-planinska zemlja sa krajolikom koji je sličan Švajcarskoj. Zbog takve konfiguracije terena osnovno strateško opredeljenje u poljoprivredi je stočarstvo. Unutar stočarske proizvodnje, posebno mesto pripada sirarskoj proizvodnji koja je pogodna zbog loše infrastrukture i komunikacija.

Proizvodnja sireva u Bosni i Hercegovini je vezana za stočarska kretanja. Za korišćenje planinskih pašnjaka, stočari su plaćali travarinu (pašarinu), koja se davala najviše u ovcama i siru, a prihodi od nje išli su u oblasni proračun. Balkanske planine, sa bogatim pašnjacima su bile povoljne za držanje stoke i preradu mleka, pa je stočarstvo predstavljalo osnovnu bazu za opstanak i prehranu porodice (Bijeljac i Sarić, 2005). Rat je izazvao pustošenje i razaranje većine predratnih mlekarskih kapaciteta u BiH, te velike migracije stanovništva sa sela u gradove, ostavljajući prostrane ruralne prostore praznim. Tradicionalna proizvodnja sira je dobrim delom narušena ali se ipak sačuvala. Njene karakteristike su jednostavna tehnologija, veliki udeo ovčijih sireva, te zatvorenost u ograničenim područjima. Zbog nestandardizovane proizvodnje kvalitet ovih sireva nije ujed-

načen. Poseban problem su nizak nivo higijene i vrlo često loš mikrobiološki kvalitet. Zaštita porekla i originalnosti nije ni započela. U pogledu stanja mlecarske industrije, od rata do danas izgrađen je veliki broj mlecarskih pogona, među kojima preovladavaju mali kapaciteti. Većina mleکارa ima konzumni program, a mali broj je onih koji su specijalizovani za sirarsku proizvodnju. Proizvodnja nije standardizovana pa tako imamo slučaj da se sir pod istim nazivom proizvodi u različitim siranama, dok mu se i kvalitet i osobine razlikuju. Takođe se proizvodi sir u istom tipu ali pod različitim nazivima od strane nekoliko proizvođača. Ne postoji povezanost proizvođača kroz asocijacije, kao ni asocijacije za pojedine tipove sireva (npr. konzorcijumi u Italiji).

Značajna količina mlečnih proizvoda, pa tako i sireva se potroši u samim domaćinstvima gde su i proizvedeni, tako da postoje poteškoće u dobijanju dovoljno pouzdanih podataka. U Federaciji BiH, proizvodnja sira je iznosila 1.070 tona u 2003. godini da bi se u 2004. godini povećala na 1.222 tona, što ukazuje na trend porasta (Statistički godišnjak FBiH, 2004, 2005). U 2002. godini od ukupno 35 mleکارa u FBiH, 20 je imalo u proizvodnom programu sveži sitni sir, beli sir u salamuri 9 mleکارa, dok je 9 mleکارa proizvodilo polutvrde i tvrde sireve (Loza i sar., 2003). U 2004. godini, od ukupno 140.222.000 litara prerađenih u mleکارama u BiH u sir je prerađeno 21.500.000 litara, što čini učešće od 15,5% (Loza, 2005). Prema istom izvoru, ukupna proizvodnja sira u BiH (mleکارa) je iznosila 2.950 tona sa strukturom kao u tabeli 2.

Tabela 2. Procena proizvodnje sira u BiH (Loza, 2005)

Table 2. Estimation of Cheese Production in B&H (Loza, 2005)

Br. No.	Vrsta sira <i>Cheese Type</i>	FBiH*- tona <i>FB&amp;H* - tons</i>	RS** - tona <i>RS** - tons</i>	BiH-tona <i>B&amp;H - tons</i>
1	Kravlji sir "kriška" u salamuri <i>Cow's white brined cheese</i>	223	149	372
2	Polutvrđi i tvrđi sirevi / <i>Semi-hard and hard cheese</i> tip / type <i>Gauda, Edam, Trapist, Livanjski</i>	1.121	120	1.241
3	Sveži sitni sir i sirni namazi <i>Fresh cheese and dairy spreads</i>	780	557	1.337
	<i>Svega/Total</i>	2.124	826	2.950
4	Broj proizvođača sira (mleکارa) / <i>Number of cheese producers (dairies)</i> - kravlji sir "kriška" u salamuri / <i>Cow's white brined cheese</i> - polutvrđi i tvrđi sirevi / <i>Semi-hard and hard cheeses</i> - sveži sitni sir i sirni namazi / <i>Fresh cheese and dairy spreads</i>	12 11 21	8 4 16	20 15 37

FBiH\* – Federacija BiH / *Federation of Bosnia and Herzegovina*

RS\*\* – Republika Srpska / *Republic of Srpska*

Situacija oko procene sira se dodatno komplikuje činjenicom da nekoliko vodećih tradicionalnih BiH sireva proizvode i plasiraju na tržište sami farmeri (*travnički sir, kajmak, donekle livanjski sir*). Tradicionalni BiH sirevi, sa izuzetkom *livanjskog sira i trapista*, i tek od nedavno *travničkog sira i kajmaka* se ne proizvode industrijski, pa je upotreba starter kultura do sada najviše primenjivana na eksperimentalnom nivou (Sarić i sar., 2002, Sarić i Bijeljac, 2003b, 2003c). Stoga se proizvodnja, prerada i plasman navedenih proizvoda obavlja mimo uobičajenih kanala distribucije, pa tako ovi podaci teško mogu biti obuhvaćeni i statistički obrađeni. U prilog ovome govori i činjenica da učešće otkupa u proizvodnji mleka čini samo 22,3% (Loza, 2005). Ovome treba dodati podatak da je u 2004. godini u FBiH otkup svih vrsta sireva iznosio 164 tone, te da je na pijacama, koje su značajno prodajno mesto tradicionalnih sireva, u istoj godini prodato 768 tona sira i 60 tona kajmaka (Statistički godišnjak FBiH, 2005). Za potrošnju sira po stanovniku ne postoje pouzdani podaci, ali se može proceniti da je ona na nivou država sa najnižom potrošnjom, negde oko 4 kg.

Prema podacima za 2004. godinu, prosečna proizvodnja mleka po kravi u Bosni i Hercegovini je iznosila 1.900 (Statistički godišnjak FBiH, 2005) odnosno 1.940 litara (Loza, 2005). U pogledu kvaliteta mleka, još uvek nije uspostavljena centralna laboratorija za kontrolu pa tako nema ni baze podataka. Preliminarne studije (neobjavljeni podaci) govore o prilično lošem kvalitetu, naročito kada se govori o ukupnom broju mikroorganizama, dok je situacija nešto bolja sa brojem somatskih ćelija.

Odvvojene studije su rađene parcijalno na različitim otkupnim područjima. Prema ispitivanjima kvaliteta mleka na području centralne Bosne u periodu 2000–2003. godina, rezultati reduktazne probe su pokazali da se kvalitet mleka sukcesivno popravljao iz godine u godinu. Tako je procentualni udeo uzoraka koji su po ovom kriterijumu svrstani u kategoriju „loš“ opadao sa 16,2% (2000. godina) do 0,1% (2003. godina) uz povećanje učešća srednje klase (Bijeljac i sar., 2002, Skender i sar., 2004). Druga istraživanja na području severne Bosne ukazuju takođe na trend poboljšanja kvaliteta mleka u pogledu ukupnog broja mikroorganizama/ml u periodu 2004–2006. godina (Jerinić i sar., 2006).

Plaćanje mleka je za sada još uvek po masnoj jedinici, ali je u pripremi novi Pravilnik o kvalitetu mleka i to će se ubrzo promeniti. Cena mleka u FBiH iznosi 0,50 KM/l na bazi 3,6% mlečne masti uz premiju države od 0,14 KM/litri za proizvođače sa preko 1.200 litara kvartalno (minimalno 300 litara mesečno). Uz to, većina kantona ima i svoju premiju koja npr. u Kantonu Sarajevo iznosi 0,10 KM/l. U RS cena je 0,11 KM/masnoj jedinici. Premija je različita u zavisnosti da li mleko potiče od krava držanih u ravničarskim predelima (0,10 KM/litri) ili iz planinskih predela (0,12 KM/litri), bez ograničenja u pogledu količine proizvedenog mleka. Ne postoje posebne premije ni subvencije za proizvodnju sira. Još nije usvojen Zakon o poljoprivredi na nivou, BiH pa tako je i plaćanje mleka različito zavisno od entiteta.

Koncept malih seoskih sirana je bio nepoznat u Bosni i Hercegovini, a kooperative su pre rata imale sasvim drugačije značenje od onog koje bi trebalo biti. DGRV (Deutsche Genossenschaft und Reiffeisen Verband – krovni savez nemačkih zadruga) je podstaknuo i finansijski-kreditno potpomogao otvaranje nekoliko sirarskih pogona malih kapaciteta u vlasništvu asocijacija farmera. Osnovna ideja je podržati razvoj i jačanje zadruga u Bosni i Hercegovini sa naglaskom na jačanje zajedništva između prerađivača i otkuplivača mleka. Posebnu podršku DGRV je dao osnivanju sirana u nerazvijenim regionima BiH (planinski regioni), gde se mleko sakuplja iz neposredne okoline i

prerađuje u kvalitetne sireve koji imaju sve karakteristike tog područja. Sredstva se otplaćuju u vidu kredita u jedan fond kojeg korisnici dalje mogu koristiti za investiranje ili se njima mogu potpomoci novi zadrugari. Takođe, bitna odredba čitavog koncepta je da se sirane organizuju i povežu u jedinstvenu organizaciju, koja bi mogla odoljevati iskušenjima tržišta. Zadruge, odnosno udruženja farmera kao pravni subjekti su vlasnici sirana, a članovi zadruge su i proizvođači i prerađivači mleka. Celi proces je praćen sirarskom obukom organizovanom od strane domaćih eksperata (Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo). Iako još daleko od toga, koncept podseća na onaj kakav su Švajcarci instalirali pre mnogo godina. Program malih sirana u BiH je započeo 2001. godine i do sada je realizovano 6 malih sirana, uglavnom u planinskim regionima. Zadaci zajedničke organizacije su: zajednička prodaja i kupovina repromaterijala, zajednički nastup na sajmovima, edukacija farmera i tehnologa i kontrola svih aspekata u procesu proizvodnje (DGRV, 2005).

## ZAKLJUČAK

Tradicionalna proizvodnja sira gubi bitku sa industrijom i preti joj opasnost od iščekivanja. Problemi ove proizvodnje su nizak higijenski nivo i nestandardizovana proizvodnja. S druge strane, masovna industrijska proizvodnja vodi ka gubljenju autentičnosti sireva. Koncept malih seoskih sirana nastoji da pomiri suprotnosti i istakne pozitivne strane oba ova vida proizvodnje. Ovaj rad proučava sistem sirarske proizvodnje putem «proizvodnje i prerade mleka na jednom mestu» na primeru Švajcarske koja ima dobru organizaciju, dugu tradiciju i visok kvalitet sira. Može se konstatovati da Švajcarska, iako u znatno manjoj meri nego pre, daje jasnu i konkretnu podršku razvoju i očuvanju proizvodnje svojih tradicionalnih sireva. U Bosni i Hercegovini se javljaju pokušaji da se uvede sistem malih seoskih sirana kroz DGRV program podrške sirarstvu u Bosni i Hercegovini. U radu su korišćena iskustva i rezultati dobijeni kroz realizaciju istraživačkih projekata na autohtonim sirevima Bosne i Hercegovine: «Metode procjene zrelosti sireva» (Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo); «Očuvanje tradicionalne proizvodnje sira u okolini Tuzle» (NVO-EKOPOT, Tuzla); «Standardizacija tehnologije i hemijskog, fizičkog i mikrobiološkog kvaliteta autohtonog bijelog salamurnog (*travnički*) i tvrdog (*livanjski*) sira u BiH» (Poljoprivredno-prehrambeni i Veterinarski fakultet, Sarajevo; Tehnološki i Poljoprivredni fakultet, Banja Luka; Agronomski fakultet, Mostar; u saradnji sa NLO, Norveška) i «Sirarska edukacija za polaznike iz mljekara uključenih u DGRV program podrške sirarstvu u BiH i Crnoj Gori» (Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo).

## LITERATURA

BIJELJAC, S., SKENDER, H., SARIĆ, Z.: Kvalitet mljeka u otkupu: postojeće stanje i pravci razvoja. Jugoslovenski mlekarSKI simpozijum "Savremeni trendovi u mlekarstvu", Vrnjačka Banja (2002).

BIJELJAC, S., SARIĆ, Z.: Autohtoni mlječni proizvodi sa osnovama sirarstva. izd. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu. Sarajevo, (2005).

- DOZET, N., ADŽIĆ, N., STANIŠIĆ, M., ŽIVIĆ, N.: Autohtoni mliječni proizvodi. izd. Poljoprivredni institut – Podgorica i SILMIR – Beograd, (1996).
- FOX, P. F.: Cheese: An Overview. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Ed. Fox, P.F., Sec. Ed. London, (1993).
- JERINIĆ, S., ZAKIĆ, M., VILENICA, N., GAČEŠA, B., DOŠEN, N.: Kvalitet sirovog mlijeka. Mlijekoprodukt d.o.o. IV Seminar mljekarskih tehnologa BiH „Mlijeko 06“. Milkprocessing, MTC SI, Chr. Hansen. Teslić (2006).
- KURZDARSTELLUNG DGRV – Aktivitäten in Bosnien – Herzegowina, (2005).
- LANDWIRTSCHAFTLICHE MONATSAHLEN, 67 (1), 1-48, Brug, (2007).
- LOZA, D., ČIČIĆ, M., PRICA, V., PEŠTEK, A.: Proizvodnja, prerada i tržište mlijeka u FBiH. Milkprocessing d.o.o. Sarajevo, (2003).
- LOZA, D.: Proizvodnja i prerada mlijeka u BiH u 2004. godini. Milkprocessing d.o.o. Sarajevo, (2005).
- PUHAN, Z.: Očuvanje bogatstva asortimana autohtonih mliječnih proizvoda u Europi – izazov za praksu i znanost. Zbrnik sažetaka, 36. Hrvatski simpozij mljekarskih stručnjaka s međunarodnim sudjelovanjem. Lovran, (2004).
- PUHAN, Z.: Zaštita porekla i organizacija sirarske proizvodnje u Švajcarskoj. Workshop: Standardizacija kvaliteta i zaštita originalnog i geografskog porijekla autohtonih sireva, Sarajevo, (2006).
- SAMARŽIJA, D., ANTUNAC, N.: Oznake kvalitete: izvornost (PDO), zemljopisno podrijetlo (PGI) i garantirano tradicijski specijalitet (TSG) u socijalnoj i gospodarstvenoj zaštiti tradicionalne proizvodnje sira. *Mljekarstvo* 52 (4), (2002).
- SARIĆ, Z.: Izučavanje biohemijskih procesa tokom tehnološkog procesa kod tipova livanjskog i travničkog sira. Disertacija, Sarajevo (2002).
- SARIĆ, Z., LÜTHI-PENG, Q., PUHAN, Z.: Quality aspects of Travnicki cheese made from raw and pasteurized cow and goat milk. *Milchwissenschaft* 57 (11/12) (2002).
- SARIĆ, Z., BIJELJAC, S.: Autohtoni sirevi Bosne i Hercegovine. *Mljekarstvo* 53 (2), (2003a).
- SARIĆ, Z., BIJELJAC, S.: Tradicionalna proizvodnja livanjskog sira kao osnova za industrijsku proizvodnju. Jugoslovenski mlekarSKI simpozijum “Savremeni trendovi u mlekarstvu”, Zlatibor (2003b).
- SARIĆ, Z., BIJELJAC, S.: Primjena mješovite, pretežno mezofilne starter kulture u proizvodnji sira tipa *travnički*. *Prehrambena industrija*, Vol. 14, 1–2 (2003c).
- SKENDER, H., BIJELJAC, S., SARIĆ, Z.: Kvalitet sirovog mlijeka na području srednje Bosne kao faktor kvaliteta mliječnih proizvoda. *Prehrambena industrija*, Vol. 15, 1–2 (2004).
- STATISTIČKI GODIŠNJAK/ljetopis Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo (2004).
- STATISTIČKI GODIŠNJAK/ljetopis Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo (2005).
- SWISS CHEESE UNION Switzerland is Cheeseland. Ed. Swiss Cheese Union Inc. Berne (1991).
- THE WORLD DAIRY SITUATION 2000. Consumption. Bulletin of the International Dairy federation N° 355 (2000).

THE WORLD DAIRY SITUATION 2004. Consumption. Bulletin of the International Dairy federation N° 391 (2004a).

THE WORLD DAIRY SITUATION 2004. Industrial Milk Treatment and Processing. Bulletin of the International Dairy federation N° 391 (2004b).

THE WORLD MARKET FOR CHEESE 1990-1999 (Fifth Edition). Summary 1990-1999. and future trends. Bulletin of the International Dairy federation N° 359 (2001).

## **CHEESE MANUFACTURE AT TRADITION AND INDUSTRY CROSSWAYS**

ZLATAN SARIĆ, ZDENKO PUHAN, TARIK DIZDAREVIĆ

### **Summary**

Cheese manufacture has a distinguished place among dairy products. Development of technology as well as increased cheese consumption and production led to large-scale cheese production capacities. However, cheese making at small village households where milk is both produced and processed remained important in many areas of the world. Small village dairies allow relatively efficient delivery of milk which is a necessary precondition for high quality cheese.

Switzerland is a country with long cheese making tradition and known by production of high quality cheese. Opposite to this, Bosnia and Herzegovina is faced with consequences of war and the manufacture of cheese, as part of agricultural production, being in process of development. Since the production in small village dairies is well developed in Switzerland, its long-standing experience can be helpful for development of cheese manufacture particularly in rural areas of Bosnia and Herzegovina.

**Key words:** cheese, village dairy, quality, tradition, industry.

## SERUM PROTEINI – TEHNOLOŠKO-FUNKCIONALNA SVOJSTVA I MOGUĆNOST PRIMENE

SNEŽANA JOVANOVIĆ, MIROLJUB BARAĆ, OGNJEN MAĆEJ, TANJA VUČIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Visoka nutritivna vrednost izražena dobro izbalansiranim odnosom esencijalnih aminokiselina, kao i povoljne fizičko-hemijske osobine čine serum proteine vrlo interesantnim ingredijentima u prehrambenoj i drugim granama industrije. Serum proteini se najčešće koriste u cilju poboljšanja hranljive vrednosti finalnog proizvoda, kao i radi postizanja određenih tehnološko-funkcionalnih svojstava proizvoda, poput obrazovanja pene ili gela, obrazovanja i stabilizacije emulzije. Danas je poznata široka paleta proizvoda na bazi serum proteina, pri čemu su proteinski koncentraciji, izolati i hidrolizati našli najširu primenu. Međutim, u savremenoj svetskoj literaturi sve je više podataka o značajnom terapeutskom efektu pojedinih manje zastupljenih serum proteina čak i pri lečenju i najtežih oboljenja, što otvara mogućnost razvoja industrije prečišćenih proteina surutke, koji imaju odbrambenu ulogu u organizmu i terapeutsku funkciju.*

**Ključne reči:** serum proteini, funkcionalna svojstva, terapeutski efekat.

### UVOD

Pod pojmom serum proteina podrazumevaju se proteini koji zaostaju u serumu ili surutki nakon precipitacije kazeina pri pH 4.6 i temperaturi od 20°C. Serum proteini, ili proteini surutke čine približno 18-20% ukupnih proteina mleka. Po strukturi to su kompaktni globularni proteini, različitog aminokiselinskog sastava a time i različitih fizičko-hemijskih osobina.

Najvažniji serum proteini su  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -lg),  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -la), albumin krvnog seruma (BSA), proteozo-peptonska frakcija (PP) i imunoglobulini (Ig). Pored ovih proteina, u mlečnom serumu su prisutni i drugi proteini u malim količinama, kao što su laktoferin, laktolin, glikoprotein, krvni transferin, kao i oko 60 različitih indogenih enzima.

Sastav, struktura i osobine dominantnih serum proteina dobro su poznate i obrađene i u našoj literaturi (Jovanović i sar., 2003, 2005a, 2005b, Maćej i sar., 2007). Manje zastupljenim proteinima naši autori su se malo bavili, a u svetskoj literaturi im se

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup>Dr Snežana Jovanović, vanredni profesor, Dr Miroljub Barać, docent, Dr Ognjen Maćej, redovni profesor, Tanja Vučić, dipl. ing. stručni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

poklanja sve veća pažnja. Naime, pozitivna terapeutska svojstva manje zastupljenih serum proteina kao što su laktoferin, laktoperoksidaza i tzv. biološki aktivni peptidi čine ih vrlo interesantnim. Zbog toga će se u ovom radu dati kratak prikaz osnovnih karakteristika najzastupljenijih proteina mlečnog seruma, kao i detaljniji prikaz manje zastupljenih komponenti.

### Dominantni serum proteini

**$\beta$ -laktoglobulin** ( $\beta$ -lg) je najzastupljeniji protein mlečnog seruma kravljeg mleka.  $\beta$ -laktoglobulin predstavlja oko 50% ukupnih serum proteina i 12% ukupnih proteina mleka. Do skora se smatralo da je  $\beta$ -lg prisutan samo u mleku preživara, međutim danas se zna da i mleko nekih vrsta nepreživara sadrži ovaj protein.  $\beta$ -laktoglobulin je globularni protein molekulske mase 18.300 po monomeru. U mleku se javlja u 6 genetskih varijanti (A, B, A<sub>DR</sub>, B<sub>DR</sub>, C i D) (Gordon i Kalan, 1974), od kojih su varijante A i B najčešće zastupljene.

**$\alpha$ -laktalbumin** je po zastupljenosti drugi serum protein kravljeg mleka. Čini oko 20% ukupnih serum proteina, ili 2-5% ukupnih azotnih materija mleka. Karakteriše se relativno malom molekulskom masom (oko 14.200) i javlja se u dve genetske varijante A i B, molekulske mase 14.146 i 14.174 (Swaisgood, 1993).  $\alpha$ -la je metaloprotein jer vezuje jedan jon Ca<sup>2+</sup> po molu i to na mestu petlje koja sadrži četiri ostatka asparagina (Berliener i sar., 1991). Molekul  $\alpha$ -la u kompleksu sa jonima kalcijuma je izuzetno stabilan pri dejstvu povišenih temperatura (termički najstabilniji serum protein).

Kravlje mleko sadrži malu količinu **BSA**. Ovaj protein predstavlja 6.6% proteina mlečnog seruma, odnosno 0.3–1.0% ukupnih azotnih materija mleka (Fox i McSweeney, 1998). U mleko dospeva preko krvi. Prema de Wit i Klarenbeek-u (1983), molekulska masa albumina krvnog seruma iznosi 66.000, mada Aslam i Hurley (1997) navode molekulsku masu od 68.000. Sastoji se od 582 aminokiselinska ostatka. Sadrži 35 cisteinskih ostataka po molu; 34 cisteinska ostatka učestvuje u formiranju 17 disulfidnih intermolekulskih mostova, dok jedan egzistira kao slobodan i daje slobodnu –SH grupu (de Wit i Klarenbeek, 1983).

Mleko sadrži pet klasa **imunoglobulina** i to: imunoglobulin A (IgA), imunoglobulin G (IgG), imunoglobulin D (IgD), imunoglobulin E (IgE) i imunoglobulin M (IgM). Mleko sadrži imunoglobuline u koncentraciji od 0.6-1 g/l, što predstavlja približno 3% ukupnih azotnih materija mleka. Međutim, njihov sadržaj u kolostrumu je znatno veći i može biti i do 100 g/l (Fox i McSweeney, 1998). Najzastupljeniji Ig mleka je imunoglobulin G, koji predstavlja 80% svih imunoglobulina (de Wit i Klarenbeek, 1983). IgG se u mleku javlja u vidu podklasa, IgG<sub>1</sub> i IgG<sub>2</sub>. Imunoglobulin G<sub>1</sub> je molekulske mase 160.000 i u mleku je zastupljen sa 0.04%, dok je IG<sub>2</sub> zastupljen sa 0.005%. IgG se sastoji od dva teška (H) i dva laka polipeptidna lanca (L), međusobno povezana disulfidnim vezama.

**Proteozo-peptonsku frakciju (PP)** čine termički stabilni fosfoglikoproteini. Ova frakcija obično se definiše kao frakcija proteina, koja zaostaje u serumu nakon termičke obrade mleka na 95°C u toku 20 minuta i pri pH 4.7. Proteini ove frakcije precipitiraju pod dejstvom 12% trihlorsirćetne kiseline (TCA). Proteozo-peptonska frakcija predstavlja 2–6% proteina obranog mleka, odnosno oko 1.1% ukupnih proteina mleka. Čine je četiri glavne komponente, koje su u literaturi označene kao proteozo-peptonska komponenta 3 (PP3), proteozo-peptonska komponenta 5 (PP5), proteozo-peptonska komponenta

ta 8-brza (PP8-brza) i proteozo-peptonska komponenta 8-spora (PP8-spora). Pored njih, ovu frakciju čine i neke druge znatno manje zastupljene komponente. Prema dosadašnjim saznanjima, PP komponente 5 i 8 predstavljaju produkte delimične hidrolize kazeina, odnosno predstavljaju fragmente kazeina. Komponente ove frakcije su malih molekulskih masa i kreću se u intervalu 4.100– 20.000.

### Manje zastupljeni serum proteini

Pored prethodno razmatranih proteina, u mleku je detektovan i ceo spektar drugih manje zastupljenih proteina kao što su: transferin, laktoferin,  $\beta_2$ -mikroglobulin, M1- i M2- glikoproteini,  $\alpha_1$ -kiseli glikoprotein, ceruloplazmin i tzv. folat-vezujući protein (Tabela 1).

Tabela 1. Neke osobine manje zastupljenih proteina mleka (Fox, 2003)  
*Table 1. Some properties of minor proteins in milk (Fox, 2003)*

Protein/ Protein	Molekulska masa/ Molecular mass (Da)	Koncentracija/ Concentration (mg/L)	Poreklo/ Source
$\beta_2$ -mikroglobulin/ <i><math>\beta_2</math>-Microglobulin</i>	11.636	9.5	Monociti/ <i>Monocytes</i>
Osteopontin/ <i>Osteopontin</i>	60.000	3–10	Mlečna žlezda / <i>Mammary</i>
Proteozo pepton 3/ <i>Proteoso peptone 3</i>	28.000	300	Mlečna žlezda / <i>Mammary</i>
Folat-vezujući protein/ <i>Folate-binding protein</i>	30.000	6-10	–
Vit. D-vezujući protein/ <i>Vit. D-binding protein</i>	52.000	16	Krv/ <i>Blood</i>
Vit. B <sub>12</sub> -vezujući protein/ <i>Vit. B<sub>12</sub>-binding protein</i>	43.000	0.1–0.2	–
Angiogenin-1/ <i>Angiogenin-1</i>	14.577	4-8	Mlečna žlezda / <i>Mammary</i>
Angiogenin-2/ <i>Angiogenin-2</i>	14.522	–	–
Kininogen/ <i>Kininogen</i>	68.000/17.000	–	Krv/ <i>Blood</i>
Laktoferin/ <i>Lactoferrin</i>	82.000	20–350	Mlečna žlezda / <i>Mammary</i>
Transferin/ <i>Transferrin</i>	77.000	–	Krv/ <i>Blood</i>
Ceruloplazmin/ <i>Ceruloplasmin</i>	132.000	–	Mlečna žlezda / <i>Mammary</i>
A <sub>1</sub> -kiseli glikoprotein/ <i>A<sub>1</sub>- Acid glycoprotein</i>	40.000	< 20	Krv/ <i>Blood</i>
Prosaposin/ <i>Prosaposin</i>	66.000	6.0	Mlečna žlezda/ <i>Mammary</i>
Enzimi/ <i>Enzymes (~60)</i>	Različita/ <i>Various</i>	U tragovima/ <i>Trace</i>	Krv, mlečna žlezda/ <i>Blood, mammary</i>

**Transferin** je protein koji vezuje jone gvožđa. Elektroforetski i imunohemijski identičan je transferinu krvnog seruma. Elektroforetske analize oba proteina ukazuju na izraženi polimorfizam, tako da se detektuju sa nekoliko proteinskih traka. Ovaj protein predstavlja glikoprotein; sadrži kovalentno vezani ugljenohidratni niz, koji se sastoji od N-acetilglukozamina, manoze, galaktoze i N-acetilneuraminske kiseline. Jedan mol transferina vezuje dva feri-mola jona (Jeness, 1982). Molekulska masa ovog proteina i kreće se u intervalu 75.000–77.000.

**Laktoferin** (Lf) je drugi protein koji ima sposobnost vezivanja jona gvožđa. Izolovan je još 1939. godine. Ovaj protein može biti izolovan iz kiselog kazeina, surutke i adsorpcionog sloja kapljica mlečne masti, što ukazuje na različitu distribuciju ovog proteina. Slično transferinu, ovaj protein se elektroforetskim tehnikama detektuje sa nekoliko traka. Molekul laktoferina sa vezanim jonima gvožđa je crvene boje, dok je u njihovom odsustvu bezbojan. Vezuje dva feri-mola jona po molu, i u ovoj formi ima molekulsku masu od 93.000. Međutim, u literaturi su prisutni i drugačiji podaci o njegovoj molekulskoj masi. Prema Leger i sar. (1977), molekulska masa ovog proteina je 77.000. Izoelektrična tačka laktoferina je oko pH 9. To znači da je za razliku od većine drugih proteina u mleku u obliku katjona. Sastoji se od 689 aminokiselinskih ostataka. Posедуje tri disulfidne veze. Sadržaj ovog proteina u kravljem mleku varira. Smatra se da laktoferin ima nekoliko bioloških funkcija, kao što je poboljšanje usvajanja gvožđa i bakteriostatičko dejstvo, a ima i antikancerogenu aktivnost, kao i antibakterijsko, antivirusno i antiinflamatorno dejstvo (Fox i McSweeney, 1998, Fox, 2003). Generalno, sadržaj Lf u kravljem mleku je znatno niži od humanog mleka. U humanom mleku Lf predstavlja približno 20% ukupnih azotnih materija (Fox, 2003). S obzirom na biološku funkciju, obogaćivanje kravljeg mleka laktoferinom je od posebnog značaja u proizvodnji mleka za bebe. Delimičnom hidrolizom Lf pod dejstvom pepsina nastaje polipeptid laktofericin koji ima izraženije bakteriostatičko dejstvo, koje je nezavisno od prisustva gvožđa.

**$\beta_2$ -mikroglobulin** je protein koji je homolog konstantnom polipeptidnom nizu imunoglobulina IgG. Prvi put je izolovan DEAE-celuloznom hromatografijom iz kazeina precipitiranog u kiseloj sredini. Prvobitno je nazvan laktolin, ali naknadnom analizom kristala ovog proteina Groves i Greenberg (1977) su pokazali da je tako izolovan predstavljao stabilan tetramer  $\beta_2$ -mikroglobulina. Isti autori utvrdili su i primarnu strukturu ovog proteina. Sastoji se od 98 aminokiselinskih ostataka i ima molekulsku masu od 11.636. Međutim, forma ovog proteina zavisi od njegove koncentracije. Pri jako niskim koncentracijama u rastvoru prisutan je kao monomer, dok pri visokim koncentracijama podleže tetramer konverziji.

**M-1 glikoproteini** su proteini molekulske mase koja se kreće u intervalu 7.200 do 12.000. Frakcije molekulske mase do 7.200 sadrže 24%, dok frakcija molekulske mase od 12.000 sadrži 39% ugljenih hidrata. To su proteini negativno naelektrisani pri pH 4.5 i sadrže fosfatne grupe. Sadrže velike količine glutaminske kiseline, prolina i treonina, a ne sadrže cistein i triptofan. Molekuli krupnijih proteina ne sadrže histidin, tirozin i arginin. Ugljenohidratni niz M-1 glikoproteina sastoji se od galaktoze i glukozamina.

U kravljem kolostrumu detektovano je i prisustvo **M-2 glikoproteina** i  **$\alpha_1$ -kiselog glikoproteina**.  $\alpha_1$ -kiselog glikoprotein se sastoji od jednog polipeptidnog niza izgrađenog od 181 aminokiselinskog ostatka i pet heteropolisaharidnih grupa vezanih preko ostataka asparagina.

**Osteopontin** je visokofosforilovani kiseli glikoprotein. Proteinski deo se sastoji od 261 aminokiselinskog ostatka, tako da je proračunata molekulska masa proteinskog dela 29.283. Molekulska masa celog glikoproteina je oko 60.000. Sadrži 27 ostataka fosfoserina, jedan ostatak fosfotreonina i tri O-glikozilovana treonina. Posедуje i 50 potencijalnih mesta na kojima se mogu vezivati joni kalcijuma i magnezijuma. U uslovima normalnih fizioloških koncentracija na polovinu tih mesta su vezani joni ovih metala. Uloga ovog proteina u mleku nije poznata, ali se može pretpostaviti da mu je jedna od uloga vezivanje jona kalcijuma. Obzirom na niske koncentracije u kojim je prisutan u mleku, kapacitet vezivanja jona  $Ca^{2+}$  u mleku je mali u odnosu na kazein.

**Proteini koji vezuju vitamine.** Pored  $\beta$ -laktoglobulina, u mleku su prisutni i drugi proteini koji vezuju sledeće vitamine: retinol (vit. A), vitamin D, folnu kiselinu, riboflavin i kobalamin ( $B_{12}$ ). Njihova uloga još uvek nije dovoljno jasna. Smatra se da poboljšavaju resorpciju vitamina i da imaju antibakterijsko dejstvo, s obzirom da čine vitamine nedostupnim za bakterije. Koncentracija ovih proteina varira tokom laktacije, mada se još uvek nedovoljno zna o uticaju različitih faktora na njihov sadržaj u mleku.

Najveći deo folne kiseline i njenih derivata u kravljem mleku vezani su za specifičan protein (*engl. folate binding protein, FBP*). Prema Fox-u (2003), ovaj protein se sastoji od jednog polipeptidnog niza koji čine 222 aminokiselinska ostatka i računski dobijena molekulska masa mu je 25.825. Sadrži osam disulfidnih veza i dva ugljenohidratna niza vezana za ostatak asparaginske kiseline u položaju 49 i 141. Ugljenohidratni nizovi čine oko 10% ukupne mase molekula, tako da glikoprotein ima molekulsku masu od 30.000. Ugljenohidratni niz ovog glikoproteina čini N-acetilglukozamin, N-acetilgalaktozamin, fukoza, manoza, galaktoza i salicilna kiselina. Nasuprot ovom, Salter i sar. (1972) su ga primenom afinitivne hromatografije na sefarozi sa vezanim folatima okarakterisali kao protein molekulske mase oko 35.000, koji je u mleku prisutan u koncentraciji od oko 8 mg/l. U oblasti pH 5.5 do 8.0 ovaj protein vezuje folnu kiselinu i njene derivate i to jedan mol folata po molu proteina. U sredini sa nižim pH vrednostima dolazi do raskidanja veze između njih.

U mleku nekih životinjskih vrsta utvrđeno je prisustvo proteina koji vezuje vitamin D, a koji je inače prisutan u krvnom serumu u koncentraciji od oko 2%. To je glikoprotein, molekulske mase 52.000, koji predstavlja homolog BSA. Koncentracija ovog proteina je različita u pojedinim fazama; u kolostrumu je najveća, a zatim opada. Slično BSA ovaj protein ima sposobnost vezivanja i masnih kiselina dugog lanca.

Sveže kravlje mleko sadrži i protein koji vezuje riboflavin. Molekulska masa ovog proteina je oko 38.000. Kompleks koji obrazuje sa riboflavinom karakteriše se dobrim antioksidativnim osobinama.

U kravljem mleku utvrđeno je prisustvo kininogena, i to u obliku dve forme: velike molekulske mase ( $>68.000$ ) i male molekulske mase (16.000–17.000). Hidrolizom forme velike molekulske mase pod dejstvom specifičnog enzima nastaje biološki aktivni protein, bradikinin koji je detektovan u mlečnim žlezdama i koji se luči u mleko iz koga je i izolovan (Fox, 2003).

### Proizvodi na bazi serum proteina

Visoka nutritivna vrednost, povoljne fizičko-hemijske osobine koje daju dobra tehnološko-funkcionalna, kao i terapijska svojstva učinila su serum proteine vrlo ineresantnim u poslednjih dvadeset godina. Surutka koja je izvor ovih visokovrednih proteina uglavnom se koristi za ishranu životinja i to pre svega nepreživara (Jokić i sar., 1998). Međutim, razvojem i usavršavanjem savremenih separacionih postupaka stvorila se mo-

gućnost proizvodnje široke palete proizvoda, koja je bazirana na serum proteinima i mogućnost njihove mnogo šire primene.

Najznačajniji proizvodi na bazi proteina surutke, koji imaju veoma široku primenu u raznim granama prehrambene industrije, farmaceutskoj industriji i dr. su koncentri proteina surutke (KPS), izolati proteina surutke (IPS) i hidrolizati proteina surutke (HPS). U tabeli 2. dat je pregled postojećih proizvoda, kao i mogućih proizvoda na bazi serum proteina i njihova primena. Pri tome treba istaći da potencijalni proizvodi predstavljaju uglavnom pojedine izolovane serum proteine.

Tabela 2. Proteinski proizvodi na bazi surutke i njihova primena (Bargeman, 2003)\*  
Table 2. *Whey-basis protein products and their application (Bargeman, 2003)\**

Proizvod/ <i>Products</i>	Primena i potencijalna primena/ <i>Application and potential application</i>
KPS-koncentrat proteina surutke/ <i>WPC-whey protein concentrate</i>	Sredstvo za poboljšanje nutritivnih i funkcionalnih osobina finalnog proizvoda
IPS-izolat proteina surutke/ <i>WPI -whey protein isolate</i>	Sredstvo za poboljšanje nutritivnih i funkcionalnih osobina finalnog proizvoda
HPS-hidrolizat proteina surutke/ <i>HWP-hydrolyzed whey protein</i>	Za poboljšanje nutritivnih i funkcionalnih osobina i u terapeutske svrhe
$\beta$ -laktoglobulin/ $\beta$ - <i>Lactoglobulin</i>	Sredstvo za stabilizovanje emulzija, alternativa za kazeinate, balance jajeta i sredstvo za želiranje u prehrambenim proizvodima
$\alpha$ -laktalbumin/ $\alpha$ - <i>Lactalbumin</i>	Za obogaćivanje hrane za odojčad (Chatterton, 2001)
Glikomakropeptid/ <i>Glyco-macropptide</i> (GMP)	Terapeutska primena (Coolbear i sar., 1998)
Imunoglobulini <i>Immunoglobulins</i> IgG <sub>1</sub> , IgG <sub>2</sub> , IgA, IgM	Odbrambeni proteini, antimikrobna uloga i zaštita od infekcija (Mallèe i Steijns, 2001)
Laktoferin/ <i>Lactoferrin</i>	Odbrambeni protein, antimikrobna uloga, antivirusna zaštita, olakšava usvajanje gvožđa, antioksidativno sredstvo, antikancerogena svojstva. Primena u ishrani odojčadi, kozmetici, funkcionalnoj hrani i kao aditiv u prevenciji razvoja <i>E. Coli</i> i <i>Salmonelle</i> u svezem mesu (koristi se u SAD) (Mallèe i Steijns, 2001; Li-Chan i sar., 1995)
Laktoperoksidaza/ <i>Lactoperoxidase</i>	Antimikrobna zaštita i funkcija antioksidativnog proteina (Perraudin i Reiter, 1998), koristi se u proizvodnji zubne paste i sredstava za ispiranje usta i grla (Horton, 1998)
Faktori rasta/ <i>Growth factors</i> (TGF-beta, IGF-1, IGF-2, FGF-1, FGF-2, PDGF-BB)	Proteini koji podstiču rast (Mallèe i sar., 2001)

**Koncentrati proteina surutke (KPS)** se odlikuju vrlo širokim rasponom variranja sadržaja proteina, koji se kreće od 35-80% (Van der Horst, 2000). Za pripremu koncentrata proteina surutke koriste se različite tehnike, kao što su tehnike membranskog frakcionisanja (ultrafiltracija, reverzna osmoza, elektrodijaliza, dijaliza, mikrofiltracija), tehnike koje se zasnivaju na taloženju, ili kompleksiranju sa različitim reagensima i tehnike fizičke i hromatografske separacije. Sastav, kvalitet i funkcionalne karakteristike variraju i to u zavisnosti od kvaliteta i porekla surutke, postupaka pripreme, kao i od uslova i čuvanja (Van der Horst, 2000).

**Izolati proteina surutke (ISP)** karakterišu se visokim sadržajem proteina (većim od 90%). Proizvode se primenom tehnike jonske izmene i/ili filtracije tečne surutke. Primenom jonoizmenjivačke hromatografije mogu se dobiti izolati koji sadrže i do 95% proteina (Mullvihill, 1992). Izolati proteina surutke odlikuju se povoljnijim funkcionalnim karakteristikama u odnosu na koncentrate, obzirom da sadrže manje količine soli, laktoze i lipida. Ono što ograničava još uvek njihovu primenu je relativno visoka cena proizvodnje.

**Hidrolizati proteina surutke (HPS).** Delimična enzimaska i hemijska hidroliza predstavlja vrlo efikasan način za dobijanje proteinskih preparata strogo definisanih funkcionalnih i nutritivnih osobina (Barać i sar., 2005, 2006). Delimičnom hidrolizom serum proteina pod strogo kontrolisanim uslovima moguće je dobiti proteinski proizvod specifičnih nutritivnih i funkcionalnih osobina, koji se može primeniti za pripremu dijetetske i visokovredne hrane za sportiste i određene grupe bolesnika.

### **Potencijalni proizvodi na bazi serum proteina**

U poslednjih deset godina posebna pažnja posvećena je razvoju i implementaciji industrijskih procesa proizvodnje prečišćenih serum proteina koji imaju odbrambenu funkciju u organizmu, poput laktoferina, laktoperoksidaze, imunoglobulina i faktora rasta. Izolovanje laktoferina i laktoperoksidaze iz surutke u industrijskim uslovima zasniva se na znatno višoj izoelektričnoj tački ovih proteina u odnosu na ostale serum proteine. Naime, pI laktoferina je 7.8–8.0, a laktoperoksidaze 9.2–9.9. Izelektrična tačka ostalih proteina mleka i surutke je pri znatno nižim pH vrednostima, tako da su laktoferin i laktoperoksidaza pri pH 6.5 pozitivno naelektrisani.

Izolovanje laktoferina i laktoperoksidaze iz surutke u industrijskim uslovima razvili su Burling (1994), Kussendrager i sar. (1997), Sato i sar. (1996) i to na bazi primene jonoizmenjivačke (katjonske) hromatografije.

Izolovanje imunoglobulina u industrijskim uslovima podrazumeva primenu jonoizmenjivačke hromatografije i dalje prečišćavanje afinitivnom hromatografijom (Mallè i Stejns, 2001). Olander i sar. (2001) su razvili postupak istovremenog izolovanja imunoglobulina, laktoferina i laktoperoksidaze. Proteini koji zaostanu u surutki nakon ovog procesa koriste se za proizvodnju izolata ili koncentrata proteina surutke.

### **Tehnološko-funkcionalna svojstva serum proteina**

Funkcionalne osobine proteina surutke su određene njihovim fizičkim, hemijskim i strukturno/konformacionim osobinama. One podrazumevaju veličinu i oblik molekula, aminokiselinski sastav i sekvencu, naelektrisanje i njegovu distribuciju, odnos hidrofил-

nosti i hidrofobnosti molekula, sadržaj sekundarnih struktura i njihovu distribuciju, tercijarnu i kvaternarnu organizaciju polipeptidnih segmenata i njihovu osetljivost na spoljne uslove. Faktori poput načina pripreme proizvoda na bazi proteina surutke, uslovi sredine i interakcije sa komponentama sistema u koji se dodaju menjaju funkcionalne osobine proteina surutke (McCreae i sar., 1999, De Wit, 1998, Jovanović i sar., 2005a, 2005b). Obzirom da su serum proteini tipični globularni proteini, posebno bitan faktor koji određuje osobine, a time i moguću primenu serum proteina je stepen delovanja visokih temperatura. Uticaj delovanja visokih temperatura na serum proteine u mleku, surutki, proizvodima na bazi surutke, model sistemima ispitivao je veliki broj autora (Singh i Waugana, 2001, Jovanović i sar., 2004a, 2004b, 2005a, 2005b, 2005c, 2006, 2007, Spiegel i Huss, 2002). Pored toga, novija istraživanja Needs i sar. (2000) i Garcia-Risco i sar. (2000) pokazala su da delovanje visokih pritisaka sa ili u kombinaciji sa visokim temperaturama mogu značajno uticati na tehnološke funkcionalne osobine serum proteina.

Serum proteini i proizvodi tipa koncentrata i izolata proteina surutke odlikuju se visokom sposobnošću želiranja i vezivanja vode, emulgovanja, obrazovanja i stabilizacije pene.

### ***Sposobnost želiranja***

Proizvodi na bazi serum proteina, a pre svih koncentрати, odlikuju se visokom sposobnošću želiranja, što ih čini pogodnim aditivom u pekarskoj, industriji mesa, i industriji mleka. Želiranje je kompleksan proces, koji se odvija u dve faze. Prva faza je inicijalna faza, u toku koje dolazi do narušavanja strukture proteina, ili disocijacije proteina, koja omogućuje različite tipove interakcija (hidrofobne, elektrostatičke, vodonične i disulfidne) među denaturisanim proteinima u toku druge faze. Na osnovu ovih interakcija u drugoj fazi denaturisani proteini ili polipeptidni fragmenti agregiraju, što dovodi do obrazovanja gela. Proces želiranja određen je nizom faktora kao što su: rastvorljivost proteinskog proizvoda, dužina termičkog tretmana, visina temperature, pH, jonska snaga, koncentracija soli, proteina, šećera i lipida. Sposobnost želiranja proteinskih proizvoda na bazi surutke je različita. Većina koncentrata proteina surutke mogu da želiraju u vodenom rastvoru pri koncentraciji od 80–120 g/l proteina u temperaturnom intervalu od 60–90°C.

### ***Obrazovanje pene***

Proteini surutke imaju sposobnost formiranja stabilne pene. Naveću sposobnost obrazovanja pene poseduju nativni, nedenaturisani molekuli proteina, koji ne reaguju sa drugim površinski aktivnim supstancama u sistemu vazduh–voda. Sposobnost lupanja i sposobnost obrazovanja stabilne pene određena je nizom faktora, a pre svega stepenom denaturacije proteina, koncentracijom proteina, koncentracijom  $\text{Ca}^{2+}$  i drugih jona, temperaturom, pH vrednošću sredine i sadržajem masti (Popović-Vranješ i Vujčić, 1997). Kao sredstvo za obrazovanje pene, proteini surutke mogu se koristiti za pripremu lupanih preliva, hrskavih keksa i deserata.

## ***Emulgovanje***

Jedna od značajnih osobina proteina surutke je njihova sposobnost da obrazuju i stabilizuju emulzije (McCreae i sar., 1999). Ova osobina zasniva se na njihovoj sposobnosti smanjenja površinskog napona komponenti koloidnog sistema hrane. Posebno dobro izraženu površinsku aktivnost i dobre emulgujuće osobine, kao i sposobnost obrazovanja pene ispoljava proteozo-peptonska frakcija 3, što se delom objašnjava malom molekulskom masom, a delom visokim sadržajem ugljenih hidrata (Compagna i sar., 1998).

U literaturi je prisutan veliki broj istraživanja koja se odnose na identifikovanje optimalnih uslova pod kojim se proteini surutke individualno, ili u smeši ponašaju kao emulgatori (McCreae i sar., 1999). Važni faktori koji određuju emulgujuće osobine proteina surutke su: koncentracija i rastvorljivost proteina, pH, jonska jačina, način pripreme proteinskog proizvoda, uslovi čuvanja i prisustvo drugih komponenti npr. laktoze (McCreae i sar., 1999).

### **Terapeutska svojstva serum proteina**

Istraživanja sprovedena u poslednjih petnaest godina pokazala su da serum proteini pored visoke nutritivne vrednosti koja se ogleda u izbalansiranom odnosu esencijalnih aminokiselina, ispoljavaju i značajna terapeutska svojstva čime mogu u velikoj meri doprineti tome da se finalni proizvod okarkateriše kao funkcionalna hrana. Naime, pored antimikrobne i zaštitne uloge pojedinih serum proteina kao što su imunoglobulini, laktoferin i laktoperoksidaza, istraživanja Papenburg i sar. (1990) su pokazala da primena serum proteina u ishrani doprinosi sprečavanju razvoja pojedinih oblika kancera. Antikancerogeno svojstvo pripisuje se laktoferinu (Tsuda i sar., 2000) i  $\alpha$ -laktalbuminu (Sternhagen i Allen, 2001). Pored toga, surutka predstavlja i značajan izvor tzv. biološki aktivnih peptida, koji najvećim delom predstavljaju produkte razgradnje glikomakropeptida koji ispoljavaju povoljne terapeutske efekte (Fox, 2003).

## **LITERATURA**

- ASLAM M., HURLEY, W. L.: Proteolysis of milk proteins during involution of the bovine mammary gland. *J. Dairy Sci.*, (80)2004–2010(1997).
- BARAĆ, M., STANOJEVIĆ, S., JOVANOVIĆ, S. (2005): Characterization of alkali-modified soy protein concentrate. *Acta Periodica Technologica APTEF*, 36, 1-266, 11-21.
- BARAĆ, M., JOVANOVIĆ, S., STANOJEVIĆ, S., PEŠIĆ, M: Effect of limited hydrolysis on traditional soy protein concentrate. *Sensors*, 6(9)1087-1101(2006).
- BARGEMAN, G.: Separation technologies to produce dairy ingredients in Dairy processing, Ed. Smit, G. CRC Press, New York, 366-390(2003).
- BERLINER, L. J., MEINHOLTZ, D. C., HIRAI, Y.: Functional implications resulting from disruption of the calcium binding loop in bovine  $\alpha$ -lactalbumin. *J. Dairy Sci.*, (74) 2394-402(1991).

- BURLING, H.: Isolation of bioactive components from cheese whey. *Scandinavian Dairy Information*, 8(3)54–56(1994).
- CHATTERTON, D. E. W.: Alpha-lactalbumin: an ingredient for enriching infant formulas. *Industrial Proteins*, 9(3), 13–15(2001).
- COMPAGNA, S., VITOUX, B., HUMBERT, G., GIRARDET, J. M., LINDEN, G., HAERTLE, T., GAILLARD, J. L.: Conformational studies of a synthetic peptide from the putative lipid-binding domain of bovine milk component PP3. *J. Dairy Sci.* (81)3139–3148(1998).
- COOLBEAR, K. P., ELGAR, D. F, PRITCHARD, M., AYERS, J. S.: Process for isolating glycomacropeptide from dairy products with phenylalanine impurity of 0.5%/w. *Int. Patent WO 98 14071*(1998).
- DE WIT, J. N.: Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science*, (81)597-608(1998).
- DE WIT, J. N., KLARENBECK, G.: Effects of various heat treatments on structure and solubility of whey proteins. *J. Dairy Sci.*, 67 (11)2701-2710(1983).
- FOX, P. F.: The major constituents of milk in Dairy processing. Ed. Smith, G., 5-38 (2003).
- FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H: Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic & Professional, London, Weinheim, New York(1998).
- GARCIA-RISCO, M. R., OLANO, A., RAMOS, M., LOPEZ-FANDINO, R.: Micellar changes induced by high pressure. Influence in the proteolytic activity and organoleptic properties of milk. *J. Dairy Sci.*,83(10) 2184–2189(2000).
- GORDON, W. G., KALAN, E. B.: Proteins of milk in *Fundamentals of dairy chemistry*, Chapter 3, 87-124. Second edition. Ed. Webb, B. H., Johnson, A. H., Alford, J. A., The AVI Publishing company, Inc., Westport, Connecticut(1974).
- GROVES, M. L., GREENBERG, R.: Bovine homologue of 02-microglobulin isolated from milk. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, (77) 320-327(1977).
- HORTON, B.: The whey processing industry into the 21st century. *IDF Special Issue 9804*, 12–25(1998).
- JENNESS, R.: Interspecies comparison of milk proteins in *Developments in Dairy Chemistry*. Vol. I: Proteins. Ed. Fox, P.F. Applied Science Publishers, New York,(1982).
- JOKIĆ, A. M., MAČEJ, O., MARKOVIĆ, D., SIMOVIĆ, D., JOVANOVIĆ, S., MIKULJANAC, A.: Production of fermented ammoniated whey. 1<sup>st</sup> International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries Chemical Science and Industry. Book of Abstracts, volume II. Greece, PO 690(1998).
- JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M., MAČEJ, O.: Serum proteini mleka. *Preh. ind.-Mleko i mlečni proizvodi*, 14 (1-2)62-68(2003).
- JOVANOVIĆ, S., MAČEJ, O., BARAĆ, M.: Influence of curd particles drying temperature on the composition of curd made of milk in which coaggregates were formed. *J. Agricult. Sci.*, 49(1) 65-73(2004a).
- JOVANOVIĆ, S., MAČEJ, O., DENIN ĐURĐEVIĆ, J.: Influence of curd particles washing on the composition of curd made of milk in which coaggregates were formed. *J. Agricult. Sci.*, 49 (1)75-86(2004b).
- JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M., MAČEJ, O.: Whey proteins-properties and possibility of application. *Dairy*, 55(3) 215-233(2005a).

- JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M., MAĆEJ, O., DENIN ĐURĐEVIĆ, J.: PAGE analysis of milk proteins altered by high thermal treatment. *Acta alimentaria*, 34 (2)105-112(2005b).
- JOVANOVIĆ, S., MAĆEJ, O., BARAĆ, M.: Karakteristike sireva na bazi koagregata i koprecipitata. *Biotehnologija u stočarstvu*, 21(1-2)147-173(2005c).
- JOVANOVIĆ, S., MAĆEJ, O., BARAĆ, M., VUČIĆ, T.: Distribucija sastojaka mleka pri proizvodnji polutvrdih sireva na bazi koagregata proteina mleka. *Preh. ind.-Mleko i mlečni proizvodi*, 17(1-2)68-72(2006).
- JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M., MAĆEJ, O., VUČIĆ, T., LAČNJEVAC, Č.: SDS-PAGE Analysis of Soluble Proteins in Reconstituted Milk Exposed to Different Heat Treatments, *Sensors* (7)371-383(2007).
- KUSSENDERAGER, K. D., KIVITS, M. G. C., VERVER, A. B.: Process for isolating lactoferrin and lactoperoxidase from milk and milk products and products obtained by such process. US Patent, (5)596,082(1997).
- LARSON, B. L.: Immunoglobulins of the mammary secretions in *Advanced Dairy Chemistry*. Vol. 1: Proteins. Ed. Fox, P. F. Elsevier Applied Science, London, 231-54(1992).
- LEGER, D., VERBERT, A., LOUCHEUX, M.-H., SPIK, G.: Study of the molecular weight of human lactotransferrin and serotransferrin. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, (17) 737-747 (1977).
- LI-CHAN, E., KUMMER, A., LOSSO, J. N., KITTS, D. D., NAKAI, S. Stability of bovine immunoglobulins to thermal treatment and processing. *Food Res. Internat.*, 28(1)9-16(1995).
- McCRAE C. H., LAW A. J. R., LEAVER, J.: Emulsification properties of whey proteins in their natural environment: effect of whey protein concentration at 4 and 18% milk fat. *Food Hydrocolloids* (13)389-399(1999).
- MAĆEJ, O., JOVANOVIĆ, S., BARAĆ, M.: *Proteini mleka*. Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun, Beograd (2007).
- MALLÉE, L. F., STEIJNS, J. M.: Defence proteins in milk. *Industrial Proteins*, 9(3)16–19(2001).
- MALLÉE, L. F., HENDRICS, A. W., KIVITS, M. G. C.: Process for obtaining growth factor preparations (TGF-beta and IFG-1) from milk products having low natural cross-contamination. Int. Patent WO 01 25.276 (2001).
- MULVIHILL, D. M.: Production, functional properties and utilization of milk proteins in *Advanced Dairy Chemistry*. Vol. 1: Proteins, (Ed. Fox, P.F.), Elsevier Applied Science, London, . 369-404(1992).
- NEEDS, E. C., STENNING, R. A., GILL, A. L., FERRAGUT, V., RICH, G. T.: High-pressure treatment of milk: effects on casein micelle structure and on enzymic coagulation. *J. Dairy Res.*, 67(1)31–42(2000).
- PAPENBURG, R., BOUNOUS, G., FLEISZER, D., GOLD, P.: Dietary milk proteins inhibit the development of dimethylhydrazine-induced malignancy. *J. Internat. Soc. Oncodevelopmental Biology and Medicine*, (11)129–136(1990).
- PERRAUDIN, J. P., REITER, B.: The role of lactoperoxidase in reducing the activity of free radicals. *IDF Special Issue 9804*, 326–332(1998).
- POPOVIĆ-VRANJEŠ, A., VUJIČIĆ, I. F.: *Tehnologija surutke*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad (1997).
- OLANDER, M. A., JAKOBSEN, A. L., HANSEN, M. B., LIHME, A.: Fractionation of high-value whey proteins. *Scandinavian Dairy Information*, 2/01, 22–25(2001).

- SALTER, D. N., FORD, J. E., SCOTT, K. J., ANDREWS, P.: Isolation of the folatebinding protein from cows' milk by the use of affinity chromatography. *FEBS Lett.*,(20)302-306(1972).
- SATO, K., UCHIDA, T., DOSAKO, S. I., KAWASAKI, Y.: Separation of lactoperoxidase, secretory component and lactoferrin from milk or whey with cation exchange resin. US Patent 5,516,675(1996).
- SINGH, H., WAUNGANA, A.: Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. *Int. Dairy J.* (11) 543–551(2001).
- SPIEGEL, T., HUSS, M.: Whey protein aggregation under shear conditions-effects of pH-value and removal of calcium. *Int. J. Food Sci. Technol.* (37)559–568(2002).
- STERNHAGEN, L. G., ALLEN, J. C.: Growth rates of a human colon adenocarcinoma cell line are regulated by the milk protein alpha-lactalbumin. *Adv. Exp. Med. Biol.* (501)115-120(2001).
- SWAISGOOD, H. E.: Review and update of casein chemistry. *J. Dairy Sci.*, 76(10)3054-3061(1993).
- TSUDA, H., SEKINE, K., USHIDA, Y., KUHARA, T, TAKASUKA, N., IGO, M., HAN, B. S., MOORE, M. A.: Milk and dairy products in cancer prevention: focus on bovine lactoferrin. *Mutation Research*, (462)227–233(2000) .
- VAN DER HORST, H. C.: Membrane processing in mechanisation and automation in dairy technology, Eds. Tamime, A. Y. and Law, B. A., Sheffield Academic Press, Sheffield, UK (2000).

## **WHEY PROTEINS-TECHNOLOGICAL-FUNCTIONAL PROPERTIES AND APPLIANCE POSSIBILITY**

SNEŽANA JOVANOVIĆ, MIROLJUB BARAĆ, OGNJEN MAČEJ, TANJA VUČIĆ

### **Summary**

High nutritional value expressed with well ballanced essential amino acid ratio, as well as favorable physico-chemical properties, make whey proteins very interesting ingredients for food industry and other industry branches. Whey proteins are mostly used for the improvement of nutritive value of the final product, as well as for the attaining certain technological-functional properties of product, such as foam or gel forming and emulsion forming and stabilization. Wide palette of products based on whey proteins is well know and whey protein concentrates, isolates and hydrolysates have the widest applience. However, in recent world literature, more and more data show significant therapeutic effect of some less represented whey proteins, even in a medical treatment of the most serious illnesses. Refined whey proteins have defensive role in organism and therapeutic function, which opens possibility of refined whey protein industry development.

**Key words:** whey proteins, functional properties, therapeutic effectmake whey proteins very interesting ingredients

UDK: 66.081.6:637.12(111.821)

## MICROFILTRATION – A POSSIBILITY FOR INFLUENCING PROPERTIES OF MILK

ZDENKO PUHAN<sup>1</sup>

*ABSTRACT: Membrane filtration as a means of physical separation of milk ingredients without influencing their properties has become widely applied in cheese technology. Depending on the purpose, the chosen process is hyperfiltration for concentrating all dry solids, ultrafiltration for selective concentration of proteins or microfiltration for removing microorganisms and to a great extent also of spores.*

*Since the publication of the French Patent on the MMV process by Maubois et al. (1969), ultrafiltration became the most widely applied membrane filtration in the dairy industry. Depending on the degree of milk concentration, three methods can be distinguished, all of which are applied in cheese manufacture prior to renneting of milk “low” concentration is applied to standardise or equalise the seasonal differences in the protein content of milk. “medium” concentration in the range of 2–2, 5: 1 leads to an increase of the volume of processed milk with the existing capacity of equipment. Finally, the original MMV process e.g. “high” concentration is characterised by the same protein content of “pre-cheese” as in the final product cheese. Low protein concentration can be applied to most of the cheese varieties, medium concentration to mainly soft and semi-hard cheeses, whereas the pre-cheese concept (high concentration) has successfully been introduced in the manufacture of brined cheeses of feta type. Generally, the higher the concentration degree of proteins in cheese milk, the higher is the retention of whey proteins in the final product and thus the increase in cheese yield.*

*Since some 10–15 years ago, microfiltration is used for removing microorganisms, particularly clostridia spores, from cheese milk. However, in microfiltration only the skim milk part of the cheese milk is being filtered. The ream has to be heat treated at temperatures which assure the inactivation of spores before fat standardization of cheese milk.*

**Key words:** membranfiltration, microfiltration, cheese-making

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup>Dr Zdenko Puhan, Professor em., Dairy Science Swiss Federal Institute of Technology; Zurich

## INTRODUCTION

When talking about trends in the technology of a particular dairy product, different approaches are possible. I do not intend to give a comprehensive literature survey on the developments in cheese technology but would rather discuss selection of new developments introduced during the last years which have a chance to be widely applied in the future.

Let's first have a look at the definition of cheese according to FAO/WHO:

*Cheese is the fresh or matured solid or semi-solid product obtained:*

- (a) by coagulating milk, skimmed milk, partly skimmed mil, skimmed milk, cream, whey cream, or butter milk, or any combination of these materials, through the action of rennet or other suitable coagulating agents, and by partially draining the whey resulting from such coagulation; or*
- (b) by processing techniques involving coagulation of milk and/or materials obtained from milk which give an end-product which has the same essential physical, chemical or organoleptic characteristics as the product defined under (a).*

The quality of the substrate for cheese making has to be considered from the compositional as well as from the microbiological point of view.

## MEMBRANE FILTRATION

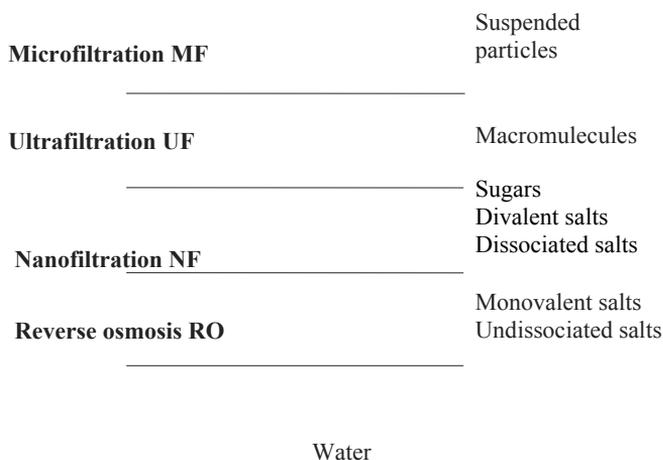
The history of cheesemaking using membrane technologies dates back to the late 1960s when the MMV process was introduced by Maubois et al. (1969). It opened new possibilities for significant advances in cheesemaking, including improvements in plant efficiency, increase in cheese yield and development of continuous processes and creation of new cheese varieties. Numerous plants all over the world now use the ultrafiltration (UF) technology for manufacturing a large variety ranging from fresh to hard cheeses as well as from milk of different species. In Fig. 1 an overview of membrane filtration techniques is shown whereas Fig. 2 shows the size distribution of macro particles of milk.

Presently the membrane separation systems applied in the dairy industry serve the following purposes:

- Protein concentration and standardisation (UF)
- Protein fractionation (UF, MF)
- Defatting of skim milk and whey, removal of microorganisms (MF)
- Partial removal of soluble ingredients by diafiltration (UF)
- Partial demineralisation of whey (NF)
- Removal of bacteria from milk and whey (MF)
- Protein removal from brine (MF)
- Dewatering (concentration) of milk permeate or of waste water (RO)

A large amount of the co-product of cheesemaking, i.e. whey is now treated by ultrafiltration and in many cheese plants UF has become as common as the cream separator.

The natural variation in the protein content of milk is quite large and lies between 28 and 40 g/litre. In many countries, milk payments to producers are increasingly based on the protein content. Therefore, pressure increases to allow standardising the protein content of liquid milk, condensed milk and milk powder so that both, producers and processors will obtain the full economic value of the milk. When standardising the protein content in milk, the composition of water-phase has to remain unchanged and ultrafiltration (UF) is thus the only possible technology (Puhan, 1994).



*Figure 1. Separation of milk ingredients by membranes (Cheriyān, 1998)*  
 Sika 1. Separacija komponenata mleka pomoću membrana (Cheriyān, 1998)

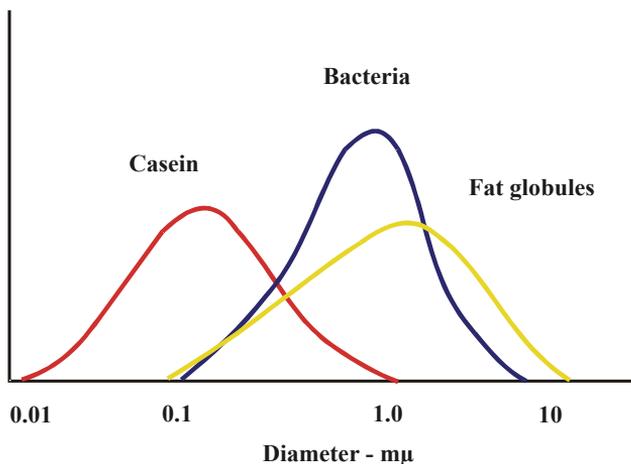


Figure 2. Size distribution of macro-components of milk (Klantschitsch, 1999)  
 Sika 2. Distribucija makro-komponenata po veličini (Klantschitsch, 1999)

### MICROFILTRATION (MF)

In recent years, one of the most interesting developments in dairy technology is undoubtedly the application of membrane microfiltration (MF) for the separation of particular milk components ranging from somatic cells to casein micelles (Maubois, 2002). The interest is particularly focused on removal of bacteria by MF and it represents an alternative to heat treatment for improved bacteriological quality and hygienic safety of dairy products. It must, however, be emphasized that from the food legislation point of view, MF treated milk cannot be considered as “cold pasteurised” because no guaranty exists that, in spite of the very substantial reduction of bacterial count in milk, all human pathogens are being eliminated.

Enrichment of cheese milk in micellar casein by MF offers the cheese makers new possibilities to transform milk according to an “integrated and high value use of milk components”, i.e. a modern way for optimising both the process leading to the main product cheese and the derived co-product whey. On the other hand, this new possibility for removing microbial contaminants and for fractionating particular milk components, open numerous new fields of research for a better understanding and consequently an optimised control of the very complex and interdependent mechanism involved of the transformation of milk into cheese. In Fig. 3 an example for the structure of micro-filtration membrane is shown.

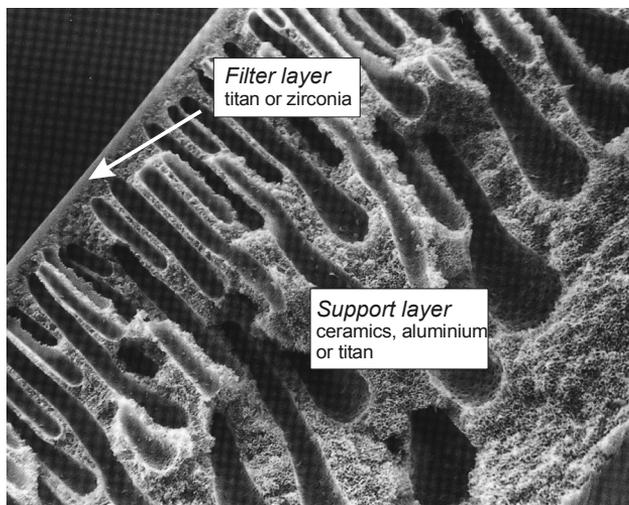


Figure 3. Structure of microfiltration membrane (Cheryan, 1998)  
 Sika 3. Struktura membrane za mikrofiltraciju (Cheriyana, 1998)

In the 1980s, cross-flow-microfiltration (CMMF) emerged as an industrially feasible technology for separation of milk particles. Due to the development of new ceramic membranes with a multichannel geometry and a high permeable support, the revolutionary hydraulic concept called “uniform transmembrane pressure” (UTP) emerged.

Recent developments in ceramic membrane technology led to abandoning the MF recirculation loop, thus saving investment costs and energy.

The crucial parameters in the MF process are (Cherian, 1998):

*Microfiltration temperature:* It is normally 50°C, but 35°C is also possible.

*Concentration ratio:* The concentration factor can be 10 to 20 fold. A concentration factor of 20 will minimize the amount of protein that is denatured during the high temperature treatment (HTT: 130°C, 4s).

*Capacity:* The flux of a membrane depends on operation time, temperature and concentration factor, the higher the flux the shorter the operation time.

*Operation time:* The capacity of the microfiltration is adjusted to the cheesemilk pasteurizer to obtain the same operation time of 8-10 hours.

### REMOVAL OF MICROORGANISMS BY MF

Milk contains a microflora and its composition depends on the hygienic conditions in production as well as the storage of the milk. In many cases milk is being pasteurised prior to cheese manufacture which is the only way that assures the elimination of all human pathogens, and has the lowest possible impact on the syneresis of the curd during the manufacturing process. However, the temperature/time ratio during the heat treatment of cheese milk does not lead to elimination of the spores, which is of great importance when producing semi-hard and hard cheeses. Particularly important are the

spores of *Clostridium tyrobutyricum* which can cause late blowing of the cheese during the ripening process. One can argue that supplementation of cheese milk with harmless additives could solve the problem. This is true but it has to be considered that an increasing number of consumers require food without any additives. Fig. 4 illustrates the layout for a microfiltration unit for treating milk for cheese as well as “Extended Shelf Life” liquid milk.

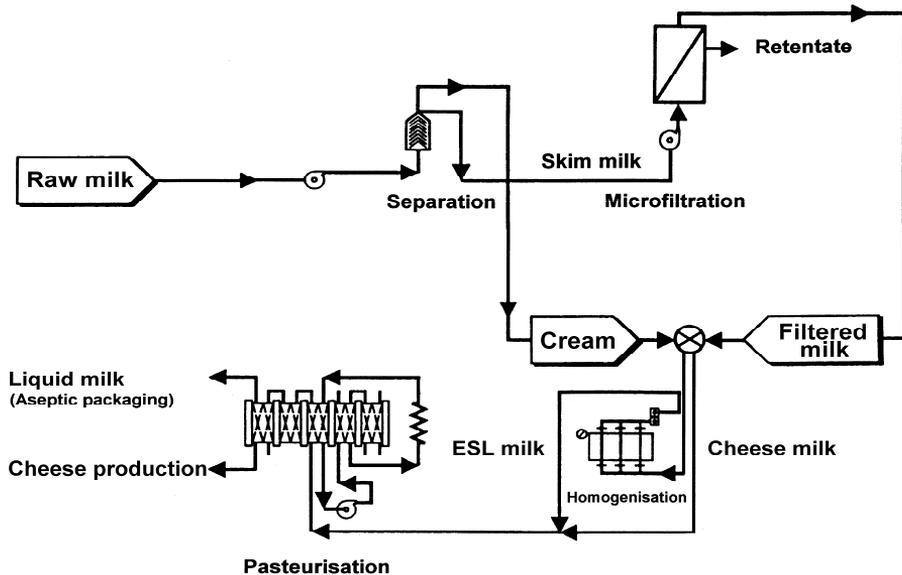


Figure 4. Layout of microfiltration unit for removal of bacteria (Puhan, 2000)  
 Slika 4. Skica mikrofiltracione jedinice za uklanjanje bakterija (Puhan, 2000)

Furthermore, I would like to mention the two physical treatments for reducing of microorganisms and eliminating of the spores from cheese milk without influencing the milk ingredients. In the older process called “bactofugation”, the removal of microorganisms and spores is based on the difference in their density and the water phase of milk. In microfiltration, however, the removal of microorganisms is based on the diameter of microorganisms and spores. Tab. 1–3 shows the changes in milk when applying to microfiltration.

Table 1. Microbial composition of skim milk and MF-milk (Klantschitsch, 1999)  
 Tabela 1. Mikrobiološki sastav obranog i mikrofiltriranog mleka (Klantschitsch, 1999)

Microorganisms	Skim milk-raw	MF-milk	t-test
Enterobacteriaceae - log 10 cfu/ml	2.02		
SD	0.97	nd	***
Enterococci	3.15		
SD	0.52	nd	***
Fac. heterofermentative lactobacilli	1'59		
SD	0.47	nd	***
Psychrotrophs	4.86	1.68	
SD	0.92	0.67	***
Propionibacteria	1.14		
SD	0.52	nd	***
Salt-tolerant bacteria	4.06	1.07	
SD	0.13	0.50	***

nd: not detectable, i.e. below the detection limit of 10 cfu/ml

SD: standard deviation; Significance: \* p< 0.05; \*\* p<97.01; \*\*\* p<0.001

Table 2. Efficiency of spore reduction by microfiltration (Klantschitsch, 1999)  
 Tabela 2. Efikasnost redukcije spora postupkom mikrofiltriracije (Klantschitsch, 1999)

Product	Count of <i>Clostridium tyrobutyricum</i> -spores in litre of milk			
Skim milk - raw	~500	~5000	~25'000	~100'000
MF - milk	nd	nd	nd	nd
Reduction - %	>97.00	>99'70	>99'95	>99.98

nd: not detectable, i.e. below the detection limit of <25 spores in litre

Table 3. Composition of skim milk, MF-milk and retentate (Klantschitsch, 1999)  
 Tabela 3. Sastav obranog i mikrofiltriranog mleka i retentata (Klantschitsch, 1999)

Product	Fat g/kg	Protein g/kg	Calcium g/kg	Phosphorous g/kg	NPN g/kg
Skim milk	0.62	33.76	1.27	0.93	0.25
SD	0.17	0.51	0.04	0.02	0.01
MF-Milk	0.42	33.72	1.30	0.92	0.25
SD	0.16	0.55	0.09	0.02	0.01
Retentate	2.55	35.62	1.31	0.96	0.25
SD	1.40	0.59	0.05	0.06	0.04
t-test: milk/MF-milk	ns	ns	ns	ns	ns

### SELECTIVE SEPARATION OF CASEIN MICELLES

When whole or skim milk (possibly treated previously by MF 1.4  $\mu\text{m}$ ) is circulated along a MF membrane with an average pore size of 0.1  $\mu\text{m}$ , two phases are obtained: a) retentate which is similar to the treated milk but has an increased micellar casein content (and subsequently an increased colloidal calcium content) and b) a crystal clear and sterile microfiltrate with a composition similar to that of sweet whey (Maubois, 2002). Fig. 5 shows the change in ratio of casein to whey proteins in the “casein cheese milk”.

Milk increased in micellar casein improves the cheesemaking process. Prior extraction of 20% of the volume of the cheesemilk leads to a “new” cheesemilk with a casein content of 30g/kg. Rennet coagulation is improved curd syneresis accelerated and the final firmness is increased by a factor of 1.4. Consequently, casein and fat retention is significantly improved (less curd fines and fat in the drained whey) resulting in a cheese yield increase of 2-4%. On the other hand, the amount of the classical whey is reduced by 22-26% according to the cheese variety produced. It is considered to be of better quality (less curd fines and residual fat) and has a 20% increased caseino-macropetide (glycomacropetide) content (Maubois, 2002).

However, the main technological and economical interest in enriching micellar casein in cheesemilk prior to processing lies in the microfiltration permeate, which is also considered as “ideal whey”. This whey is very suitable for obtaining different products during further processes and has the advantage compared to traditional cheese whey of not containing living or dead bacteria with their enzymatic activities, no remains of rennet, and no thermal formation of the  $\kappa$ -casein –  $\beta$ -lactoglobulin complex with its known negative effects on cheese curd characteristics. It has favourable functional properties. Gelation and foaming as well as solubility of such whey protein isolates (WPI) had significantly improved compared to WPI and whey protein concentrates (WPC) made from classical sweet cheese whey.

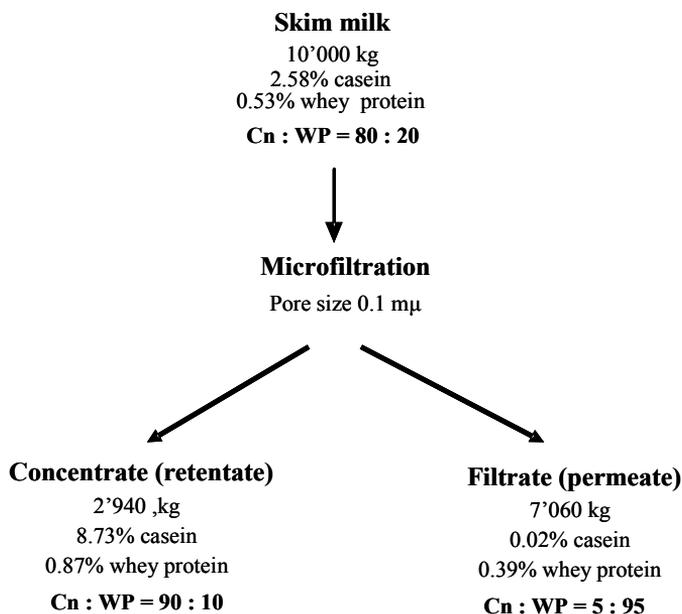


Figure 5. Change of ratio of milk proteins by MF with 0.1 μm membrane  
Slika 5. Promena odnosa proteina mleka upotrebom MF sa 0.1 μm membranom

### WHEY AS SOURCE OF FUNCTIONAL INGREDIENTS

The change in appreciating whey as by-product of cheese making is shown in Tab. 4, where whey components were obtained industrially in 1967 and 2004.

Table 4. Whey as source for functional ingredients  
Tabela 4. Surutka kao izvor funkcionalnih sastojaka

Whey in 1967	Whey today	
Total solids	α-Lactalbumin	Lactose
True proteins	β-Lactoglobulin	Sialic acid
NPN	Bovine serum albumin	Lactic acid
Lactose	Immunoglobulins	Calcium
Lactic acid	Lactoferrin	Magnesium
Ash - Minerals	Lactoperoxydase	Phosphate
Fat	Free amino acids	Fat globule membrane
	Urea	Lipoproteins
	Glycomaclopeptides	Growth factors

## CONCLUSION

Membrane filtration offers great possibilities in cheese manufacture. However, it has to be considered that the rheological and sensorial properties of cheese produced with medium or high concentration of proteins in milk and consequently with higher whey protein content in cheese, are also subjects to a certain change.

Microfiltration can be applied as well as in microbial sanitation of milk as well as for selective separation of casein from whey proteins.

## LITERATURE

CHERYAN M.: "Ultrafiltration and Microfiltration Handbook". Technomic Publishing Co., Inc. Lancaster, PA, USA (1998).

MAUBOIS J. L., MOCGUOT G. and VASSAL L.: A method for processing milk and dairy products. French Patent, FR 2 052 121 (1969).

MAUBOIS J.L.: Membrane microfiltration: a tool for a new approach in dairy technology. The Australian Journal of Dairy Technology, 57(2)92-96(2002).

THORID KLANTSCHITSCH: Influence of microfiltration on the quality of semi-hard cheese from raw milk with particular emphasis on *Clostridium tyrobutyricum* spores. Theses No. 13233 ETH Zürich (1999).

PUHAN Z.: Protein standardisation as an international issue. IDF-Bulletin Nr. 311,5-6(1994).

PUHAN Z.: Dairy technology at the turn of the millennium. Zbornik Biotehnske fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijska Zootehnika, 76(2)31-40(2000).

## MIKROFILTRACIJA – MOGUĆNOST UTICAJA NA SVOJSTVA MLEKA

ZDENKO PUHAN

### Izvod

Membranska filtracija, kao vid fizičke separacije komponenata mleka koja ne utiče na njihove karakteristike, našla je široku primenu u proizvodnji sira. U zavisnosti od svrhe, izabrani proces može biti hiperfiltracija, za koncentrisanje celokupne suve materije, ultrafiltracija za selektivno koncentrisanje proteina, ili mikrofiltracija, za uklanjanje mikroorganizama, i u velikoj meri uklanjanje spora.

Poslednjih 10–15 godina, mikrofiltracija se koristi za uklanjanje mikroorganizama, posebno clostridia spora, iz mleka za proizvodnju sira. Mikrofiltracijom se filtrira samo obrano mleko. Pre standardizacije mora se primeniti termički tretman, na temperaturama koje inaktiviraju spore.

**Ključne reči:** membranska filtracija, mikrofiltracija, proizvodnja sira.

UDK: 637.1:544.27+546.217:006.3/8 EU

## ZNAČAJ I ULOGA TEHNOLOŠKIH FLUIDA –VODA I VAZDUH U PROIZVODNJI MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA PREMA ZAHTEVIMA EU

ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ<sup>1</sup>, MILAN KRAJINOVIĆ<sup>1</sup>,  
LJILJANA OPANČEROV<sup>2</sup>, JELENA KECMAN<sup>1</sup>

*IZVOD: Mleko i mlečni proizvodi za izlazak na međunarodno tržište, moraju ukupnim kvalitetom i pojedinačnim karakteristikama biti usklađeni sa konkretnim međunarodno prihvaćenim standardima. Kako je naša zemlja međunarodno sve integrisanija, proizvođači mleka i mlečnih proizvoda su sve snažnije upućeni na poštovanje međunarodnih standarda kvaliteta i kada su u pitanju proizvodi namenjeni domaćem tržištu. Takvi međunarodni standardi postoje i kada su u pitanju proizvodni pogoni i procesi u preradi mleka i mlečnih proizvoda. U pitanju su pre svega, standardi Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO standardi) koji se primenjuju u velikom broju zemalja sveta – ISO 9000 i ISO 14000. Posebno važan sistem kvaliteta predstavlja HACCP, koji se odnosi na analizu hazarda i kritične kontrolne tačke (Hazard Analysis and Critical Control Points), gde se pod hazardom podrazumevaju sve hemijske i biološke opasnosti koje mogu uticati na zdravlje ljudi. Voda i vazduh kao fluidi bez kojih se ne bi mogao odvijati tehnološki proces proizvodnje mleka i mlečnih proizvoda svojim kvalitetom mogu uticati na bezbednost proizvoda. Obrada vode i vazduha prije korišćenja (na farmi ili u mlekaru) je preventivna mera koja rešava uticaj raznih faktora opasnosti iz ovih fluida na bezbednost mleka i mlečnih proizvoda.*

**Ključne reči:** voda, vazduh, standardi, bezbednost.

### UVOD

Svi proizvođači hrane koji danas želi da se takmiče na globalnom tržištu, moraju da budu spremni na bespoštednu trku sa konkurencijom. U poslovanju XXI veka, u delu proizvodnje prehrambenih proizvoda najvažniji zahtev je – bezbednost po zdravlje potrošača. Voda je jedan od osnovnih fluida i u primarnoj i sekundarnoj proizvodnji mleka koji ima važan uticaj na bezbednost gotovih proizvoda. Kvalitet vode uslovljava sveukupnost u njoj rastvorenih mineralnih i organskih materija, gasova, koloida, suspendo-

---

Prethodno saopštenje / *Previous announcement*

<sup>1</sup> Dr Anka Popović-Vranješ, red. prof., Dr Milan Krajinović, red. prof., Jelena Kecman dipl. ing., Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

<sup>2</sup> Ljiljana Opančero, dipl. ing. A.D „Somboled“, Sombor.

vanih elemenata i prisustvo mikroorganizama. Zahtevi u odnosu na kvalitet vode za piće koja se koristi na farmi u primarnoj proizvodnji mleka i u mlekari kao fluid, regulisani su državnim i međunarodnim standardima. U Regulativi 852 (EC) «voda za piće» označava vodu koja ispunjava minimalne zahteve definisane Direktivom Saveta 98/83/EC (dopunjena Regulativom (EC) broj 1882/2003). Voda ima veliki higijenski značaj. Svoju osnovnu higijensku ulogu voda može ispuniti ako je ima u dovoljnim količinama i ako je higijenski ispravna. Da bi bila higijenski ispravna, voda za piće mora da zadovolji higijenske standarde koji podrazumevaju organoleptička, fizička, hemijska i biološka svojstva. Možda je i najvažnije da bude mikrobiološki ispravna (da ne sadrži patogene bakterije, viruse i ostale mikroorganizme). Standardi su samo deo brojnih barijera koje se koriste i koje obezbeđuju, zdravstveno ili higijenski ispravnu vodu. Standard mora, kada je u pitanju voda za piće takođe biti fokusiran na prevenciju i kontrolu hazarda pre no što oni manifestuju negativan uticaj na sigurnost i zdravlje potrošača, kao i na analizu i pronalaženje kritičnih tačaka u proizvodnim procesima radi iniciranja korektivnih i preventivnih akcija radi svođenja svih nedostataka u prihvatljive granice. Analizom opasnosti lako se može konstatovati da voda a i vazduh kao fluidi mogu biti mehanički, biološki i hemijski zagađeni i kao takvi predstavljaju opasnost za mleko i mlečne proizvode sa aspekta njihove bezbednosti. U našoj praksi, nažalost opasnost od ovih fluida u nekim pogonima se ne rešava na adekvatan način, pa postoji verovatnoća da se to više ili manje odražava na bezbednost proizvoda, što se može negativno odraziti na zdravlje potrošača. Stoga je cilj ovog rada da na primeru tehničko-tehnoloških rešenja pripreme vode i vazduha u A.D. Somboled ukaže na praktične mogućnosti obezbeđenja potrebnog kvaliteta vode za piće i vazduha.

### **Priprema vode za piće**

Ukoliko po svom sastavu i osobinama voda ne odgovara nameni ona se mora obraditi potrebnim tehnološkim postupcima. Primenjeni postupak obrade vode za piće zavisi od vrste zagađenja vode, količine vode koju je potrebno obraditi, kao i savremenih dostignuća primene određenog postupka.

Za snabdevanje pogona tehnološkom vodom Somboled koristi vodu iz sopstvenih bunara (Smb1 – 143 m, kapaciteta 7 l/s i Smb2 – 141 m, kapaciteta 8 l/s). Voda se posle tretmana lageruje u vodotoranj kapaciteta 350 m<sup>3</sup>, i visine oko 35m čime je obezbeđen dovoljan pritisak do najudaljenijeg mesta potrošnje.

Na osnovu analiza i praćenja rada postojećeg postrojenja (za filtriranje i hlorsiranje) utvrđeno je da sastav, temperatura i ostale značajne karakteristike vode iz bunara odstupaju u okviru prirodnih promena, a karakteriše ih povišen sadržaj gvožđa, mangana, arsena, triholometana, natrijuma, ortofosfata, fosfora, te se kao takva ne može koristiti za potrebe proizvodnje. Kako voda za tehnološki proces proizvodnje mleka i proizvoda od mleka mora biti u potpunosti bezbedna, investirano je u novo postrojenje za pripremu vode, firme Tehnobiuro iz Maribora.

Deferizacija i demanganizacija služe za katalitičku filtraciju sirove bunarske vode i u filteru se odvijaju procesi deferizacije i demanganizacije vode katalitičkim delovanjem ispune filtera (Tehno DE masa) i kiseonika iz vazduha. U vodi za piće koja se prema potrebi koristi i za tehnološke potrebe, više gvožđa je nepoželjno. Gvožđe u dodiru sa kiseonikom prelazi u feri oblik, a zatim se odvaja u obliku tamno muljastog taloga ferihidrata.

droksida. Ako je koncentracija gvožđa u vodi viša od  $3 \text{ mg/dm}^3$ , onda voda poprima neprijatan gvoždast ukus (Đukić i Ristanović, 2005).

Mangan u prirodnim vodama obično prati gvožđe, ali u manjim koncentracijama. Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) mangana u vodi za piće je  $0,1 \text{ mg/dm}^3$ . Mangan se nalazi u vodi najčešće u obliku manganobikarbinata ili manganosulfata, a demagnazacija se obavlja aeracijom kao i ferizacija. Prilikom aeracije mangan se odvajava iz vode u vidu taloga manganoksihidrata  $\text{MnO(OH)}_2$ .

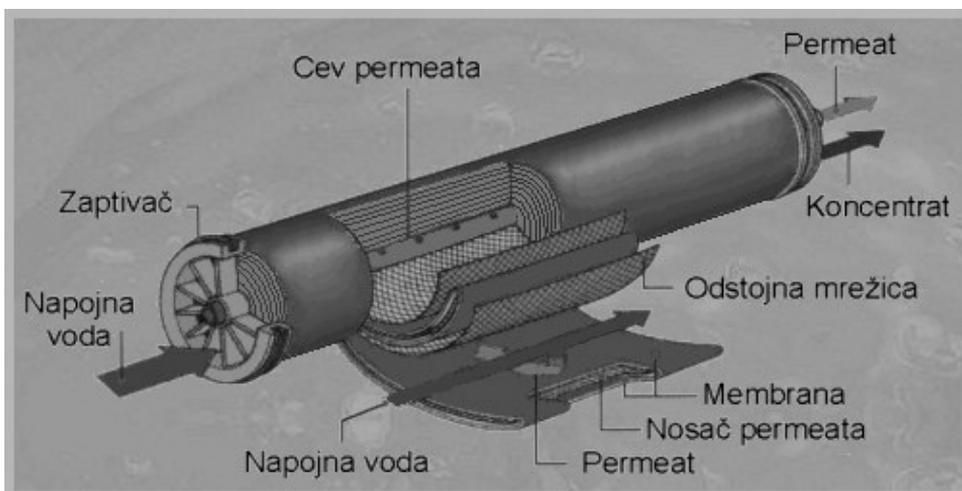
U sledećoj fazi se filtracijom uz primenu procesa adsorpcije uklanja arsen i trihalometan. Uklanjanje arsena je pomoću filtera ispunjene TEHNO ARZ-45.

Aktivna filtracija služi za adsorpciju eventualnih nečistoća iz vode. Efekat adsorpcije nečistoća na aktivnom uglju zavisi, od veličine granulacije i vrste aktivnog uglja, specifičnog opterećenja, te sadržaju nečistoća koje treba ukloniti. Inače kolona sa aktivnim ugljem postavlja se kao sigurnosna zaštita u cilju dobijanja besprekornog kvaliteta vode. Granulacija zrna aktivnog uglja koja se najčešće upotrebljava iznosi  $0,5\text{-}5 \text{ mm}$ . Brzina filtracije iznosi obično  $5\text{-}20 \text{ m/h}$ . Kada aktivni ugalj izgubi adsorpcionu moć, odnosno kad više ne adsorbuje nečistoće, potrebno ga je zameniti novom količinom aktivnog uglja. Dalje je potrebna stalna kontrola kvaliteta vode nakon kolone s aktivnim ugljem. U liniji predtretmana vode za obradu reverznom osmozom, filter sa aktivnim ugljem je pre svega namenjen dehlorinaciji vode, budući da aktivni hlor degradira poliamidnu membranu od koje je načinjen RO modul. Izbor odgovarajućeg predtretmana polazne vode (uklanjanje hlora, gvožđa, koloidnih materija, omekšavanje vode) je osnovni uslov za efikasan i dugotrajan rad membrana. Za izvođenje procesa membranske separacije u Somboledu je postavljen uređaj Tehno RO-36 i vršeno uklanjanje natrijuma, ortofosfata i fosfora, kalcijuma, magnezijuma i drugih soli iz vode. U praktično izvedenom RO modulu (Slika 1), realizacija ovog procesa se ostvaruje tako što se voda pod nadpritiskom dovodi na membranu, koja propušta molekule vode i mali procenat soli (permeat), a zadržava rastvorene soli, odakle se sa delom toka ulazne vode spiraju sa membrane i kao tok sa povećanom koncentracijom soli (koncentrat) odvodi u centralni kanalizacioni odvod.

Nakon RO dobijena voda (permeat) se meša s vodom nakon prve faze uklanjanja gvožđa, mangana, arsena i trihalometana u željeni kvalitet u odnosu 1:4.

Postrojenje za pripremu vode je automatizovano i sa minimalnim učešćem ljudskog rada.

Nakon procesa filtracije obrađena voda se dezinfikuje natrijum hipohloridom na osnovu stalnog merenja rezidualnog hlora iz postrojenja te se distribuira u vodotoranj obrađene vode, zapremine  $350 \text{ m}^3$ . Hlorisanje vode predstavlja jedan od najjednostavnijih i najrasprostranjenijih postupaka dezinfekcije vode. U suštini, hlorisanje predstavlja oksidoredukciju reakciju, do koje dolazi prilikom reagovanja hlora (npr. u obliku natrijum-hipohlorita) na organske supstance ćelija mikroorganizama. Pri tome, hipohlorasta kiselina koja nastaje hidrolizom hlora u vodi stupa u reakciju sa enzimima bakterija, i time narušava razmenu materija u ćeliji. Za hlorisanje je važno da pH sredine bude ispod 9,0. Za uspešno hlorisanje u vodi mora zaostati  $0,3\text{-}0,5 \text{ mg/l}$  aktivnog hlora. Na bazi analiza koje su rađene u akreditovanoj laboratoriji u Zavodu za zaštitu zdravlja – Subotica, Služba higijene i zaštita životne sredine, utvrđeno je da voda za piće odgovara zahtevima iz Pravilnika (Sl.list 42/98).



Slika 1. Šema tokova vode u RO modulu sa tangencijalnim (*cross-flow*) protokom vode  
 Figure 1. The scheme of water cross-flow in RO module



Slika 2. Postrojenje za pripremu vode u A.D. SOMBOLED  
 Figure 2. The plant for water preparation in A.D. SOMBOLED

## Priprema vazduha

Priprema vazduha se vrši u klima komorama smeštenim u klima podstanici koja se obično nalazi na tehničkoj etaži . U klima podstanici su instalirani sistemi ventilacije i klimatizacije. Za snadbevanje sistema ventilacije i klimatizacije svežim vazduhom obično se gradi zajednički građevinski plenum pri fasadi (predkomora), na koji se priključuju svi sistemi. Za izbacivanje otpadnog vazduha takođe se građevinski izgrađuje zajednički plenum u koji izbacuju otpadni vazduh svih sistema. Plenum svežeg i plenum otpadnog vazduha se grade jedan ispod drugog pri fasadi, a raspored žaluzina svežeg i otpadnog vazduha je takav da ne dolazi do mešanja otpadnog i svežeg vazduha.

U klima komorama su ugrađeni filteri klase EU 4, grejači vazduha, hladnjaci vazduha, dovodni i odsisni ventilatori, prigušivače buke i filteri klase EU7 .

U odeljenjima gde su visoki zahtevi čistoće vazduha, izvodi se klimatizacija, Tu: 18/26°C i trostepena filtracija dovodnog vazduha: grubi filter EU 4, fini filter EU7 u komori i kanalski filter EU 11(H11). Sistemom se održava zadata temperatura u zimskom i letnjom periodu u zadatim granicama i nadpritisk u prostoru 10–15%, koji se održava automatikom.

U prostoru gde su manji zahtevi kao što je npr. paletizacija izvodi se klimatizacija, Tu: 18/26°C, zatim dvostepeno filtriranje dovodnog vazduha, grubi filter EU 4, fini filter EU7. Sistemom se održava zadata temperatura u zimskom i letnjem periodu u zadatim granicama i nadpritisk u prostoru 5%, koji se održava automatikom.

Filtracija vazduha se sprovodi u svim klima i ventilacionim sistemima mlekarne, u zavisnosti od zahteva konkretne prostorije. Visoki zahtevi su u svim prostorijama gde se vrši punjenje tečnih proizvoda ili pakovanja sireva, zatim u komorama za zrenje odnosno svuda gde tehnološki proces zahteva čist vazduh. Uopšteno, filteri za prečišćavanje vazduha koji se koriste u mlekari su filteri za klima i ventilacione sisteme i to: grubi filteri G2–G4, fini filteri klase F5–F9 i apsolutni filteri H10–H14. U zavisnosti od potrebe za određenom čistoćom vazduha, raspoređuju se i filteri u sistemu. Apsolutni filteri (HEPA filteri) zadržavaju 99,97% čestica većih od 0,3 mikrona, što znači veći deo čestica prašine, bakterija, peludi, plesni i ostalih štetnih sastojaka u vazduhu, zbog čega se posebno preporučuju za prečišćavanje vazduha prostorija za punjenje gotovih proizvoda.

## ZAKLJUČAK

Voda i vazduh su fluidi koji mogu na direktan ili indirektan način uticati na bezbednost mleka i proizvoda od mleka. Savremenim postupcima obrade ovih fluida pre korišćenja, postiže se njihov visok kvalitet, čime se može preventivno delovati na bezbednu proizvodnju, veći ukupan kvalitet proizvoda i duži rok upotrebe. S obzirom na razna tehnička rešenja pripreme ovih fluida pre korišćenja, i to sa manjim ili većim ulaganjem, mora se u mlekarskim pogonima, zabraniti rad sa neispravnim vodom, pogotovo kada su u pitanju toksična zagađenja.

Dosadašnje konstatacija da je voda u nekim područjima godinama zagađena, iz geoloških razloga, ne sme biti opravdanje za rad sa takvom vodom. Za proizvodnju bezbednih proizvoda od mleka, osnovni fluidi – voda i vazduh moraju biti u skladu sa važećim zahtevima kvaliteta .

## LITERATURA

- GAČEŠA S.: Osnove tehnologije vode i otpadnih voda. Novi Sad (1980).
- DUKIĆ D., RISTANOVIĆ V.: Hemija i mikrobiologija voda. Čačak (2005).
- PRAVILNIK O HIGIJENSKOJ ISPRAVNOSTI VODE ZA PIĆE, Sl.list SRJ, br.42(1998).
- PRAVILNIK O HIGIJENSKOJ ISPRAVNOSTI VODE ZA PIĆE, Sl.list SRJ, br. 44(1999).
- REGULATIVA (EC), broj 852/2004, o higijeni prehrambenih proizvoda (2004).
- REGULATIVA (EC), broj 853/2004, o higijeni animalnih proizvoda (2004).
- ZAKON O VODAMA, Sl.list RCG, br.16(1995).

### **IMPOTRANCE AND ROLE OF TECHNOLOGICAL FLUIDS – WATER AND AIR IN PRODUCTION OF MILK AND MILK PRODUCTS ACCORDING TO REQUIREMENTS OF E.U.**

ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ, MILAN KRAJINOVIĆ,  
LJILJANA OPANČEROV, JELENA KECMAN

#### **Summary**

The total quality of milk and dairy products must be harmonized with concrete internationally accepted standards, for the placement into international market. As our country is internationally more and more integrated, dairy producers are strongly directed to respect international standards of quality, even when the products are intended to the domestic market. Such international standards also exist, when the production operations and processes in milk processing are concerned. They are, first of all, standards of International Organizations for Standardization (ISO standards), which are applied in the large number of countries of the world – ISO 9000 and ISO 14000. Specially, important quality system represents HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), regarding the analysis of hazards and critical control points, where under hazard are considered all chemical and biological dangers which could have the influence on human health. The dairy production could not be carried out without fluids, such as water and air, which quality may have an influence on product safety. The treatment of water and air before utilization (on the farm or dairy) is a preventive measure that solves the influence of various dangerous factors from these fluids on milk and milk products safety.

**Key words:** water, air, standards, safety.

## SENZORNA ANALIZA U FUNKCIJI UTVRĐIVANJA BEZBEDNOSTI I KVALITETA PREHRAMBENIH PROIZVODA

JOVANKA POPOV-RALJIĆ, RADOMIR RADOVANOVIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD: Svakim danom se povećava broj potrošača koji su svesni veze između kvaliteta i bezbednosti hrane sa jedne strane, i zdravlja, sa druge strane.*

*Namirnice su proizvodi čiji se sastav neprekidno menja. Od momenta proizvodnje do momenta upotrebe u namirnicama se dešavaju brojne fizičko-hemijske reakcije. Neke od njih su poželjne, te dovode do formiranja poželjnih svojstava, a druge su nepoželjne i dovode do kvarenja. Za potrošače je najvažnije da znaju da su proizvodi koje upotrebljavaju bezbedni po zdravlje, odn. da poseduju prihvatljive senzorne karakteristike (izgled, boja, miris, ukus, konzistencija/tekstura, sočnost...).*

*Da bi senzorna analiza, kao nauka koja meri i vrednuje svojstva hrane sa jednim ili više čula čoveka dala odgovarajuće, objektivne rezultate, neophodno je poznavanje anatomije i fiziologije čula čoveka, termina – rečnika pojmova, tehnike senzornog vrednovanja (ocenjivači, uslovi, prostor, oprema, uzorkovanje, uzorci), postupaka senzornog ocenjivanja (analitički i afektivni testovi) sa osnovnim karakteristikama i primenom.*

**Ključne reči:** senzorna analiza, kvalitet, bezbednost, prehrambeni proizvodi.

### UVOD

Senzorna analiza je nauka koja meri i vrednuje senzorna svojstva kvaliteta (izgled, konzistencija/tekstura, aroma prehrambenih proizvoda) pomoću čula čoveka. „Senzorna” u žargonu obuhvata naučno besprekornu pripremu, izvođenje i vrednovanje senzornih svojstava, pri čemu se na osnovu pojedinačnih sudova i pravilno primenjene statističke obrade rezultata izvodi objektivna senzorna ocena kvaliteta. Prema tome, pojam *senzorni kvalitet* (upotrebna vrednost) predstavlja ukupni senzorni utisak o uzorku (prehrambenom proizvodu) koji se ocenjuje (Popov-Raljić i Tojagić, 1997, 1988).

Neophodno je imati u vidu činjenicu da kvalitet prehrambenih proizvoda ne predstavlja mehanički zbir pojedinačno izmerenih i izraženih svojstava kvaliteta, već da je on njihova integralna celina, pri čemu do izražaja dolaze mnogi i veoma složeni interakcijski odnosi.

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup>Dr Jovanka Popov-Raljić, vanredni profesor, Dr Radomir Radovanović, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu

Prilikom ocenjivanja ili tokom konzumacije senzorna analiza omogućava senzoričaru – analitičaru, odn. potrošaču, da u jednom trenutku, pomoću čula, primi više informacija o namirnici i da tako formira kompleksan, ali jedinstven utisak o njoj (Radovanović, 1994, Radovanović i Popov-Raljić, 1999, 2001).

Jedinstven utisak i formiran sud (senzoričar – analitičar), odn. subjektivno mišljenje (potrošač – konzument), koji se dobijaju prilikom senzorne analize, veoma su bitni parametri za ocenu kvaliteta, tj. utvrđivanje bezbednosti hrane.

Prema tradicionalnom sistemu kontrole, odgovornost za kvalitet i bezbednost prehrambenih proizvoda (hrane) je bila u nadležnosti države, dok se danas odgovornost prenosi na proizvođača koji u svakom momentu mora biti spreman da pokaže i dokumentovano dokaže da proizvodi namirnice koje su kvalitetne i u potpunosti bezbedne po zdravlje potrošača.

Svetski pokret za kvalitet sve više ukazuje na nove specifične mogućnosti za sistematsko unapređenje kvaliteta, kao što su pozicioniranje, analiza, definisanje, monitoring, verifikacija rizika i kritičnih kontrolnih tačaka u proizvodnji hrane (HACCP koncept, prema engl. *Hazard Analysis and Critical Control Points*). Svakako, ne treba posebno naglašavati da se u centru pažnje svih savremenih tokova nalaze kvalitet proizvoda i zadovoljan kupac, tj. neposredni korisnik – potrošač (Grujić i sar., 2003).

Generalno, u cilju dobijanja prehrambenih proizvoda odgovarajuće bezbednosti i kvaliteta, neophodna je profesionalna odgovornost svih učesnika u lancu proizvodnje i prometa hrane, koja se danas najčešće konkretizuje uspostavljanjem različitih sistema i standarda samokontrole (HACCP, ISO 22000:2005 – Food Safety Management Systems Standard, i slično) (Grujić i Blesić, 2007).

Upotreba termina *kvalitet* u nauci o ishrani može se povezati sa bezbednošću proizvoda, svežinom, stvaranjem osećaja zadovoljstva (izgled, boja, miris i ukus) kod potrošača, tj. opšte prihvatljivosti – dopadljivosti (Grujić, 2000).

Postoji veliki broj navoda vezanih za problem senzorne analize kvaliteta različitih prehrambenih proizvoda (Popov-Raljić, 1984, 1988, 1998, 1999a, 1999b, 2000M Popov-Raljić i sar., 1993, 1994, 1995, 1996, 1999b, 2000, 2001, 2004, 2005, 2006a, 2006b, 2006c, 2007a, 2007b, 2007C, Popov-Raljić i Baltić, 2000, Popov-Raljić i Radovanović, 2002a, 2002b, Radovanović, 1992, 1994, Radovanović i Bojović, 1994, Radovanović, 1996a, 1996b, Radovanović i Popov-Raljić, 1999).

## PREGLED LITERATURE

U cilju objektivizacije senzorne analize kvaliteta svih prehrambenih proizvoda neophodno je da se poznaju opšti zahtevi, termini i metodologija rada, što je definisano međunarodnim (ISO) i domaćim (JUS/ISO) standardima. Međunarodne standarde za senzornu analizu pripremio je Tehnički komitet ISO/TS 34, Poljoprivredno – prehrambeni proizvodi, Potkomitet SC 12, Senzorne analize. Ovi standardi, prema međunarodnoj klasifikaciji standarda nose broj ICS 67.240.

Prva zapažanja o senzornom kvalitetu prehrambenih proizvoda nastaju viđenjem, tj. gledanjem ili posmatranjem, korišćenjem čula vida – vizuelna tehnika. Tako, u okviru vizuelnih utisaka razlikujemo sledeće pojmove: *boja, oblik, površina, struktura i ostali utisci*.

**Ocenjivanje boje.** Po navodima Mac Dougal-a (1988), *boja* se definiše kao kombinacija vizuelno shvaćene informacije sadržane u svetlosti koju odašilje ili rasipa uzorak, pri čemu i male promene svetlosti mogu da proizvedu veće promene boje nego dugi niz koncentracija pigmentata. S tim u vezi, Popov-Raljić i sar. (2005, 2006a, 2007a) detaljnije opisuju i druge pojmove koji su u vezi sa senzornom ocenom boje pojedinih prehrambenih proizvoda, kao što su *nijansa boje*, *svetloća* i *sjajnost boje*. Ukazuje se i na termine: *providno*, *neprovidno* i *prozračno* (JUS/ISO 5492:2000). Da bi bilo koji prehrambeni proizvod mogao da se okarakteriše kao bezbedan, sa odgovarajućim kvalitetom boje, mora imati svojstvenu, tj. neizmenjenu boju.

U svetu se koristi više sistema za objektivno definisanje karakteristika boje prehrambenih proizvoda, od kojih je bitno spomenuti: *Munsell*-ov sistem boja; *Ostwald*-ov sistem; CIE – CIE Lab; ANLAB; *Hünter*-ov sistem boja, kao i određivanja boje na osnovu količina i hemijskog stanja pigmentata (Popov-Raljić, 1999, Radovanović i Popov-Raljić, (2000, 2001).

Nezavisno od vrste ili grupe prehrambenih proizvoda, jedan od opštih zahteva kojim se obezbeđuju uslovi za dobijanje pouzdanih i preciznih rezultata je i *prostor*: za pripremu uzoraka, kancelarija senzoričara – analitičara, prostor za senzorno ocenjivanje. Tu je važno naglasiti da je neophodno odgovarajuće osvetljenje, tj. *difuzno dnevno svetlo*, a da se mora izbegavati direktna dnevna svetlost.

Najpoželjnije senzorno ocenjivanje boje većine prehrambenih proizvoda je u području osvetljenosti na uzorku i na bilo kojim standardima za boje, između 1000 i 1500 Lx.

S obzirom da *geometrija posmatranja* može da utiče na rezultate senzornog ocenjivanja kvaliteta boje, onda je neophodno da to bude standardizovano. Konkretno, ukoliko se uzorci ocenjuju u kabini ili komori, uobičajena geometrija je da osvetljenje pada vertikalno na površinu uzoraka i da linija gledanja ocenjivača bude pod uglom od 45° u odnosu na površinu. Ako se, pak, uzorci ocenjuju pri upotrebi dnevne svetlosti ili na otvorenom prostoru, osvetljenje je obično pod uglom od 45° u odnosu na površinu, a linija gledanja ocenjivača mora biti vertikalna na površinu uzorka (JUS/ISO 11037:2002).

U slučaju da se vizuelno ocenjivanje boje prehrambenih proizvoda organizuje uz korišćenje jednog ili više standardnih (referentnih) uzoraka boje, onda se ti standardi moraju sastojati od: *atlasa boja* (napr. Unicell Colour System – UCS; Natural Colour System – NCS; DIN System ili NF – ANFOR System); *referentnih materijala* koji su urađeni tako da simuliraju boju i, po mogućnosti i površinski izgled hrane, kao i *odabranih uzoraka osnovne sirovine ili finalnog proizvoda* koji se koriste kao standardi.

Ako se, pak, kvalitet boje prehrambenih proizvoda senzorno ocenjuje vizuelnom tehnikom, umesto izjednačavanja boja sa standardom, ocenjivanje se obavlja u odnosu na pozadinu, koja može biti bela ili obojena, ali ne i siva.

Naravno, da u senzornom ocenjivanju kvaliteta svih prehrambenih proizvoda (meso, proizvodi od mesa; mleko i proizvodi od mleka; voće i povrće; gotova hrana; med; ulja i masti; brašeno – konditorski proizvodi i drugo), mogu da učestvuju samo *odabrani ocenjivači* koji su prošli put izbora, obuke i provere, a posebno stručnjaci iz grupe eksperata, što je već više puta detaljno opisano (Popov-Raljić, 1999, Radovanović i Popov-Raljić, 2000, 2001).

**Ocenjivanje mirisa.** Nakon vizuelnih utisaka (izgled, boja, površina, sjaj...), u postupku senzorne analize kvaliteta prehrambenih proizvoda su *mirisni ili olfaktorni utisci*. Čulo mirisa karakteriše osnovnu čulnu informaciju za utvrđivanje kvaliteta i intenziteta mirisa, a, pored toga, i ukusa, što je od primarnog značaja za utvrđivanje arome (flavour). Radovanović i Popov-Raljić (2000, 2001) konstatuju da je senzorna ocena mirisa zapravo i najsuptilniji deo senzorne analize.

Osećaj mirisa kod čoveka počiva na stimulaciji hemoreceptora od strane olfaktornog, trigeminalnog i, verovatno, terminalnog nerva (Maruniak, 1988).

Miris se definiše kao olfaktorni utisak pri udisanju i/ili izdisanju vazduha preko nosa, pa tako pozitivno doživljen miris jeste dobar (svojtveni) miris, a neprijatno doživljen – loš miris. Smatra se da postoji oko sedam mirisnih nadražaja koji selektivno stimulišu određene mirisne receptore (Guyton, 1985). Naime, pretpostavlja se da su to sledeći mirisni nadražaji: kamforni, mošusni, cvetni, mentolni, etarski, sirćetni i truležni (Nursten cit. Popov-Raljić, 1999).

Tokom opisa olfaktornih utisaka treba razlikovati pojmove *miris* i *retronazalni utisak* (olfaktorni utisci koji nastaju usled oslobađanja isparljivih sastojaka u ustima – naročito tokom žvakanja i gutanja, nakon čega iz usne duplje dospevaju u nos.

Skup specifičnih olfaktornih nota proizvoda (vina, alkohola...) koje ih karakterišu, senzorno se karakterišu kao pojam *buke*, dok pojam *jetko* opisuje proizvod (sirće, senf...) koji izaziva snažan osećaj usne i nosne sluzokože.

U cilju utvrđivanja bezbednosti i kvaliteta hrane, pojam *atipična nota mirisa* označava netipično obeležje, često povezano sa kvarenjem ili transformacijom proizvoda, dok termin *nota* znači određen, istaknut ukus i miris koji se mogu identifikovati.

Stoga je bitno naglasiti da se tokom senzornog ocenjivanja pojedinih visokokvalitetnih proizvoda, koji sadrže veću količinu masti: npr. tvrdih sireva, trajnjih suvomesnatih proizvoda, majoneza i slično, može javiti senzorski zamor čula, pri čemu dolazi do smanjenja osetljivosti, pa se u tom slučaju mora odrediti *ritam i redosled prezentacije*, uz obavezno ispiranje usta toplom vodom, ili se koristi jabuka, celer, hleb, neutralne gume za žvakanje...

**Ocenjivanje ukusa.** Ukus je, pored mirisa, jedno od najvažnijih senzornih svojstava kvaliteta proizvoda. Čulo ukusa čoveka može da registruje i razlikuje ne samo četiri primarna (*slatko, slano, kiselo i gorko*), već i više stotina različitih drugih ukusa. Međutim, može se reći da su oni uglavnom mešavine ili uspešne kombinacije četiri osnovna modaliteta ukusa. Tako, recimo, sladak ukus ne izaziva samo jedno, već više grupa jedinjenja. Nosoci slatkog ukusa su uglavnom organska jedinjenja, kao što su šećeri, alkoholi, aldehidi, ketoni, estri, aminokiseline, sulfonske kiseline, dok su izuzetak samo neorganske soli olova i berilijuma.

Pojam *ukusno* – *arhaičan* opisuje proizvod koji ima prijatan ukus, za razliku od termina *bezukusno* – bez ukusa i mirisa. Na osnovu rečnika senzorne analize, mogu se upotrebiti i sledeći pojmovi: *neukusno* (tj. znatno slabijeg ukusa i mirisa od očekivanog), *blago* i *neutralno*. Termin *bljutav ukus* – opisuje proizvod čije su opažene senzorne karakteristike ispod očekivanog nivoa bezbednosti i kvaliteta.

Kada su u pitanju senzorne karakteristike sireva, posebno polutvrdog sira proizvedenog na bazi koagregata proteina mleka, Jovanović i sar. (2005) navode da je miris sira prijatan, a ukus specifičan, s obzirom na prisustvo serum proteina. Ukus je *pun* sa odgovarajućim sadržajem mlečne masti, *blago kiseo* i *sa malo izraženom gorčinom*, što

se, na osnovu navoda autora, redovno javlja kod sireva sa visokom termičkom obradom mleka i ne treba ga okarakterisati kao nedostatak, tj. manu proizvoda.

*Kiselkasto* – *arhaičan* pojam ukusa opisuje proizvod blago kiselog ukusa, dok pojam *nakiselo* definiše prehrambeni proizvod koji je blago ukišljen (usled prisustva organskih kiselina) ili, pak, pokazuje znake kiselinske fermentacije.

Proizvodi kao što su čili i biber, tokom senzorne percepcije ukusa izazivaju osećaj vreline u usnoj šupljini, što se karakteriše kao *ljuto*.

**Ocenjivanje teksture/konzistencije.** Najzad, najkompleksnije svojstvo – tekstura/konzistencija prehrambenih proizvoda – predstavlja kombinaciju fizičkih svojstava i svojstava registrovanih čulima dodira (uključujući kinesteziju i osećaj u ustima), vida i sluha (BS 5098:1985). Mehanička svojstva teksture se odnose na reakciju proizvoda na naprezanje, a dele se na pet osnovnih karakteristika (tvrdoća, kohezivnost, viskoznost, elastičnost i adhezivnost). Geometrijska svojstva su ona koja se odnose na veličinu, oblik i raspored čestica u proizvodu, dok su svojstva površine povezana sa osećajima koji se stvaraju usled vlažnosti i/ili sadržaja masti (JUS/ISO 11036:2002).

## UMESTO ZAKLJUČKA

Ukoliko se sistematski i dosledno uvažavaju svi atributi naučnosti i iskustveno provereni principi savremene senzorne analize, većina eventualnih grešaka koje su uslovljene različitim psihološkim, fiziološkim i drugim faktorima, biće eliminisana. Time se stvara pouzdana osnova da senzorno ispitivanje u celini bude podignuto na nivo naučne metodologije čijom se doslednom primenom mogu dobiti precizne, pouzdane i uporedive informacije o kvalitetu i bezbednosti prehrambenih proizvoda.

## ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansiralo Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije u okviru projekta «Optimizacija i standardizacija tehnologije proizvodnje suvomesnatih proizvoda od ovčijeg i svinjskog mesa» (BTN 351005).

## LITERATURA

BS 5098: Glossary of Terms Relating to Sensory Analysis of Food. BSI, London, (1985).

GRUJIĆ, R., SANCHIS, V., RADOVANOVIĆ, R.: HACCP – Teorija i praksa. Banja Luka, Lleida (2003).

GRUJIĆ, S., BLESIĆ, M.: Propisi o hrani, Banja Luka (2007).

JOVANOVIĆ, S., MAĆAJ, O., VUČIĆ, T., SEARTLIĆ, S.: Senzorna ocena polutvrdog sira proizvedenog na bazi koagregata proteina mleka. Simpozijum "Mleko i proizvodi od mleka, Tara, 93–97 (2005).

JUS-ISO 5492: Sensory Analysis – Vocabulary (Senzorne analize – Rečnik) (2000).

MACDOUGALL, D. B.: Colour Vision and Appearance Measurement. U "Sensory Analysis of Food", 2<sup>nd</sup> Ed., J. R. Piggot (Ed.), Elsevier, London (1988).

- MARUNIAK, J. A.: The Sense of Taste. U "Sensory Analysis of Food", 2<sup>nd</sup> Ed., J. R. Piggot (Ed.), Elsevier, London (1988).
- POPOV-RALJIĆ, J., KRAJINOVIĆ, M., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ., DŽINIĆ, N., CVETKOVIĆ, T.: Prilog objektivizaciji senzornog vrednovanja kvaliteta jagnječeg mesa, Savremenias poljoprivreda, Novi Sad, 131–135 (1993).
- POPOV-RALJIĆ, J., KRAJINOVIĆ, M., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ., DŽINIĆ, N., POPOV, S.: Svojsva kvaliteta jagnječeg mesa rase cigaja (Characteristics of the Lamb Meat of the Cigaja Bread). Monografija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 110 (1994a)
- POPOV-RALJIĆ, J., TOJAGIĆ, S.: Kvalitet smrznutih pljeskavica u koje su dodati odabrani aditivi. Tehnologija mesa 29(7–8)231–234(1988).
- POPOV-RALJIĆ, J., TOJAGIĆ, S.: Senzorna analiza hrane – uloga i značaj u industriji mesa. Tehnologija mesa, 38(2–3)95(1997).
- POPOV-RALJIĆ, J., BALTIĆ, M.: Senzorna analiza ribe i proizvoda od mesa ribe. Monografija: Savremeno ribarstvo Jugoslavije, Vršac, 195–203(2000).
- POPOV-RALJIĆ, J., DODIĆ, S., POPOV, S., DODIĆ, J.: Rheological Quality Characteristics of Frozen Ready-Made Sauces. Roum. Biotechnol. Lett., 6(5)411–412(2001).
- POPOV-RALJIĆ, J., DODIĆ, S., POPOV, S., DODIĆ, J.: Sensory and Color Characteristics of Frozen Ready-Made Sauces. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 46, 125–129(2006b).
- POPOV-RALJIĆ, J., DŽINIĆ, N., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ., MANDIĆ, A., PAVLOVIĆ, A., SIKIMIĆ, V.: Colour, Texture and Sensory Characteristics of Chicken Breast Influenced by Citric Acid Addition to the Feed. Roum. Biotechnol. Lett., 9(3)1661–1668(2004).
- POPOV-RALJIĆ, J., GORJANOVIĆ, R., LALIČIĆ, J., SIKIMIĆ, V.: Specifičnosti senzornog vrednovanja kvaliteta meda. XIII Naučno savetovanje sa međunarodnim učešćem "Kvalitet i promet meda i pčela", Poljoprivredni fakultet, Beograd. Plenarni rad po pozivu, 32–36(2005).
- POPOV-RALJIĆ, J., GORJANOVIĆ, R., LALIČIĆ, J., SIKIMIĆ, V.: Uslovi objektivizacije senzornog vrednovanja boje meda. XIV Naučno savetovanje sa međunarodnim učešćem "Zaštita i proizvodnja domaće pčele i meda". Poljoprivredni fakultet, Beograd. Plenarni rad po pozivu, 64–70(2006a).
- POPOV-RALJIĆ, J., GRUJIĆ, S., SIKIMIĆ, V., LALIČIĆ, J., GORJANOVIĆ, R.: Opšti zahtevi, termini i metodologija senzornog vrednovanja konzistencije meda. XV Naučno savetovanje sa međunarodnim učešćem "Proizvodnja i promocija meda i pčela". Poljoprivredni fakultet, Beograd. Plenarni rad po pozivu, 117–123(2007a).
- POPOV-RALJIĆ, J., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ., DŽINIĆ, N., SUŠIĆ M., TEŠANOVIĆ D.: Senzorna svojsva sušenih fermentovanih kobasica. Tehnologija mesa, 37(3–4)150–152(1996b).
- POPOV-RALJIĆ, J., LALIČIĆ J., GORJANOVIĆ R., SIKIMIĆ V.: Predlog mogućnosti senzornog vrednovanja brašveno-konditorskih proizvoda u tipu tvrdog kekisa, krekeria i slanog peciva. Žito – hleb 32(4–5)179–184(2006c).
- POPOV-RALJIĆ, J., LALIČIĆ, J.: Dietary Chocolate Colours During Their Storage Up To 1 Year. Roman. Biotech. Lett. (in press) (2007c).
- POPOV-RALJIĆ, J., POPOV, S., DŽINIĆ, N., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ.: Einige Qualitätsmerkmale von Hackfleisch mit Zusatz von *Polyporus squamosus*. Deutsche Lebensmittel Rundschau, 5, 148–150(1995).
- POPOV-RALJIĆ, J., POPOV, S., DŽINIĆ, N., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ.: Some quality characteristics of frozen asuces made with *Polyporus squamosus*. Nahrung, 40, 218–221(1996).

POPOV-RALJIĆ, J., PSODOROV Đ., MASTILOVIĆ, J.: Senzorna ocena – kriterijumi pri izboru i tipu ocene i ocenjivača, plenarno predavanje. Zbornik radova Peti pekarski dani, Kragujevac, 23–24 (2000).

POPOV-RALJIĆ, J., RADOVANOVIĆ, R.: Osnovi savremene senzorne analize kvaliteta prehrambenih proizvoda. Journal of Edible Oil Industry, Uljarstvo 33(3–4)25–25(2002a).

POPOV-RALJIĆ, J., RADOVANOVIĆ, R.: Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Uvodno predavanje. Aditivi, arome i enzimski preparati za prehrambene proizvode – nova zakonska regulativa. Beograd, 107–125 (2002b).

POPOV-RALJIĆ, J., ŠMIT, K., ŽIVKOVIĆ, A., LUKIĆ, I.: Colour and Sensory Properties of the Mixed Edible Vegetable Oils. Roman. Biotech. Lett. (in press)(2007b).

POPOV-RALJIĆ, J., TOJAGIĆ, S., DŽINIĆ, N., KELEMEN-MAŠIĆ, Đ.: Senzorno vrednovanje i pojedina instrumentalna merenja konzistencije barenih kobasica. Tehnologija mesa, 35(1–2)41–45(1994).

POPOV-RALJIĆ, J., TOJAGIĆ, S., PETROVIĆ, LJ.: Toplotna obrada i senzorna svojstva govedeg mesa. Monografija: Proizvodnja i prerada mesa od goveda, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu 103–121(1999b).

POPOV-RALJIĆ, J.: Iznalaženje mogućnosti skraćanja obrade toplotom polupripremljenog smrznutog mesa. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad (1984).

POPOV-RALJIĆ, J.: Senzorna analiza proizvoda od mesa i gotove hrane. Monografija: Kvalitet mesa i proizvoda od mesa, Novi Sad, 31–48(2000).

POPOV-RALJIĆ, J.: Senzorno vrednovanje kvaliteta proizvoda od usitnjenog oblikovanog mesa. Tehnologija mesa, 39(6)221–225(1998).

POPOV-RALJIĆ, J.: Tehnologija i kvalitet gotove hrane (knjiga). Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu (1999a).

POPOV-RALJIĆ, J.: Uticaj sastava, načina obrade toplotom i uslova skladištenja na kvalitet jela od usitnjenog, oblikovanog mesa. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad (1988).

RADOVANOVIĆ, R., BOJOVIĆ, P.: Mesto i značaj senzornog ocenjivanja u okviru sistema za obezbeđenje kvaliteta mesa i proizvoda od mesa. Kvalitet 4(11–12)68–70,(1994.)

RADOVANOVIĆ, R., BOJOVIĆ, P.: Savremene organoleptičke metode i njihovo mesto u sistemu integralne (totalne) kontrole namirnica životinjskog porekla. II. Međunarodni simpozijum "Savremeni trendovi u industriji mleka". Zbornik radova, 69–37. Kopaonik (1993).

RADOVANOVIĆ, R., IVANOVIĆ, M., POPOV-RALJIĆ, J., ŽIVKOVIĆ, D., DŽINIĆ, N.: Dynamics of salt penetration during dry curing of *M. Longissimus lumborum* et *tlarucis*. 44th International Congress of Meat Science and Technology (ICaMST), Barcelona, Spain, Sept. 1998, 978–979.

RADOVANOVIĆ, R., JOVANOVIĆ M., JOVANOVIĆ, G.: Unapređenje sistema kvaliteta u industriji mesa – globalni izazov savremenog poslovanja. Tehnologija mesa, 39(4–5) 47–52 (1998).

RADOVANOVIĆ, R., POPOV-RALJIĆ, J.: Senzorna analiza – subjektivno ili objektivno ispitivanje. Uvodno predavanje. 48. Savetovanje industrije mesa, Tehnologija mesa, 50(3) (1999).

RADOVANOVIĆ, R., POPOV-RALJIĆ, J.: Senzorna analiza – subjektivno ili objektivno ispitivanje. Uvodno predavanje na 48. Savetovanju industrije mesa. Tehnologija mesa, 50(3) (1999).

RADOVANOVIĆ, R., POPOV-RALJIĆ, J.: Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu (2000/2001).

RADOVANOVIĆ, R.: Kvalitet mesa i proizvoda od mesa: aktuelni pristupi, zahtevi i metodi ispitivanja. Tehnologija mesa, 35(1–2)3(1994).

RADOVANOVIĆ, R.: Mesto senzorne analize u okviru sistema za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta prehrambenih proizvoda. Poglavlje u monografiji "Savremeni trendovi u proizvodnji alkoholnih i bezalkoholnih pića (urednici S. Jović i B. Bukvić). Poslovna zajednica "Vrenje" i Poljoprivredni fakultet, Beograd, 5–14(1996a).

RADOVANOVIĆ, R.: Novi pristupi, zahtevi i metode pri utvrđivanju kvaliteta namirnica životinjskog porekla. I međunarodni simpozijum "Savremeni trendovi u mlekarstvu, Zbornik radova 76–86, Kopaonik (1992).

RADOVANOVIĆ, R.: Savremeni principi upravljanja kvalitetom u proizvodnji i prometu prehrambenih proizvoda. Prilog u monografiji "Kontrola kvaliteta i bezbednost namirnica (ur. R. Grujić). Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 5–17 (1999).

RADOVANOVIĆ, R.: Senzorna analiza i sistemi za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta prehrambenih proizvoda. Kvalitet 4(5–6)38–41(1996b).

STANDARDI MEĐUNARODNE ORGANIZACIJE ZA STANDARDIZACIJU (ISO). Katalozi: (1999), (2000), (2002).

STANDARDI SAVEZNOG ZAVODA ZA STANDARDIZACIJU (JUS). Katalozi: (1997), (1999), (2000), (2002).

## **SENSORY ANALYSIS AS A TOOL FOR EVALUATION OF SAFETY AND QUALITY OF FOOD PRODUCTS**

JOVANKA POPOV-RALJIĆ, RADOMIR RADOVANOVIĆ

### **Summary**

Number of consumers that are conscious of interactions between food quality and safety from one side, and of human health, from other side, are practically every day increased.

Foodstuffs represent products whose composition is permanently changed. From the very moment of manufacture, up to the moment of consummation, in foodstuffs occur numerous physico-chemical reactions. Some of them are desirable, leading to the formation of preferable attributes, but the other ones are undesirable, causing deteriorations. For consumers it is of utmost importance to know that the products which they use are safe with respect to health, i.e. that they possess acceptable sensory characteristics (appearance, colour, flavour, taste, consistency/texture, mellowness...).

If sensorical analysis, as a science that measures and evaluates food properties with aim of one or more human senses, is to result with appropriate, objective conclusions, it is necessary to be acquainted with anatomy and physiology of human senses, terms – sensory vocabulary, techniques of performing of sensory evaluations (evaluators, conditions, space, equipment, taking of samples, samples themselves), kinds of sensory evaluations (analytical and affective tests) with their basic characteristics and applications.

**Key words:** sensory analysis, quality, safety, food products.

## KATEHIZAM 7 PRINCIPA HACCP KONCEPTA: 7 SMRTNIH GREHOVA I 7 NEBESKIH VRLINA U ODNOSU NA BEZBEDNOST HRANE

RADOMIR RADOVANOVIĆ, IGOR TOMAŠEVIĆ, NIKOLA TOMIĆ<sup>1</sup>

*IZVOD:* U radu se razmatraju uočene vrline i nedostaci tokom uvođenja i neposredne primene savremenog koncepta upravljanja bezbednošću hrane, kroz analizu rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP). Korsteći metafore „sedam smrtnih grehova” i „sedam nebeskih vrlina”, pažnja autora je usmerena na tradicionalne moralne i etičke odrednice u pogledu bezbednosti hrane.

**Ključne reči:** bezbednost hrane; HACCP koncept; „ispravno/dobro/bezbedno” (vrline); „kontaminirano/neispravno/loše/nebezbedno” (gresi)

### UVODNA RAZMATRANJA

Prvo pominjanje „**grehova**” i „**vrlina**” može da se pronađe u Novom zavetu, drugom delu svete knjige hrišćana – Bibliji (grč. *βιβλίον* – knjiga) koja, van svake sumnje, proži- ma temelje svetske kulture i civilizacije. Rasprave o „grehovima” i „vrlinama” su pro- nađene i u zapisima egipatskih mislilaca/teologa (IV vek p.n.e), a ova „tema” se provlači kroz celokupnu istoriju hrišćanstva. Tako, nekoliko vekova kasnije, „smrtne grehove” i „nebeske vrline” prvi put spominje Papa Grgur Veliki (540–604 godine n.e) u knjizi „Magna moralia”, što je bila osnova da se ovi termini pojave i u Katihizisu (lat. *catechi- smus*; grč. *κατήχησις*), sažetom izlaganju (priručniku) hrišćanske veronauke. Svakako, imajući u vidu različite istorijske okolnosti pa i kontekste u kojima se spominju, razum- ljivo je što se u brojnim temeljnim zapisima i knjigama najčešće uočava opšti pristup „nebeskim vrlinama” i „smrtnim grehovima”. Otuda se nadamo da nam se neće zameriti što smo bili slobodni da ove vredne hrišćanske odrednice dovedemo u vezu sa konkret- nim i aktuelnim situacijama. Ovo tim pre što to činimo u krajnje iskrenoj nameri da skrenemo pažnju na brojne uočene propuste, ali i ostvarene rezultate, koji se odnose na hranu kao jedan od tri temeljna uslova života, ali na hranu higijenski, toksikološki i u svakom drugom smislu ispravnu i bezbednu po zdravlje ljudi.

---

Pregledni rad / Review paper

<sup>1</sup> Dr Radomir Radovanović, redovni profesor; mr Igor Tomašević, asistent; mr Nikola Tomić asistent. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet – Katedra za tehnologiju animalnih proizvoda

Aktuelnu raspravu o bezbednosti hrane karakterišu dva osnovna pristupa: **naučni** – manje ili više teorijski i **menadžerski** – uglavnom pragmatičan pristup. Mada nepristrasan, pristup nauke ipak u mnogo čemu varira, pa zainteresovanu javnost upućuje ili na različita lična stanovišta ili na različite prioritete u pogledu bezbednosti hrane. Naučne rasprave, van svake sumnje značajne i korisne, najčešće se vode sa bezbedne pozicije, odnosno učesnici su zaštićeni „neprikosnovenim” rezultatima sopstvenih istraživanja, zvanjem i ličnim autoritetom, ili pak autoritetom institucija u kojima rade. Pri tome, u raspravama se često zaboravlja (*ili se stavlja „u drugi plan”*) ključni momenat, odnosno stvarno razumevanje da „bezbednost hrane” nije jednostavno već veoma kompleksno pitanje, te da se ne može posmatrati i izučavati samo parcijalno, kao deo ukupnog kvaliteta ili kao specifičan i autonoman aspekt posmatranja pojedinaca ili istraživačkih timova. Zašto? Pa jednostavno zbog toga što i pored brojnih rezultata naučnih istraživanja, koji objavljeni ili saopšteni ostaju u relativno uskom krugu stručne javnosti, na godišnjem nivou desetina miliona ljudi širom sveta umire, a stotine miliona ima ozbiljne zdravstvene probleme od posledica korišćenja različito kontaminirane (*neispravne*) hrane i vode. A, u suštini, sve je posledica brojnih nerazumevanja, neznanja, nedisciplinane, nemarnosti i grešaka u radu. Dakle, radi se o pristupu, savesti i moralu ljudi, naravno pre svega onih koji svoj rad i/ili poslovne aktivnosti sprovode u okviru bilo kog dela „lanca hrane”.

Nesporno je da je o bezbednosti hrane već bezbroj puta raspravljano i pisano; isto se odnosi na smisao, odnosno pravo značenje termina „ispravno” (*bezbedno*) i „neispravno” (*kontaminirano*). U tom pogledu i autori ovog rada su više puta pisali u pokušaju da daju svoj skroman doprinos. Takođe, ne može se reći da o bezbednosti hrane već nije raspravljano i pisano i sa aspekta „nebeskih vrlina” i „smrtnih grehova” (La Budee, 2003). Mi smo ovim radom samo želeli da damo naš prilog, jedno razmišljanje na ovu temu, svakako iz perspektive stanja u Srbiji. Mada specifičan i možda neuobičajen, naš pristup se ne odnosi na puko navođenje „...vrlina” i „...grehova” u odnosu na bezbednost hrane, već na tradicionalne i (*valjda*) opšte prihvaćene osnove morala i etike svih učesnika u „lancu hrane”. U tom smislu se nadamo da će naše viđenje nekih etičkih problema pomoći da se uoče i prepoznaju određena ponašanja kao moralne odlike ljudi koja, bar dobrim delom, leže u osnovi bezbednosti hrane.

## ČEMU RASPRAVA O „GREHOVIMA” I „VRLINAMA” ?

Uvidom u nama dostupnu literaturu, učešćem na brojnim domaćim i inostranim naučnim i stručnim skupovima u oblasti nauke o mesu, posebno u oblasti sistema upravljanja kvalitetom, odnosno pažljivijim slušanjem izlaganja eksperata, stiže se utisak da se pitanje „bezbednosti hrane” često tretira samo kao jedan aspekt „kvaliteta hrane”. Tako se, na primer, najčešće navode higijensko-toksikološki, tehnološki, nutritivni, senzorni i tržišno-potrošački aspekt kao ključni elementi u strukturi ukupnog kvaliteta namirnica (Honikel, 1989; Hofmann, 1990). Nezavisno od toga da li se rasprava odnosi na sve zajedno ili pojedinačno na neki od navednih aspekata, svi se gotovo po pravilu dovode u istu ravan i razmatraju kao međusobno ravnopravne odrednice kvaliteta. Pri tome se zaboravlja na nekoliko ključnih i suštinskih razlika. Pre svega, „kvalitet” (*hrane*) je sam po sebi opšti, sveobuhvatan, pa i nedovoljno jasan termin, a najčešće se procenjuje sa ekonomskog aspekta. Šta više, jedna od prvih definicija kaže da je

„kvalitet ono za šta je potrošač spreman da plati više od prosečne cene” (Hammond, 1955). Sa tog aspekta, kvalitet je i lako merljiv: jednostavno – korišćenjem „**ordinatne skale**”. Naime, nivo kvaliteta se može označiti kao „dobar” ili „loš”, u odnosu na neki drugi nivo (“izuzetno dobar” ili „neprihvatljiv”), pri čemu se dostignuti nivo procenjuje kroz konkretne efekte rada i ukupnog poslovanja, odnosno kroz cenu, ostvareni profit, učinjene troškove, uštede i dr., a što se po pravilu izražava vrednosno, u nekoj novčanoj jedinici/valuti (€; \$; £; ¥).

“Bezbednost” (*hrane*) je nešto sasvim drugo, nešto gotovo okrutno realistično, budući da se ovde neminovno uključuju zdravlje i život čoveka, bezbednost i opstanak ljudi. Zato se ocena „bezbednosti” može vršiti isključivo preko „**nominalne skale**”, odnosno namirnice se mogu označiti kao higijenski, toksikološki i u svakom drugom pogledu ispravne i po zdravlje bezbedne, u odnosu na neispravne (*kontaminirane*) i nebezbedne. Ovde nema mesta menadžerski pragmatičnom i prakticističkom pristupu, odnosno ekonomskom aspektu posmatranja, niti „bezbednost” (*hrane*) ima bilo kakve veze sa profitom i novcem. Znači, profit i novac sigurno nisu niti mogu da budu cilj, a ogromni materijalni troškovi (*gubici*) koji realno nastaju, samo su neminovna, ali sasvim sigurno marginalna (*u odnosu na zdravlje i život*), posledica konkretnih incidenata ili epidemija koje se dešavaju zbog neispravne hrane. Dakle, naš je stav da su higijenska, toksikološka i svaka druga ispravnost hrane, odnosno njena potpuna bezbednost po zdravlje ljudi – imperativ, osnovni cilj i glavni uslov da se uopšte može raspravljati o bilo kom drugom aspektu njenog kvaliteta (*tehnološki, nutritivni, senzorni...*). Ovaj stav smo prvi put javno izneli još pre više od petnest godina (Radovanović, 1991) i do sada smo ga uvek dosledno zastupali.

Pre nego što se preduzme (*pa čak i ako izostane*) bilo koja konkretna aktivnost u okviru koje se presuđuje o bezbednosti hrane, prethodno se moraju usaglasiti mišljenja, odnosno mora se definisati šta je to „ispravno”, tj. „bezbedno”, te precizno razdvojiti od neispravnog i nebezbednog. Mada je do sada objavljeno stotine (*ako ne i hiljade*) naslova koji se odnose na bezbednost hrane i savremeni koncept analize rizika i kritičnih kontrolnih tačaka (*HACCP*), treba naglasiti da mnoge konkretne aktivnosti do sada nisu bile međusobno artikulisane, a stavovi u pogledu ciljanog nivoa bezbednosti su veoma retko usaglašeni. Dakle, ako krajnji cilj nije, ili je retko definisan, kako onda „u crtati put” kojim do tog cilja treba stići. Drugim rečima, šta reći osim se zapitati: kako je moguće upravljati brodom bez kompasa? Ovakvom razmišljanju ide u prilog čak i veoma uopštena definicija (**ISO 9000:2000**) prema kojoj je kvalitet „nivo do kojeg skup svojstvenih karakteristika<sup>2</sup> ispunjava zahteve<sup>3</sup>. Navedena dilema stoji tim pre ako se imaju u vidu razlike u pogledu pristupa, sagledavanja i evidentiranja incidenata, posebno razlike u pravosuđu pojedinih država u postupku tretiranja slučajeva i posledica uzrokovanih neispravnom hranom, kao i razlike u sankcionisanju vinovnika incidenata. Ipak, većina razvijenih zemalja incidente izazvane neispravnom hranom, posebno epidemije sa izraženim posledicama po zdravlje ljudi i smrtnim ishodom, tretira veoma ozbiljno i rigorozno sankcioniše. Tako na primer u SAD, nezavisno od toga gde (*u kojoj državi*) se dogodio, svaki slučaj incidenta ili epidemije USDA (*US Department of Agriculture*) i FDA (*Food and Drug Administration*) rutinski prosleđuju poroti na saveznom nivou. Tokom istražnog postupka se utvrđuje da li je u pitanju „*kriminalna radnja sa predumišljajem*”

<sup>2</sup> osobina na osnovu koje se pravi razlika

<sup>3</sup> potreba ili očekivanje koji su iskazani, u principu podrazumevani ili obavezni

ili ne, te ko i koliko snosi odgovornost, na osnovu čega se izriču i odgovarajuće kaznene mere.

Navedene okolnosti i konkretne situacije koje iz njih proističu, uočene tokom višegodišnjeg naučno-istraživačkog i stručnog rada, pre svega u osetljivim procesima proizvodnje mesa i proizvoda od mesa, prosto nameću dalja razmišljanja o „gresima” i „vrlinama” u odnosu na „bezbednost hrane”. Ako se „**greh**” definiše kao bilo koja namera, misao, želja, reč, aktivnost, propust ili učinjeno protivno ispravnom, a „**vrlina**” kao uobičajeno raspoloženje i čvrsta odluka da se radi ispravno (*aktivno nastojanje za profesionalno i odgovorno ponašanje*), onda trojnu „osovinu zla” u odnosu na „bezbednost hrane”, bar prema našem mišljenju, čine **novac-krivica-strah**. Naime, u savremenim uslovima proizvodnje hrane veoma su česta nastojanja da se ostvari što veći profit, dakle cilj je **novac**, zbog čega se remete profesionalni standardi, narušavaju radna disciplina i neophodna odgovornost. Ovakve situacije neminovno vode u „**grešno**” ponašanje, učinjena greška kod počinioca stvara osećaj **krivice**, usled čega se javlja **strah** od gubitka ugleda i poverenja, od posledica kažnjavanja, pa čak i strah od gubitka posla. Pored ovoga, moguće je prepoznati bar devet situacija u kojima dolazi do, manje ili više izraženog, saučesništva u „grešnom” ponašanju, i to:

- prilikom povezanih i uzajamno zavisnih radnih operacija i/ili pri zajednikom donošenju odluka;
- u okviru tzv „komandne odgovornosti”, odnosno kada neko na višoj hijerarhijskoj lestvici donosi pogrešnu odluku za druge i/ili drugima daje neodgovarajući nalog za rad, na osnovu koga se čini (*nastaje*) greška;
- pri prećutnom saglašavanju (*sa učinjenom greškom*);
- kod situacija provokacije, odnosno kada se navodi da je neko drugi (*istog hijerarhijskog nivoa*) učinio grešku;
- prilikom davanja podrške lošim odlukama, pri čemu se greška javlja kao neminovna posledica;
- pri svesnom prikriivanju učinjene greške;
- tokom neposrednog saučesništva u „grešnom” ponašanju i stvaranju greške;
- prilikom prećutkivanja;
- prilikom odbrane učinjene greške.

Grešna ponašanja ili saučesništvo su tipični u situacijama kada se novom legislativom (*zakoni, standardi, pravilnici...*) nameću nove obaveze i/ili kada menadžment (*predpostavljeni*) naredbom zahteva izvršenje novih, dodatnih radnih zadataka i/ili promene izvršenja postojećih (*uobičajenih*) postupaka, aktivnosti i dr. U ovakvim okolnostima kod zaposlenih (*svih nivoa*) se javlja nekoliko tipičnih reakcija, koje se ispoljavaju kroz nekoliko uobičajenih koraka, a pre svega kao: **šok** (*Otkuda sad ovo?*), **poricanje** (*Da li nam je ovo baš bilo potrebno?*), **bes** (*Izem ti ja standard! Ko je on da meni ...! i sl.*), **depresija i neverica** (*Kako ću ja to?, Šta ću sad da radim? Sa kim ću ja to da obavim? i sl.*); **cenjkanje/pogađanje** (*da bi se smanjilo opterećenje*); **tuga** (*što cenjkanje nije urodilo plodom*) i, najzad, **prihvatanje** (*nove dužnosti, posla, aktivnosti*). U svakom od navedenih koraka (*reakcija*) je moguće „**grešno**” ponašanje ili neki oblik saučesništva.

## 7 SMRTNIH GREHOVA

Opšte je poznato da je moral čoveka proučavan hiljadama godina i da je o toj temi veliki broj autora širom sveta ispisao na hiljade stranica. Zapadna civilizacija sva „grešna” (loša) ponašanja, ili bar većinu, svrstava u najmanje sedam sledećih kategorija, a koje se uobičajeno označavaju i kao „7 smrtnih grehova”.

**NADMENOST (gordost; arogancija)** – Ovaj greh je ne samo evidentan već, na žalost, i često prisutan u procesima proizvodnje hrane, svakako posmatrano sa aspekta njene pune bezbednosti. Zar nismo svedoci koliko često i kako nadmeno se izražava uverenje „*meni (nama) to ne može da se desi – nema šanse !*” ili, na primer, „*kod nas su neuporedivo bolji uslovi*”, „*mi znamo više i radimo mnogo bolje od njih*”, „*ja to godinama radim tako, pa će' ti da mi kažeš da ne valja*” itd.

A sada i nešto konkretno. Ne tako davno, u jednoj industijskoj klanici u Srbiji, imali smo raspravu sa veterinarskim inspektorom. Na naše insistiranje da i inspektor mora da radi sa dva noža, od kojih se jedan nož – posle prethodne a pre naredne operacije – obavezno sterilise (u sterilizatoru na 83°C), isto je odbijano sa obrazloženjem da je to neophodno za radnike na liniji, ali ne i za inspektora, budući da „*on valjda zna gde i kako pravi rez tokom pregleda trupova i organa*”. Slična rasprava je vođena i u vezi neophodnosti nošenja šlemova na liniji klanja i primarne obrade, a slično je bilo i objašnjenje inspektora: od „*Za radnike, uredu, ali šta će to nama ?*” do „*U redu ako mora, ali boja naših šlemova mora da se razlikuje; pa nećemo valjda MI da nosimo šlemove iste boje kao radnici*”.

Minule zime, tokom doručka u motelu na Pešteru, „konsultant” pita predstavnika jednog privatnog pogona za proizvodnju i preradu mesa: „*Jeste li popunili one obrasce sa CD-a koji smo vam onmod dali*” i nastavlja – „*ma nije taj HACCP ništa stašno, samo vi to popunite i videćete – brzo ćete to vi da završite*”. I, koliko je nama poznato, posle samo nekoliko meseci – oni to stvarno i završise. Sticajem okolnosti u istom tom pogonu smo bili samo dan ranije. Mada se radi o novom pogonu, prema našoj proceni njegovo ukupno stanje, posebno organizacija rada i sama proizvodnja, su bili na tako niskom higijenskom i tehnološkom nivou da je za dosledno poštovanje zahteva dobre proizvođačke (GMP) i higijenske prakse (GHP/SSOP), te za primenu savremenih principa analize rizika i kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP), bilo potrebno najmanje godinu dana ozbiljnog rada ali i značajnih ulaganja. Samo ilustracije radi, u krugu pogona je bilo najmanje 200 ovaca i oko tridesetak goveda u provizorno ograđenim prostorima, u stočnom depou za goveda (bolje rečeno farmi) bilo je grla za bar nedeljni obim klanja, dok je sa leve strane pogona bilo 5–6 ogromnih plastova sena za prehranu prisutnog stada „na klaničnoj farmi”. Čitalac samo može da poredpostavi kako je izgledao krug pogona sa slojem pomešanog blata, vlažnog sena i stočnog izmeta. O postupku evisceracije i rukovanju iznutricama (posebno digestivnim traktom), higijeni podova i dr., neukusno je pisati.

**POHLEPA** – Ovaj greh se najčešće ogleda u nespremnosti da se ozbiljno pristupi svim neophodnim aktivnostima u vezi bezbednosti hrane. Ovde pre svega mislimo na tzv. „*preduslovne programe*” (pre-requisite programs – PRP), odnosno na stvaranje neophodnih a minimalno potrebnih higijensko-sanitarnih i drugih uslova koji treba da omoguće sistematsku proizvodnju ispravne, zdravstveno bezbedne hrane. Najčešći motiv nespremnosti, koja pre svega dolazi od menadžmenta, su manji ili veći troškovi koji objektivno prate ove aktivnosti. Međutim, ovi troškovi se ne doživljavaju kao deo

zahteva, kao ozbiljna podrška ukupnim nastojanjima da se omogući pouzdana proizvodnja bezbedne hrane, dakle kao obaveza i moralni čin prema kupcima i krajnjim korisnicima (*potrošačima*), već se (*često i sa čuđenjem*) prihvataju kao manje-više „nametnuta” ulaganja (*„stalno nešto novo izmišljaju”*) i nepotrebno „bacanje” novca. A, u suštini, sve je povezano sa stalnim i gotovo paničnim nastojanjem da se troškovi smanje, a profit uveća. Nije sporno i sasvim nam jasno da je cilj svakog poslovanja da se maksimalno smanje troškovi i ostvari što veća dobit. Ipak, ova „pohlepa” za zaradom ne može i ne sme da se odnosi na one pozicije kojima se obezbeđuju korektni higijensko-sanitarni i tehničko-tehnološki uslovi rada, a koji čine temelj, osnovu proizvodnje higijenski, toksikološki i u svakom drugom pogledu ispravne, zdravstveno bezbedne hrane.

Greh čini i deo konsultanata, tokom pružanja usluga transvera „znanja” pri uvođenju HACCP koncepta u pogonima prehrambene industrije. Naime, u nastojanju da dobiju što više projekata i ostvare što veću zaradu, nema specijalizacije u radu prema granama prehrambene industrije. Nekima je sasvim svejedno da li se radi o proizvodnji ulja, konditorskih proizvoda, mineralne vode ili mleka. Ne uvažavaju ozbiljne specifičnosti, rade veoma površno, često nestručno i – neuobičajeno brzo. Važno je što pre završiti, naplatiti uslugu i preći na novi posao. Sa generičkim planovima i modelima dokumenata na CD-u (*samo je bitna „proizvodnja” dokumenta*) sigurno se ne postiže suština u pristupu i ne ostvaruju zahtevi savremenog koncept upravljanja bezbednošću hrane.

Greh pohlepe je tim veći što, u nastojanju da se lako ostvari velika zarada, u Srbiji ima više tipičnih primera u kojima se ispoljava „sukob interesa”. Ovde pre svega mislimo na situacije u kojima se lica iz suštinski iste kuće, odnosno iz istog „pozorišta” ali sa „dve scene”, javljaju u dve sukobljene uloge, istina u dva različita „kostima”: u jednom „kostimu” i na „jednoj sceni” su konsultanti, dok na „drujoj sceni” i u drugom „kostimu” igraju ulogu ocenjivača sopstvene uloge, prethodno ostvarene na „prvoj sceni”. Navedene a međusobno sukobljene aktivnosti su van svake sumnje vrhunski nemoralne, ali su dobro osmišljene, tankom ali dovoljno bezbednom niti su razdvojene, tako da se teško mogu dokazivati. Ono što ovde posebno zabrinjava i zbog čega na tome insistiramo, je što mi znamo da za ove grehe dobro zna i domaća stručna javnost, znaju se i organizatori (*„reditelji”*) i izvršioци (*„glumci”*), ali se o njima ne govori, ili se bar ne govori javno – već u kuloarima, u „četiri oka” ili među prijateljima od poverenja. Tako je i lakše i bezbednije, jer otvorimo i srce i dušu pa nam lakne, ali se bar nikome ne zameramo. A šta je sa prećutnim saučesništvom? Ima li osećaja krivice i odgovornosti? Šta je sa moralom?

**POŽUDA (protiv prirodne radnje/aktivnosti)** – Ovaj greh se ispoljava kroz izražavanje neprirodnih želja i preduzimanje nepotrebnih i nigde zahtevanih aktivnosti, a koje suštinski ne doprinose da se postigne veći nivo bezbednosti namirnica. Ovde se radi o situacijama kada se preduzimaju aktivnosti koje objektivno nisu potrebne, sprovode radnje koje značajnije prevazilaze postojeće uslove pogona, ili uvodi tehnološka i druga prateća oprema koja je iznad realnih higijensko-sanitarnih i tehničko-tehnoloških potreba. Drugim rečima, nepotrebno se radi više od propisima definisanih zahteva i/ili preko optimalnog nivoa, pri čemu se time nikako ili veoma malo doprinosi povećanju ispravnosti hrane. Dakle, sve što se preduzima je samo sebi cilj, a radi se zbog prikazivanja (*po principu „kad' su mogli oni, e mi ćemo to onda ...”*), a ne zbog stvarnog razumevanja i

uvažavanja zahteva, odnosno iskrenog nastojanja da se svaka jedinica proizvedene namirnice učini maksimalno bezbednom po zdravlje korisnika – potrošača.

**GENV (ljutnja; bes)** – Nisu retke situacije da nadležni državni inspekcijski organi, eksperti ili druga kompetentna lica sa strane, u nekim konkretnim proizvodnim uslovima, ukažu na neispunjenje zahteva, na uočene propuste i manjkavosti, odnosno na bilo kakve neusaglašenosti u vezi bezbednosti hrane. Ovo može da bude deo njihovih obaveza u okviru redovnih radnih aktivnosti, a moguće je da se i neformalno, ali kompetentno, iznose sopstvena mišljenja i stavovi, potvrđena iskustva iz prakse, da se ukazuje na proverene i opšte prihvaćene rezultate istraživanja iz literature, na legislativu i praksu drugih zemalja itd. Svedoci smo da se u praksi sve primedbe i sugestije, po pravilu krajnje dobronamerne, najčešće ne doživljavaju kao osnova da se nešto ispravi i unapredi, kao putokaz za poboljšanja uslova rada, unapređenje performansi procesa i postizanje maksimalno mogućeg nivoa bezbednosti namirnica. Upravo suprotno, učinjene primedbe se najčešće doživljavaju kao napad i neosnovana kritika, nekada kao prepotentnost ili malicioznost onoga ko ih je saopštio. Posledica ovakvog stava je da se, kao vid odbrane, ispoljava egzaltirano ponašanje praćeno nepotrebnim gnevom, ljutnjom i besom. Dakle, čini se greh.

Slične reakcije se ispoljavaju od strane menadžmenta kada, na primer, treba primeniti nove preporuke, zahteve ili propise, mada se mnogo više mogu konstatovati kod zaposlenih kada im se, na primer, nalaže izvršenje novih ili izmenjenih zadataka, prihvatanje dodatnih obaveza i/ili odgovornosti. Prilikom reakcija na ovo, najčešći sled je da se naloženo prvo ismejava, zatim procenjuje kao nepotrebno i suvišno, da bi se na kraju ispoljili gnev, ljutnja i bes.

**NEUMERENOST (halapljivost)** – Ovaj greh se, bar prema našem dosadašnjem iskustvu, najčešće ispoljava kao posledica neznanja ili nesposobnosti da se, na osnovu proverenih i potvrđenih/dokazanih podataka i informacija, dakle na osnovu činjenica, pouzdano prepozna i razdvoji šta je značajno i šta je prioritet u odnosu na bezbednost hrane. Zbog toga se, na primer, često ne vrši grupisanje proizvoda, već se HACCP plan radi pojedinačno za svaki proizvod – što je svakako suvišno, a broj HACCP planova nepotrebno veliki. Nestručnost i nesigurnost tokom analize rizika se često transformišu u strah, što ima za posledicu da se u procesima pozicionira neumeren i nepotreban broj kritičnih kontrolnih tačaka (CCP). Naime, iz straha da se ne pogreši, faze procesa na kojima se uobičajeno vrši prijemno, procesno i završno kontrolisanje i ispitivanje, neosnovano i nepotrebno se okarakterišu kao opasne za bezbednost proizvoda, pa se definišu kao kritične (CCP). Uvidom u deo dokumentacije HACCP sistema naše ugledne mekare sa čuđenjem smo konstatovali, svakako bez ikakvog komentara, da su HACCP planom definisane 23 CCP! Mada je naše posmatranje trajalo kratko i bilo krajnje površno, ova neumerenost je prosto provocirala niz sumnjičavih pitanja: Kakavi su uslovi rada, kakav je to proces i koliko uopšte koraka (faza) ima u dijagramu toka, ako je stručna ekipa HACCP tima i uz pomoć konsultanta prepoznala čak 23 kritične kontrolne tačke?

Primer neumerenosti smo imali priliku da vidimo i u odnosu na obim dokumentacije, odnosno kada se u okviru svih hijerarhijskih nivoa „proizvede” nepotrebno veliki broj dokumenata. Samo kao ilustraciju, iznosimo sledeći primer. Naime, nezavisno od činjenice što se objektivno radi o pojedinačnim zahtevima u okviru HACCP koncepta, da li je baš potrebno da *opis proizvoda, sastav proizvoda, zatim uslovi čuvanja, transporta i izlaganja prodaji, definisanje krajnjih korisnika* i dr., budu pojedinačna dokumenta, ili

su moguća odgovarajuća grupisanja? Svakako, ima još ovakvih ili sličnih primera. Na osnovu našeg iskustva iz prakse, ako se izvrši korektno grupisanje svih nivoa dokumentata – moguće je zadovoljiti sve zahteve, omogućiti efikasnu i efektivnu primenu dokumentacije u funkciji postizanja i dokazivanja optimalne bezbednosti, a da se pri tome obim dokumentacije smanji, odnosno broj dokumenata maksimalno redukuje i dovede na optimalan nivo.

**ZAVIST** – Tokom dosadašnjeg višegodišnjeg rada, u mnogo različitih situacija i kroz bezbroj ostvarenih kontakata, bili smo svedoci ispoljavanja mnogih zavisti u struci – srećom ne kao neposredni učesnici ili zainteresovani, već sa bezbedne pozicije posmatrača i nemih slušalaca. Zavist se najčešće izkazuje u odnosu na konkurenciju, posebno prema liderima u branši, a oblik i nivo zavisti, te mesto i način na koji se saopštava, su veoma različiti i zavise od mnogo faktora. Deo ispoljene zavisti se može uočiti i u oblasti bezbednosti hrane, jer se radi o veoma osetljivoj oblasti za koju su kupci i krajnji korisnici – potrošači, posebno zainteresovani. Naravno da nećemo komentarisati različite oblike zavisti koji ulaze u sferu nelojalne konkurencije. Međutim, želimo da naglasimo da smo bili svedoci pokušaja da se dođe do dokumentacije HACCP sistema konkurencije ili da se sistem razvija prema generičkim dokumentima eminentnih institucija, kao što su u SAD *FDA/FSIS*, Kanadi *CFSIS* i *GFI*, u Australiji i Novom Zelandu *ANFA* ili u Evropi *EFSA*. Ovo poslednje, u okviru svojih „poslovnih aktivnosti”, dobrim delom generišu i nesavesni konsultanti. Znači, ne shvata se (*ili se to neće*) koliko je danas sistematsko uzdizanje bezbednosti hrane na viši nivo pre svega **obaveza**, etički i moralni čin prema kupcima/potrošačima. Pored toga, bezbednost hrane je i glavni, opšte prihvaćeni zahtev, odnosno elementarni uslov da se opstane na tržištu, posebno u okolnostima u kojima smo svedoci brojnih incidenata i epidemija izazvanih neispravnom hranom, kao i u uslovima izuzetno oštre konkurencije. Dakle, ne ulažu se napore da se HACCP koncept uvede, odnosno sistem dosledno primenjuje i razvija u autentičnim i uvek specifičnim uslovima rada određenog pogona prehrambene industrije, već se uzaludno gube energija i vreme u nastojanju da se, iz zavisti, kopira konkurencija. Pa zar to nije greh?

**LENJOST** – Ovaj greh se ispoljava kroz neosnovano odsustvo želje i izbegavanje odgovornosti da se ozbiljno, dakle analitički i studiozno, sagledaju svi aspekti bezbednosti hrane. I pored činjenice da menadžment uglavnom zna (*ili je bar upoznat*) koje i kakve aktivnosti treba preduzeti, šta i kako treba uraditi, konkretne akcije se često svesno izbegavaju i ne preduzimaju se odgovarajuće mere. Obično se bira onaj put koji je lakši i po pravilu isključuje veću odgovornost, za koji je potrebno angažovati kraće vreme i manje sredstava, dakle – ide se „linojm manjeg otpora”. Drugim rečima, često nema dovoljno spremnosti da se nešto valjano osmisli, konkretno preduzeme i dobro uradi. Dakle, lenjost je van svake sumnje i uvek greh, ali kada je u pitanju bezbednost životnih namirnica – biti lenj znači mogućnost stvaranja uslova u kojima može da dođe do ozbiljnih incidenata sa neispravnom hranom, odnosno mogu se ugroziti zdravlje i život ljudi (*potrošača*), a to je veoma ozbiljan greh.

## 7 NEBESKIH VRLINA

Suprotno lošim (*„grešnim”*) ponašanjima, svrstanim u tzv. „7 smrtnih grehova”, odgovarajuće grupisanje je izvršeno i za ispravna, moralno korektna ponašanja, što se uobičajeno označava zajedničkim terminom kao „7 **nebeskih vrlina** „.

**VERA** – Vera je, svakako, vrlina. Kada je u pitanju bezbednost hrane, mi iskreno i dosledno verujemo da sva nastojanja i konkretne aktivnosti koje se u savremenim uslovima preduzimaju širom sveta, pre svega kroz primenu CAC principa i HACCP koncepta, mogu i moraju da dovedu do značajnijeg unapređenja ispravnosti životnih namirnica, smanjenja broja i posledica incidenata i epidemija, odnosno do pouzdane zaštite zdravlja i života korisnika (*potrošača*). Našu veru ohrabruju brojna dosadašnja pozitivna iskustva u svetu i mnogi nesumnjivi uspesi. Ovde mislimo ne samo na pozitivna iskustva visoko razvijenih zemalja, već i na zavidne uspehe koje su ostvarile zemlje u razvoju, pa čak i mnoge nerazvijene zemlje sveta.

Samo kao ilustraciju iznosimo primer Kube. Naime, u ovoj karibskoj zemlji je u periodu od 1980. do 1994. godine registrovano 4.032 epidemije izazvane neispravnom hranom, sa ukupno 240.820 obolelih (Rodriguez i sar. 1996). Samo od obolenja *Ciguatera* (*oblik trovanja hranom koji izaziva toksin dinoflagellate, poreklom od algi tropskih mora i akumuliran u mesu ribe*), sredinom devedesetih (1993–1998) je zabeleženo 1.086 epidemija sa 3.116 obolelih i 6 % smrtnih slučajeva. Doslednom, gotovo fanatičnom primenom HACCP koncepta u industriji ribe i izuzetno kvalitetnom obukom (*pomoć sa strane*) svih nivoa zaposlenih, u ovoj zemlji su prema podacima FAO (2002) postignuti impresivni rezultati: za svega nekoliko godina, ukupan broj incidenata od navedene kontaminacije je sveden na svega 47 slučajeva (Doris Torres, 2000).

Takođe, iskreno verujemo da ovo i brojna druga pozitivna iskustva mogu da budu snažan podsticaj i za našu zemlju. Ubeđeni smo i verujemo da i u našoj Srbiji ima dovoljno znanja i energije, a pre svega dovoljno pameti, da se radi i više i bolje, da se preduzmu i sprovedu sve proverene aktivnosti koje treba da unaprede bezbednost hrane. Ali ne površno, samo kao „šminka”, i ne samo zbog propisa i vlasti, „ulaska u Evropu”, zbog izvoza itd. Ma pre svega zbog nas, zbog srpske dece, zbog toga što je naša obaveza da onima koji dolaze formiramo malo drugačiju svest i pristupe kada su hrana i njena bezbednost u pitanju. Da bolje uredimo ceo „lanac hrane”, posebno pogone prehrambene industrije, da formiramo savremeni odnos prema kompetentnosti i znanju, prema savesti i disciplini rada, te da uspostavimo više standarde u pogledu odgovornosti.

**NADA** – Nada je vrlina koja neminovno podržava veru i prisutna je u gotovo svim međusobno različitim životnim situacijama, dakle i u oblasti bezbednosti hrane. S ovim u vezi, iskreno se nadamo da će u vremenu koje je pred nama, pre svega vlast, odnosno odgovarajuća ministarstva (*poljoprivrede i zdravstva*), posebno nadležne inspeksijske službe kao njihovi funkcionalni delovi (*poljoprivredna, veterinarska i sanitarna*), biti manje gordi, bolje obučeni i mnogo savesniji u svom svakodnevnom radu. Takođe, nadamo se da će u vremenu koje je pred nama, sve što se bude preduzimalo u funkciji sistematskog unapređenja bezbednost hrane i zaštite zdravlja potrošača, biti zasnovano na korektnoj zakonskoj regulativi, da će se sprovoditi kao uobičajen, sastavni deo svakodnevnih poslovnih aktivnosti, a ne kao nešto nepotrebno, posebno i nametnuto. Najzad, iskreno se nadamo da će se sve aktivnosti koje se odnose na bezbednost namirnica i zaštitu kupaca i krajnjih korisnika, spontano doživljavati kao odgovoran i normalan etički odnos prema sopstvenom radu i potrošačima, zasnovan na visokom moralnom nivou svih pojedinaca, ili bar većine učesnika, u svim delovima „lanca hrane”.

pozitivna iskustva autora ovog rada iz dosadašnje saradnje sa više pogona industrije mesa (*manjeg, srednjeg i velikog kapaciteta*), daju solidnu osnovu za nadu da i u samoj industriji postoji ne samo zainteresovanost, već iskrena želja i ozbiljna volja da se radi

mного više i mnogo bolje na unapređenju bezbednosti hrane. Našu nadu posebno podržava činjenica da menadžment pogona u kojima smo radili bezrezervno prihvata savremene trendove i zahteve u ovoj oblasti. Posebno ohrabruje u praksi dokazana spremnost vlasnika da investiraju značajna sredstva u cilju unapređenja higijensko-sanitarnih i tehničko-tehnoloških uslova rada, da se ulaže u obuku i povećanje kompetentnosti zaposlenih, menja deo dosadašnje prakse, itd. Najzad, našu nadu ohrabruje i evidentno raspoloženje najvećeg dela zaposlenih sa kojima smo saradivali da se radi bolje, pažljivije i odgovornije. Ovo tim pre kada zaposleni prepoznaju jasnu viziju, iskreno opredeljenje i odlučan stav vlasnika i menadžmenta, kada su svesni visine ulaganja, poboljšanja uslova rada i dr.

**MILOSRĐE** – Biti milosrdan u životu uopšte, naravno i tokom svakodnevnog rada i obavljanja raznovrsnih poslovnih aktivnosti je, svakako, vrlina. Pa i samo učešće u složenim i odgovornim procesima proizvodnje hrane je, samo po sebi, jedan vid milosrđa, dakle vrlina. Već su samo opredeljenje i odluka vlasnika i menadžmenta da pitanje proizvodnje bezbedne hrane bude prioritet svih poslovnih aktivnosti – milosrđe, dok njihova spremnost da u ostvarenje tog plemenitog cilja ulažu značajnija sredstva, da obezbeđuju kvalitetne resurse (*materijalne i ljudske*), unapređuju kompetentnost, stimulišu zaposlene i sl., ovu vrlinu samo potvrđuju. Značajan doprinos ovome mora da bude moralan pristup poslu i časan odnos prema radu, odnosno puna privrženost svih nivoa zaposlenih da se, efikasnim radom i u kontinuitetu, ostvaruju željeni efekti – da svaka jedinica proizvedene namirnice bude ispravna i maksimalno bezbedna po zdravlje potrošača.

U okviru naših razmišljanja, milosrđe je i kada postoji iskrena želja da se znanje i stečena iskustva prenesu i podele sa drugima, da se pomogne – pa makar to bila i konkurencija u struci. Naime, naš je stav da svi koji rade u procesima proizvodnje bilo koje grane prehrambene industrije, odnosno u bilo kom delu dugog i složenog „lanca hrane”, prevashodno moraju da imaju zajednički osnovni cilj, glavnu moralnu obavezu, da u svakom trenutku proizvode životne namirnice maksimalno bezbedne po zdravlje potrošača. Znači, u ovom smislu nema mesta za tajne, ispoljavanje sujete ili ljubomora, surevnjivost i zavist. Dakle, kada je bezbednost hrane u pitanju – konkurencija mora da bude apsolutno marginalno pitanje. Samo ovakvim milosrdnim pristupom i delovanjem, ali iskreno, složno i svih učesnika, može ozbiljnije, dakle efikasno i efektivno, da se doprinese ostvarenju zajedničkog cilja, odnosno da se ukupna bezbednost hrane podigne na zavidan nivo.

U tom smislu, mi smo pokušali da damo i svoj skroman doprinos. Naime, svesni stanja u pogledu bezbednosti hrane, sagledavajući potrebe i uvažavajući savremene zahteve, već više od petnest godina u okviru Odseka za prehrambenu tehnologiju Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu, nastavni programi više predmeta sadrže, ozbiljno se proučavaju i studentima izlažu različita pitanja i aspekti bezbednosti hrane. Ovo se posebno odnosi na predmet *Kontrola kvaliteta* u okviru koga se, pored ostalog, detaljno razmatra i savremeni koncept analize rizika i kritičnih kontrolnih tačaka (*HACCP*). Šta više, u okviru aktuelne reforme nastavnih planova i programa (*prema zahtevima Bolonjske deklaracije*), pored postojeće tri, uvedena je i nova, četvrta nastavna grupa – „*Upravljanje bezbednošću i kvalitetom u proizvodnji hrane*”. Pored četvorogodišnjih osnovnih akademskih studija (*BA*), u ovoj grupi su predviđene i jednogodišnje diplomatske akademске studije (*master*), kao i doktorske studije (*Ph.D.*) u trajanju od tri godine.

**RAZBORITOST (promišljenost; smotrenost)** – Ovo je uvek, a u oblasti bezbednosti hrane posebno, izuzetna vrlina. Posedovati sposobnost da se promišljeno sagleda i jasno odredi cilj, pažljivo utvrdi put, te razborito i valjano definiše način njegove realizacije, posebno umeti da se postavljeni cilj kroz efikasno delovanje efektivno ostvari, nije često niti jednostavno. Ovo, svakako, ne može svako, to mogu samo izuzetni, ali samo izuzetnima i pripada privilegija posedovanja ove nebeske vrline. Ovu vrlinu Svevišnji ne dodeljuje bilo kome već, očigledno, bira kome će da je podari. Prepoznati takve je, takođe, vrlina, a mudrost „nalaže” da upravo njima treba poveravati najodgovornije zadatke – ne zavisno u kom delu „lanca hrane” rade. Dakle, od globalnih (*koji su u sferi jasne vizije*), do najsloženijih operativnih zadataka, kao što je npr. neposredna realizacija zahteva preduslovnih programa (PRP) i/ili HACCP planova.

**PRAVIČNOST** – Sigurni smo da ova vrlina može da se posmatra sa više strana. Ipak, mi u okviru opšteg pristupa, izdvajamo pravičan odnos prema kupcima i krajnjim korisnicima – potrošačima. Na primer, nije „pravično” ako se u potpunosti ispunjavaju zahtevi regulisani odgovarajućim propisima, jer to je obaveza iza koje, ako se ne poštuju, slede zakonom predviđene kazne, gubitak poverenja i ugleda, potiskivanje sa tržišta i dr. Pravičan odnos se prepoznaje kada proizvođači zakonsku regulativu doživljavaju kao korisnu „alatku”, dakle kao sredstvo a ne kao cilj. Tada propisi čine samo podršku iskrenom opredeljenju da se radi što je moguće bolje i odgovornije, a sve u funkciji postizanja i pune afirmacije bezbednosti proizvoda i zaštite zdravlja potrošača.

U sistemu upravljanja bezbednošću hrane, pored ostalog, donose se brojne odluke; često su veoma važne i imaju suštinski značaj za korektno funkcionisanje celine sistema. Ipak, ne retko se čini, ili se bar na prvi pogled tako doživljavaju, da nisu „pravične”, posebno u situacijama kada je u pitanju osećanje lične povređenosti ili sujete. Međutim, kada je bezbednost namirnica u pitanju, ne može i ne sme da bude kompromisa: odluke moraju da se donose na osnovu činjenica, dakle propisa, iskustava i dokazanih vrednosti sopstvene prakse, proverenih podataka iz literature, na osnovu mišljenja eksperata itd. Samo čvrst stav i bezkompromisne odluke, zasnovane na proverenim i potvrđenim činjenicama, su i „pravične” – nezavisno ko i šta misli o njima, ili kakav stav izražava. Dakle, kada se radi ispravno, a odluke donose kroz korektnu proceduru i na osnovu činjenica, onda nema povlačenja ili pravljena kompromisa, a svoj pravičan odnos (*stav, aktivnost...*) treba odlučno zastupati i, prema mogućnosti, dokumentovano braniti.

**ČVRSTINA / HRABROST** – Sa aspekta bezbednosti namirnica i zaštite zdravlja potrošača, ova vrlina je izuzetno važna i veoma poželjna za sve učesnike u „lancu hrane”, mada se, na žalost, retko sreće. Naime, u sistemu upravljanja bezbednošću hrane veoma je važno biti dosledan i istrajan u ispunjenju svih savremenih zahteva, odnosno važećih propisa, CAC principa i HACCP koncepta. Ispoljena čvrstina u stavovima, hrabrost pri donošenju odluka i nepokolebljivost tokom sprovođenja neposrednih aktivnosti, moraju da budu isključivo u funkciji preventivne zaštite potrošača. Čvrstina i hrabrost treba da se ispoljavaju pri kompetentnom iznošenju mišljenja i odbrani sopstvenih stanovišta, pri čemu argumenti moraju da budu činjenice, u praksi dokazani podaci i proverene informacije. Navedene vrline treba da odlukuju pre svega vrhovni menadžment, ali i druge najodgovornije funkcije. Ovo naglašavamo zbog toga što smo u praksi više puta bili svedoci da ozbiljni, stručni i uspešni ljudi, ali bez dovoljno hrabrosti, u nastojanju da se ne zamere ili zbog straha od mogućih posledica, „aminuju” i ono za šta smo pouzdano znali da se ne slažu (*čak je bilo i protivno njihovim interesima*), a ipak su imali poklo-

nički odnos i ispoljavali gotovo servilno ponašanje prema „autoritetima” prevashodno zaštićenim titulom, zvanjem, funkcijom ili institucijom u kojoj rade. A evo i konkretnog primera.

Ne tako davno, tokom zimskog perioda, u pogon industrije mesa srednjeg kapaciteta (*zapadna Srbija*), za vreme procesa rada u kontrolu je došla gospođa – sanitarni inspektor. Bila je u cipelama sa visokim potpeticama (*štiklama*), u kaputu sa krznom kragom i samo ogrnuta belim mantilom, sa ogromnom krznom šubarom. Pratio ju je gotovo kompletan menadžment, svi su grimasama izražavali čuđenje i neslaganje njenim izgledom, ali su ostali bez komentara. Pri tome, u vreme „sanitarne kontrole” svi zaposleni na liniji proizvodnje mesa su imali bele čizme, radne mantile i plastificirane keclje, mreže za kosu i kacige na glavi, a zaštitne maske na licu (*preko usta i nosa*). Pouzdano znamo da se u ovom pogonu izuzetna pažnja posvećuje higijensko-sanitarnim uslovima rada, pa nema ni teorijske mogućnosti da neko uđe u zonu proizvodnje neprimereno odeven i bez prethodne dezinfekcije obuće (*prelaz preko dezobarijere*), pranja i dezinfekcije ruku. Ali, gospođa inspektor je „Inspektor”, za nju valjda definisana pravila ne važe, a niko od pratilaca, zbog nezameranja, nije imao hrabrosti bilo šta da kaže ili da se suprostavi takvom njenom ponašanju.

Na kraju, želimo da istaknemo još nešto. Hrabrost u istupanju i delovanju moraju da ispolje i naučni radnici koji svoje aktivnosti ostvaruju u oblasti proizvodnje hrane, posebno univerzitetski profesori. Njihova je obaveza da prate i analiziraju savremene tokove, svoja iskustva prenose drugima, da odlučno i hrabro ukazuju na mane i propuste, odnosno da u okviru svojih mogućnosti generišu i usmeravaju aktivnosti u oblasti sistematskog unapređenja bezbednosti hrane. U suprotnom, ćutanjem i nezameranjem, čine greh i sami snose svoj deo ne male odgovornosti.

**ODMARENOST (*uzdržljivost; umerenost*)** – Odmerenost je inače izuzetna vrlina, a naročito je poželjna kada se ima u vidu bezbednost hrane, odnosno preventivna zaštita zdravlja potrošača. Tokom rada na uvođenju, posebno u toku primene savremenih zahteva i principa kojima se obezbeđuje ispravnost životnih namirnica, ničemu ne treba preterivati. Sve aktivnosti i radnje treba izvoditi „samo” kako se zahteva i koliko je potrebno, dakle na optimalnom nivou. Ovde, pored ostalog, mislimo na izbor samo neophodnih funkcija u sastav HACCP tima. Obuka mora da bude prilagođena sastavu/strukturi, stručnoj osposobljenosti, stečenom iskustvi, znanju i veštinama zaposlenih; interaktivna nastava mora da bude dobro osmišljena, a izlaganja kompetentnih realizatora obuke dobro pripremljena, jednostavna i svima lako razumljiva, sve sa ciljem da se problematika bezbednosti hrane što je moguće više približi. Broj kritičnih kontrolnih tačaka (*CCP*) treba definisati na optimalnom nivou, što znači ni mnogo ni malo, odnosno treba da bude prilagođen konkretnim uslovima rada u nekom pogonu; slično je i sa kritičnim granicama (*KG*). Postupci praćenja (*monitoring*) i potvrđivanja (*verifikacija*) moraju da budu prilagođeni kako uslovima rada, tako i specifičnostima proizvoda ouhvaćenih određenim HACCP planom. Korektivne mere moraju da budu definisane na nivou koji angažuje minimalno vreme, ali pouzdano obezbeđuje vraćanje određenih faza procesa i bezbednost proizvoda na zahtevani (*usaglašeni*) nivo. Najzad, kvalitet jednog HACCP sistema se nikada ne ogleda u složenosti i obimu dokumentacije, već sasvim suprotno. Dokumentacija ne može i ne sme da bude sama sebi cilj, niti se brojnošću dokumenata mogu prikriti manjkavosti u sistemu. Broj dokumenata treba da bude optimalan, a sadržaj jednostavan, razumljiv i lako primenljiv. Dakle, dokumentacija isključivo treba da bude u

funkciji ostvarenja ukupnih napora da svaka proizvedena jedinica bilo koje namirnice bude higijenski, toksikološki, i u svakom pogledu ispravna i bezbedna po zdravlje potrošača i da to u svakom momentu može i da se dokaže.

## LITERATURA

HAMMOND, J.: Journal of Yorkshire Agric.Soc.(1) (1955).

HOFMANN, K.: 36<sup>th</sup> ICoMST. Proceedings III, 941–954 (1990).

LaBUDDE, A.R.: Food Safety Magazine, 2 (Vol. 8), 14–19 (2003).

RADOVANOVIĆ, R.: I međunarodni simpozijum – „Savremeni trendovi u mlekarstvu”. Zbornik radova, 76–86. Kopaonik (1991) .

RADOVANOVIĆ, R., GRUJIĆ, R.: Analiza rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP): mogućnost ili obaveza u procesima proizvodnje prehramb.proizvoda. Kvalitet (XI)9–10, 70–80 (2001).

RADOVANOVIĆ, R., GRUJIĆ, R.: Analiza rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP): mogućnost ili obaveza u procesima proizvodnje prehrambenih proizvoda. Uvodno predavanje po pozivu na 10.jugoslovenskom kongresu o ishrani. Hrana i ishrana (43) 3–6, 83–93 (2002) .

RADOVANOVIĆ, R.: Zaštita geografskih oznaka porekla u Jugoslaviji. Zbornik radova XII stručnog seminara o kvalitetu (Kvalitetom ka svetskoj ekonomskoj integraciji), 79–85. Petrovac(2002).

RADOVANOVIĆ, R., GORICA ČARAPIĆ: Analiza rizika i kritične kontrolne tačke u proizvodnji tradicionalnih trajnih suvomesnatih proizvoda užičkog kraja: Iskustva IM »Čajetina« u izradi HACCP plana. Kvalitet (XII) 9–10, 43–50 (2002).

RADOVANOVIĆ, R., JASMINA ADAMOVIĆ, TAMARA ŠAKOTA, TOMAŠEVIĆ, I.: HACCP plan for the “Serbian Sausage” Traditional Semi-Dry Product. 49th ICoMST. Proceedings, 443–435. Campinas/S.Paulo, Brasil (2003).

RADOVANOVIĆ, R., TOMIĆ, N., GORICA ČARAPIĆ: HACCP plan for the »Užice Beef Prshuta«, Traditional Dry Fermented Meat Product. 49th ICoMST. Proceedings, 301–303. Campinas/S.Paulo. Brasil (2003).

RADOVANOVIĆ, R.: Sertifikacija HACCP koncepta – iskustvo razvijenih zemalja i naši nacionalni planovi. Zbornik radova XIII stručnog seminara o kvalitetu (Kvalitet kao poslovna strategija), 28–38. Petrovac (2003).

RADOVANOVIĆ, R., TOMAŠEVIĆ, I., TOMIĆ, N.: Troškovi i efekti unapređenja bezbednosti proizvoda industrije mesa – iskustva razvijenih zemalja. Zbornik radova XIV stručnog seminara o kvalitetu (*Kvalitet kaouslov za transformaciju privrede i nacionalni progres*), 77–83. Petrovac (2004).

RADOVANOVIĆ, R., TOMAŠEVIĆ, I., TOMIĆ, N.: HACCP plan for the traditional dry fermented meat products originated from the region of mountain Zlatibor. Predavanje po pozivu na 22. međunarodnom skupu „Varnost živil”. Zbornik radova, 191–197. Radenci (2004) .

RADOVANOVIĆ, R., GRUJIĆ, R.: Standardi ISO 22000:200X – ZAHTEVI: Novi korak za upravljanje rizicima i proizvodnju bezbedne hrane. Plenarno predavanje po pozivu na simpozijumu „Mleko i proizvodi od mleka – stanje i perspektive”. Zbornik radova, 30–36. Zlatibor (2004).

RADOVANOVIĆ, R.: „UŽICE BEEF PRSHUTA”: HACCP Plan for Traditional Dry Fermented Meat Product. Predavanja po pozivu na Faculty of Bioscience Engineering University of Gent, Belgija – na modulima „Safety in the Agro-Food Chain” i „Food and Consumer”, a u okviru master studija (Tempus Reg.No.CD-JEP-17065-2002). Gent, januar 17–28. (2005).

RADOVANOVIĆ, R., TOMIĆ, N., TOMAŠEVIĆ, I.: Sistemi za upravljanje rizicima (HACCP/ISO 22000) obavezni deo poslovne strategije preduzeća prehrambene industrije. XV Konferencija o kvalitetu (Jugoinspekt/JUQS/JUSK): „Kvalitet izazov budućnosti”. Predavanje po pozivu. Zbornik radova, 40–48. Čanj (2005).

RADOVANOVIĆ, R., TOMAŠEVIĆ, I., TOMIĆ, N.: Integrated QMS in the Food Production. Tempus IB\_JEP 16140-2001: Predavanje na seminaru povodom završetka Tempus projekta. Proceedings from the Final Seminar, 19–31. Banja Luka, RS/BiH (2005).

RADOVANOVIĆ, R.: Bezbednost hrane u svetlu novih standarda i zakonskih propisa. Uvodno predavanje po pozivu na skupu povodom svetskog dana kvaliteta. Kvalitet XV, 9–10, 30–35 (2005).

RADOVANOVIĆ, R., TOMAŠEVIĆ, I., TOMIĆ, N.: Mesto i značaj HACCP koncepta u međunarodnoj trgovini prehrambenim proizvodima. Kvalitet (XVI), 1–2, 37–43 (2006).

RADOVANOVIĆ, R., TOMAŠEVIĆ, I., TOMIĆ, N.: Uloga i značaj HACCP koncepta u međunarodnoj trgovini mesom i proizvodima od mesa. Tehnologija mesa (47) 1–2, 8–19 (2006).

RADOVANOVIĆ, R.: Analiza rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP): Dosadašnja iskustva. XVI Konferencija o kvalitetu. Zbornik radova. Jugoinspekt/JUQS, Čanj 2006.; Tehnologija mesa (47) 3–4. 139–147 (2006).

RADOVANOVIĆ, R.: XVI Konferenciju o kvalitetu – „Kvalitet, kompetentnost, kredibilitet, profit”. Zbornik radova, 38–46. Jugoinspekt/JUQS. Čanj (2006).

RODRIGUEZ, G.M. I SAR.: Revista Cubana Aliment Nutr., 10(2) (1996).

TOMAŠEVIĆ, I.: Bezbednost hrane: Analiza rizika i kritične kontrolne tačke u proizvodnji mesa od svinja i goveda. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet (2007).

Doris Torres : Food Control, 11, 365–369 (2000).

## **A CATECHISM OF THE 7 PRINCIPLES OF HACCP CONCEPT: THE 7 DEADLY SINS AND 7 HEAVENLY VIRTUES OF FOOD SAFETY**

**RADOMIR RADOVANOVIĆ, IGOR TOMAŠEVIĆ, NIKOLA TOMIĆ**

### **Summary**

The sense of „right” (*virtues*) and „wrong” (*sins*) in the practice of food safety concept (HACCP) implementation and application is discussed in this paper. The „Seven Deadly Sins” and „Seven Heavenly Virtues” of food safety are approached not from just lists of seven items, but from traditional point of view of human morality and ethics – of course in the practice of hazard analysis and critical points concept implementation and application.

**Key words:** food safety; HACCP concept; „right” (*virtues*); „wrong” (*sins*)

## STRATEGIJA UVOĐENJA ČISTIJE PROIZVODNJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

JOSIP BARAS<sup>1</sup>, OGNJEN MAČEJ<sup>2</sup>, SNEŽANA JOVANOVIĆ<sup>2</sup>

*IZVOD: Iako su negativni efekti neumerenog profitabilnog razvoja na životnu sredinu dobili globalne dimenzije, industrija i dalje nastavlja sa formiranjem velikih količina štetnog, a često i toksičnog otpada. Zahtevi da se štetni otpad obradi do oblika koji nije štetan za okolinu ili potpuno uništi (eng. „End of pipe“ pristup) nije dao rezultate koji su očekivani, jer je zahtevao značajna ulaganja u postrojenja i njihov rad. Taj zahtev danas je zamenjen konceptom čistije proizvodnje koji je prihvaćen u zemljama razvijenog sveta, snažno podržan u EU, a baziran je na principima održivog razvoja. Čistijom proizvodnjom treba da se ostvari „korist za sve“ maksimalnim uštedama sirovina i energije, recirkulisanjom pratećih proizvoda ili njihovim korišćenjem kao sekundarnih sirovina, maksimalnim smanjenjem toksičnih i štetnih uticaja na ljude i okolinu. Zato je u industrijskim pogonima potrebno izvršiti modernizaciju tehnoloških procesa i revitalizaciju tehnološke opreme. U radu je dat pregled sadašnjeg stanja i razmotrene su dosadašnje aktivnosti na planu primene "čistije proizvodnje" u prehrambenoj industriji. Konstatovano je da je u prehrambenoj industriji u celosti do danas malo učinjeno na planu uvođenja "čistije proizvodnje", zbog čega je ova privredna oblast i dalje značajan zagađivač životne sredine*

**Ključne reči:** održivi razvoj, čistija proizvodnja, prehrambena industrija.

### UVOD

Pridruživanje Evropskoj Uniji je strateško opredeljenje naše zemlje, jer se polazi od uverenja da je to put ka savremenijem društvu razvijene ekonomije. Na tom putu neophodno je ispuniti niz zahteva koje postavlja EU. Među tim zahtevima, na vidnom mestu nalaze se aktivnosti koje su vezane za oblast zaštite životne sredine.

Nacionalna strategija Srbije za pristupanje Evropskoj Uniji za oblast životne sredine sadrži veliki broj aktivnosti, koje se odnose na usaglašavanje zakonodavstva Srbije sa propisima EU (propisi, razvoj državnih kapaciteta inspekcije, izdavanje dozvola, monitoring, granična kontrola, regulatorna tela, interventne jedinice, itd.), koji treba da

---

Pregledni rad / *Rewiev paper*

<sup>1</sup>Dr Josip Baras, red. prof. u penziji, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd,

<sup>2</sup>Dr Ognjen Mačej, redovni profesor, Dr Snežana Jovanović, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.

su u saglasnosti sa Sistemom ekološkog upravljanja i nadzora ekološkim performansama (ISO 14001/EMS i EMAS – *Eco-Management and Audit Scheme*). Strategija sadrži deklaraciju o podsticanju primene sistema upravljanja životnom sredinom u preduzećima. Nacionalni program zaštite životne sredine Srbije obuhvata i uvođenje koncepta „čistije proizvodnje“ i u tom cilju u pripremi je donošenje odgovarajuće nacionalne strategije. Iako o toj temi u domaćoj literaturi nije dovoljno pisano, potrebno je pokazati da za tu poroblematiku u našoj nauci i struci postoji interes i rezultati koji nisu zanemarljivi. Cilj je da se ovim radom to i pokaže.

### Održivi razvoj i čistija proizvodnja

Bez obzira na ogromna dostignuća u oblasti nauke i struke, na moćnu tehniku i tehnologiju, kao i opšti kulturološki razvoj, čovek je iza sebe ostavio verovatno najprljaviji i najkrvaviji vek svoje istorije i u treći milenijum uneo poražavajuće posledice neumerenog, profitabilnog materijalnog razvoja. Sumirano, prema OECD-u (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) još 1991. godine definisani su najveći globalni problemi današnjice:

- globalna promena klime sa uzrocima i pratećim posledicama,
- oštećenje ozonskog omotača,
- ugrožavanje biodiverziteta, i
- nagomilavanje štetnih, pre svega toksičnih, otpadnih materijala u okolinu.

Tokom poslednje tri dekade dvadesetog veka industrijski razvijenije zemlje reagovale su na degradacione fenomene u prirodi na jedan od sledećih načina:

1. Ignorisanje problema zagađivanja okoline;
2. Razređivanjem zagađenja radi smanjenja lokalnog uticaja na okolinu;
3. Utvrđivanjem i kontrolom zagađenja *end-of-pipe* pristupom (uništavanjem nastalog zagađenja na izlazu iz pogona);
4. Naporima u primeni tehnoloških zahvata radi kontrole materijalnih tokova u proizvodnji, sakupljanja i reciklaže otpada ili njegovog korišćenja kao sekundarne sirovine.

Navedeni redosled ujedno pokazuje i tok ljudske spoznaje o značaju zagađivanja životne sredine i neophodnosti intervencija. Zahtevi za zaštitu životne sredine koji su globalno promovisani pre više od tri decenije Stokholmskom deklaracijom Konferencije UN-a o čovekovoј sredini iz 1972. godine nisu prihvaćeni u potrebnoj meri, pre svega od profitabilno nastrojenih svetskih korporacija i industrijske proizvodnje, jer su u njima videli kočnicu daljeg razvoja zbog umanjenja profita, potrebama ulaganja u osavremenjivanje tehnologija i tehnološke opreme u proizvodnim pogonima, kao i ulaganjima u postupke zaštite životne sredine. S druge strane, pobornici zaustavljanja degradacije biosfere išli su ka suprotnom ekstremu želeći ostvarenje „*devičanski*“ čiste prirode.

Pomirenje između ta dva ekstremna stava bilo je teško naći i profilerski interes je navladao, što je imalo za posledicu nastavljanje sa neumerenom eksploatacijom prirodnih resursa i zagađivanjem okoline. Ipak, dramatične posledice takvog ponašanja i saznanje da su prirodni resursi iscrpljivi, a podnošljivost planetarnog ekosistema na negativne udare ograničena i da je dalji razvoj civilizacije i opstanak dolazećih generacija moguć jedino ako se budući razvoj bude vodio u skladu sa neophodnim ograni-

čenjima, dovelo je do pomirenja suprotstavljenih strana. Ono je nađeno u *konceptu održivog razvoja*, koji je zasnovan na principima očuvanja planetarnog sistema u ime generacija koje dolaze tj. u ime *međugeneracijske jednakosti*. Za realizaciju tog zahteva treba odabrati prava rešenja koja će, ne samo zaustaviti dalju degradaciju prirode, već uvesti i *principe predviđanja i sprečavanja uzroka* koji izazivaju degradaciju, čime će se ostvariti nesmetan dalji razvoj nazvan *održivi razvoj* koji se definiše na sledeći način:

- sadašnje generacije treba da planiraju i stvaraju sebi odgovarajući kvalitet životne sredine, istovremeno ostavljajući budućim generacijama mogućnost za ostvarenje istih uslova tj., održivi razvoj zadovoljava potrebe sadašnjosti i ne dovodi u pitanje sposobnost budućim generacijama da zadovolje svoje potrebe.

Principi održivog razvoja prihvaćeni su i potvrđeni nizom akata prvog Ekosamita u Rio de Janeiru 1992. godine i od tada počinje njihova intenzivna razrada. Danas je u svetu nedvosmisleno prihvaćeno da je opstanak i dalji razvoj civilizacije na planeti moguć, jedino uz primenu principa održivog razvoja.

Održivi razvoj sadrži niz odredišta kao što su:

- usklađivanje proizvodnje i potrošnje u duhu održivog razvoja (proizvoditi ono što je neophodno za ostvarenje blagostanja, a sa što manjim utroškom svih resursa);
- da se nakon primarnog veka upotrebe, proizvod može uključiti u nov upotrebnii ciklus (popravljanje, popravkama, prepravkama, kao sekundarna sirovina);
- da se neiskoristivi otpad obradi do nivoa koji nije štetan za okolinu;
- da se primene preventivne mere preko predviđanja rizika i upravljanje rizicima;
- da razvijeni prestanu sa rešavanjem svojih ekoloških problema seobom prljavih tehnologija u nerazvijena područja, imajući u vidu da svako regionalno zagađenje, ranije ili kasnije ima globalne posledice.

Za realizaciju održivog razvoja bilo je potrebno postaviti i usvojiti metodologiju koja će biti prihvaćena na globalnom nivou. O rezultatima traženja nacionalne strategije i metodologije za ostvarivanje održivog razvoja u našoj zemlji pisali su mnogi autori (Turubatović, 1995, Zlatković i sar., 1997, Baras i Gaćeša, 1995, Baras i sar., 2003, 2004, Pešić 2002). U tim radovima pokazano je da je zbog usitnjenih kapaciteta, kako u agraru tako i u industriji, najprihvatljiviji su integrisani proizvodni sistemi u kojima se mogu zatvoriti i materijalni i energetske tokovi sa maksimalnom recirkulacijom i korišćenjem sporednih proizvoda (Gaćeša i sar., 1989, Baras i sar., 2004).

### **Nacionalna strategija čistije proizvodnje**

U metodološkom pristupu ostvarivanja koncepta održivog razvoja najbitniji instrument realizacije su *principi čistije proizvodnje-CP (Cleaner production)*.

UNIDO (*United Nation Environmental Protection*) (2002) čistiju proizvodnju definiše na sledeći način: *CP* je kontinuirana primena integrisane preventivne ekološke strategije na procese, proizvode i usluge radi povećanja ukupne efikasnosti i smanjenja rizika za ljude i okolinu. Čistija proizvodnja se može primeniti na industrijske procese, proizvode i uslužne delatnosti. U proizvodnim procesima *CP* proističe iz jedne ili više ušteda sirovina, vode i energije, eliminacije toksičnih i opasnih materijala, redukcijom

količina i toksičnosti svih emisija i otpada na mestu nastajanja u toku proizvodnog procesa.

U odnosu na proizvode *CP* ima zadatak da smanji ekološki, zdravstveni i sigurnosni uticaj proizvoda tokom celog životnog ciklusa, od sirovinske baze, preko prerade do konačnog odlaganja. Kod usluga pretpostavlja inkorporiranje ekoloških zahteva u dizajniranje i isporuci.

Radi ostvarivanja navedenih zadataka čistije proizvodnje u toku je izrada *nacionalne strategije* za uvođenje čistije proizvodnje koja u praksi treba da kroz princip „svi dobijaju” ostvari sledeće efekte:

- efikasnije korišćenje i čuvanje prirodnih resursa,
- smanjenje zagađenja i otpada recirkulacijom i korišćenjem sporednih proizvoda,
- osavremenjivanje tehnoloških procesa, postrojenja i proizvoda,
- povećanje efikasnosti korišćenja sirovina i energije,
- poboljšanje tehničke organizacije, itd.

Elementi strategije imaju karakter definisanja uslova za rad proizvodnih i uslužnih delatnosti, pa se mogu shvatiti kao ograničavajući propisi. Naravno, da se samo sa njima ne bi došlo do željenog cilja. Potrebni su i stimulativni faktori koji će ohrabriti i podržati privredne organizacije za njihovo uvođenje. Podrška se realizuju u okviru delatnosti Agencije za zaštitu životne sredine, sa stručnom podrškom i Fonda za zaštitu životne sredine sa namenskim sredstvima za finansiranje investicija u sektoru životne sredine.

### **Istraživanja u cilju uvođenja čistije proizvodnje u prehrambenoj industriji u našoj zemlji**

Opravdano se smatra da su najveći zagađivači životne sredine hemijska industrija, metalurgija i rudarstvo, a prehrambena industrija se neopravdano ne svrstava u ozbiljne zagađivače, jer se polazi od toga da ona uglavnom produkuju otpad koji je prirodnog porekla i koji za prirodu ili nije štetan ili je podnošljivo štetan. Analiza stanja data u naučnim i stručnim publikacijama (Milatović i sar., 1996, Baras i Turubatović, 1997b, Baras, 1996, 1998, Baras i sar., 2002, Baras i Jovanović, 2006) ukazuje na suprotno, da je prehrambena industrija bez uvođenja principa „*čistije proizvodnje*” značajan zagađivač životne sredine.

Razlozi za takvo stanje su brojni, pre svega nedovoljno razvijena svest u našoj sredini o dramatičnom razaranju ekosistema naše planete (Baras i Turubatović, 1996, 1997a, 1997b), kao i ograničenja koja proističu iz primenjenih tehnoloških procesa i procesne opreme (Baras i Jovanović, 2006). Nalaženju optimalnih rešenja za probleme zaštite životne sredine u prehrambenoj industriji i biotehnologiji posvećeno je dosta radova naših autora. Pre svega je istraživana mogućnost racionalizacije proizvodnje izdvajanjem i korišćenjem sporednih, odnosno pratećih proizvoda, kako oni ne bi bili zagađivači životne sredine.

Najveća pažnja istraživača posvećena je proučavanjima mogućnosti izdvajanja i korišćenja sporednih, odnosno pratećih proizvoda u onim granama prehrambene industrije, koje ispuštanjem te vrste proizvoda u okolinu u velikoj meri utiču na njeno zagađenje. Ta istraživanja su pokazala da se u mnogim proizvodnim oblastima, sporedni proizvodi mogu izdvojiti i peraditi u finalne proizvode, veoma cenjene na tržištu. To se pre svega odnosi na industriju mleka, piva i mesa. U industriji mleka najveći zagađivač

je surutka, koja se može izdvojiti i koristiti kao sirovina na više načina, što je prikazano u radovima: Maćej i sar. (1998), Jokić i sar. (1998), Jovanović i sar. (1998, 2000) i Baras i Jovanović (2006).

U industriji piva najveći zagađivač je pivski kvasac ako se ispušta u okolinu sa otpadnim vodama. Zahvaljujući velikom sadržaju mikroelemenata i vitamina B kompleksa, njegovim izdvajanjem i preradom (Baras i sar., 1984, 1996, 1998) mogu se dobiti farmaceutski proizvodi, koji su veoma cenjeni na našem i svetskom tržištu. Pored sakupljanja i izdvajanja sporednih proizvoda istraživanja su imala za cilj i racionalizaciju proizvodnje uvođenjem novih tehnoloških rešenja. U tehnologiji mleka toj problematici su posvećeni radovi: Maćej i Jovanović (2002), Maćej i sar. (2002, 2004), Jovanović i sar. (2005a, 2005b). U tehnologiji piva je značajna racionalizacija postignuta uvođenjem postupka korišćenja koncentrovane sladovine (Baras i sar., 2001, Radeka i sar., 2001, Stojanović i sar., 2001).

## ZAKLJUČAK

Sa pravom očekivan intezivan razvoji prehrambene industrije u našoj zemlji i želja da ona postane konkurentna na evropskom tržištu ne može se ostvariti bez paralelno vođene i realizovane politike zaštite životne sredine. Treba najozbiljnije prihvatiti činjenicu da su danas u EU prevaziđene smernice i deklaracije i da se traži zakonska regulativa, sprovođenje propisa i čvrsta kontrola njihovog sprovođenja.

Jedan od nezaobilaznih zahteva jeste prihvatanje koncepta održivog razvoja. Održivi razvoj koji podrazumeva efikasnije korišćenje i čuvanje prirodnih resursa, smanjenje zagađenja i otpada recirkulacijama ili korišćenjem i osavremenjivanje tehnoloških procesa i postrojenja u našoj zemlji se može ostvariti jedino donošenjem i primenom strategije čistije proizvodnje.

U radu su razmotreni sadašnje stanje i dosadašnja istraživanja u cilju nalaženja optimalnih rešenja za uvođenje koncepta održivog razvoja i čistije proizvodnje u prehrambenoj industriji. Konstatovano je da dosadašnja istraživanja pružaju osnovu za verovanje da će u prehrambenoj industriji koncept čistije proizvodnje biti prihvaćen i realizovan.

## LITERATURA

BARAS, J.: Tokovi razvoja zaštite životne sredine. Hemijska industrija (50)474–480 (1996).

BARAS, J.: Voda značaj, resursi i stanje. Voda u pivarstvu, JUPS Beograd, 1–10 (1998).

BARAS, J., GAĆEŠA, S.: Ekološki prihvatljive precizne tehnologije. Monografija „Ekotehnologija“, TMF Beograd, 13–26(1995).

BARAS, J., TURUBATOVIĆ, L.: Precision process technology. Zbornik radova YASQ, 33–38(1996).

BARAS, J., TURUBATOVIĆ, L.: Moralni i ekonomski aspekti za uvođenje sistema ekomenadžmenta. Monografija „Sistem ekološkog menadžmenta“, Ministarstvo za zaštite životne sredine RS, 179–189(1997a).

BARAS, J., TURUBATOVIĆ, L.: Sistem ekološkog upravljanja i ograničenja za njegovo uvođenje. Monografija „Ekomenadžment“, TMF Beograd, 27–38(1997b).

- BARAS, J., JOVANOVIĆ, S.: Otpadne vode industrije mleka. Prehrambena industrija, 17 (1–2) 29–38(2006).
- BARAS, J., ŠILER, S., STAVRIĆ B.: Tehnoekonomski aspekti korišćenja sporednih proizvoda u proizvodnji piva. Studija, JUPS Beograd, 120 (1984).
- BARAS, J., TURUBATOVIĆ, L., MASLIĆ, M., DAVINIĆ, V.: Kinetika hidrolize pivskog kvasca. Pivarstvo 19 (1) 13–29 (1996).
- BARAS, J., MASLIĆ, M., TURUBATOVIĆ, L.: Ispitivanje uslova za proizvodnju hidrolizata pivskog kvasca. Pivarstvo, 31 (1–2) 7–13 (1998).
- BARAS, J., DIMITRIJEVIĆ, S., VRAČEVIĆ, R.: Značaj pripreme vode za proizvodnju koncentrovane sladovine. Pivarstvo 34 (1–2) 14–20 (2001).
- BARAS, J., KLAŠNJA, M., TURUBATOVIĆ, L.: Otpadne vode industrije mesa-problemi i rešenja. Tehnologija mesa 43 (3–6) 224–252 (2002).
- BARAS, J., MATEKALO-SVERAK, V., POVRENOVIĆ, D.: Zaštita životne sredine i održivi razvoj. Documenta hemica Yugoslavica-Glasnik (44) 15–21(2003).
- BARAS, J., TURUBATOVIĆ, L., TADIĆ, R., MATEKALO-SVERAK, V.: Integralni sistem proizvodnje i prerade mesa u funkciji održivog razvoja. Tehnologija mesa, (3–4) 89–94 (2004).
- GAČEŠA S., BARAS J., DELIĆ L.: Problematika sirovina za razvoj biotehnologije. Zbornik radova Savetovanja Naučno-tehnološki razvoj u privrednim sistemima, N.Sad, 163–172(1989).
- JOVANOVIĆ, S., MAČEJ, O., SIMOVIĆ, D., MIKULJANAC, A.: Tehnološki postupak proizvodnje koncentrovane fermentisane amonijačne surutke. Zbornik radova „Savremeni trendovi u mlekarnstvu”, Zlatibor, 181–187(1998).
- JOVANOVIĆ, S., MAČEJ, O., VUKIĆEVIĆ, D.: Savremeni pravci iskorišćenja pratećih proizvoda u industriji mleka. Arh. poljopr. nauke (61), 1–2, 263–279(2000).
- JOVANOVIĆ, S., MAČEJ, O., BARAĆ, M.: Uticaj obrazovanog kompleksa kazeina i serum proteina na randman polutvrdog sira. Preh. ind. Mleko i mlečni proizvodi, 16 (1–2), 50–54(2005a).
- JOVANOVIĆ, S., MAČEJ O., BARAĆ M.: Karakteristike sireva na bazi koagregata i koprecipitata. Biotehnologija u stočarstvu, 21 (1–2), 147–173(2005b).
- JOKIĆ, A., JOVANOVIĆ, S., MAČEJ, O., SIMOVIĆ, D., MIKULJANAC, A.: Tehnološki postupak proizvodnje koncentrovane fermentisane amonijačne surutke. Zbornik radova: Savremeni trendovi u mlekarnstvu, Zlatibor, 181–187(1998).
- MAČEJ, O., JOVANOVIĆ, S.: Koprecipitati. Mlekarnstvo, 1 (6) 187–192(2002).
- MAČEJ, O., JOKIĆ, A., JOVANOVIĆ, S., SIMOVIĆ D.: Savremeni pravci iskorišćenja surutke. Arh. poljopr. nauke (59), 1–2, 85–100(1998).
- MAČEJ, O., JOVANOVIĆ, S., SERATLIĆ, S., BARAĆ, M.: Proizvodnja svežih sireva na bazi koagregata proteina mleka. Biotehnologija u stočarstvu, 20 (1–2) 119–129(2004).
- MAČEJ, O., JOVANOVIĆ, S., ĐURĐEVIĆ, J.: The influence of high temperatures on milk proteins. Chem. ind. 56 (3), 123–132(2002).
- MILATOVIĆ, Ž., BARAS, J., TURUBATOVIĆ, L.: Neki aspekti zaštite životne okoline i kvalitet. Zbornik radova Prvog međunarodnog kongresa JUSK “Put ka TQM”, 320–325(1996).
- PEŠIĆ, R.: Ekonomija prirodnih resursa i životne sredine. Poljoprivredni fakultet Zemun, Beograd (2002).

RADEKA, J., STOJILJKOVIĆ, S., BARAS, J., STOJANOVIĆ, B., RADEKA, S.: Ispitivanje vrenja koncentrovane sladivine sa velikim udelom skrobnog sirupa. Pivarstvo 34 (1–2) 41–47 (2001).

STOJANOVIĆ, B., BARAS, J., PAUNOVIĆ, S.: Ispitivanje uticaja početne koncentracije kiseonika u koncentrovanoj sladovini na tok vrenja, Pivarstvo, 34 (1–2) 57–61 (2001).

TURUBATOVIĆ, L.: Zaštita okoline u standardima ISO 9000. Monografija „Ekotehnologija“ TMF 279–288(1995).

UNIDO: Manual on the Development of Cleaner Production Policies-Approaches and Instruments, Viena (2002).

ZLATKOVIĆ, B., KOSI, F., BARAS J.: Mogućnosti smanjenja potrošnje energija u biotehnološkim procesima. Zbornik radova Savetovanje Ekotehnologija u prehrambenoj industriji i biotehnologiji, 79–89(1997).

## INTRODUCTION OF CLEANER PRODUCTION STRATEGY IN FOOD INDUSTRY

JOSIP BARAS, OGNJEN MAĆEJ, SNEŽANA JOVANOVIĆ

### Summary

Although negative effects of immoderate profitable development on the environment obtained global dimensions, industry keeps forming large amounts of harmful, often toxic waste. Demands for processing waste to form which is not harmful for the environment, or complete waste destruction ("*End of pipe*" approach) did not give expected results, because it demanded significant investments in facilities and manipulation. Today this demand is replaced with cleaner production concept, which is accepted developed countries. This concept is based on sustainable development principles and strongly supported in EU. By maximal raw material and energy savings, recirculation or utilization of by-products, maximal reducing of toxic and harmful influences on people and environment, cleaner production should fulfil "benefit for all". In order to achieve this it is necessary to modernize technological processes and revitalize technological equipment. In this paper a review of present state is given and previous activities in cleaner production appliance in food industry are considered. Till nowadays a little has been done in introduction of cleaner production in food industry. Therefore this economic branch is still significant environment polluter.

**Key words:** sustainable development, cleaner production, food industry

## PROIZVODNJA SOJINOG MLEKA I SOJINIH PROIZVODA U O.J. SOYA FOOD, LOKVE

ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ<sup>1</sup>, GEORGE MUNČAN<sup>2</sup>, JELENA KECMAN<sup>1</sup>

*IZVOD: Proizvodnja sojinog mleka i sojinih proizvoda u današnje vreme može biti vrlo interesantna, jer se iz dana u dan povećava broj potrošača ovih proizvoda. To se potvrđuje i u O.J. SOYA FOOD iz mesta Lokve kod Vršca, koji uspešno proizvode sojino mleko i sojine proizvode, čija se proizvodnja kontinuirano povećava. O soji kao namirnici je dosta pisano i znalo se za njeno bogatstvo u proteinima i ulju. Novim saznanjem soja ulazi na spisak funkcionalne hrane, tj. sada se nalazi između hrane i leka. Prema podacima iz literature izgleda da ako se konzumiraju sojini proteini iz zrna soje, umesto proteina mesa, značajno pada nivo ukupnog holesterola u krvi, tzv. LDL (opasnog) holesterola kao i ukupnih masti. To su faktori rizika kada je u pitanju nastanak bolesti krvnih sudova, a naročito srčanog i moždanog udara. Hemijske supstance iz soje pod nazivom izoflavoni smanjuju mogućnost srčanog udara od stresa, preventivno deluju na osteoporozi i neke oblike raka. Kada se radi o raku dojke, način pozitivnog delovanja je u sferi mišljenja da izoflavoni blokiraju receptore estrogena u mlečnoj žlezdi, što onemogućava proizvodnju ćelija raka dojke. Proizvodnja sojinog mleka i sojinih proizvoda u Organizacionoj jedinici SOYA FOOD je tehnološki dosta jednostavna, a finansijski veoma profitabilna, što može biti izazov i za druge potencijalne prerađivače.*

**Ključne reči:** soja, sojino mleko, tofu sir, okara, pašteta od soje.

### UVOD

Zrno soje (Lat. *Glycine maxima*, *Glycine hispida*, eng. soya beans), služi kao sirovina za proizvodnju sojinih proizvoda (sojino mleko, sojini napici, tofu-sojin sir, paštete i dr.).

Soja je jednogodišnja biljka sa mahunama u kojima se nalazi 2 do 5 okruglih zrna žute, žuto zelene ili smeđe boje. Dragoceno zrno soje sadrži oko 36 do 40% proteina (i sve esencijalne aminokiseline), 15 do 23% ulja, blizu 34% ugljenih hidrata, 3 do 6% mineralnih materija, i znatan broj vitamina, tako da su i proizvodi dobijeni od soje bogat izvor ovih sastojaka. Soja je nekad nazivana anđeoskom hranom, isto kao sveže voće i povrće. Soji nije ni blizu ni jedna biljka po sastavu proteina, koji su visoko kvalitetni,

---

Prethodno saopštenje / *Previous announcement*

<sup>1</sup> Dr Anka Popović-Vranješ, red. prof., Jelena Kecman dipl. ing., Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

<sup>2</sup> George Munčan, dipl. ing., O.J. Soya food, Lokve.

slični humanom mleku. U novije vreme soji se pridaje velika važnost sa aspekta nutritivne vrednosti. To je prirodan i zdrav napitak visoke hranjive vrednosti i lake svarljivosti.

Primena soje se može podeliti u dve glavne oblasti:

- za proizvodnju ulja, gde se kao nus proizvod dobijaju: sojino brašno, proteinski proizvodi, lecitin itd.
- za proizvodnju hrane – sojinog mleka i njegovih proizvoda (tofu poznat kao sojin sir, raznih umaka), zatim tempoh (indonezijsko jelo od fermentisanog zrna soje i klica). To su više azijska jela što i ne iznenađuje jer je soja poreklom iz Azije.

U pogonu "SOYA FOOD" proizvode se pored sojinog mleka i tofu sir u pet varijanti, zatim vegetarijanska pašeta, tofu krem sir sa mirođijom.

### Sojino mleko

Sojino mleko je prirodan i zdrav napitak visoke nutritivne vrednosti i lake svarljivosti. Sastav i osobine sojinog mleka zavise od načina proizvodnje. Sojino mleko je disperzija sojinih proteina u vodi sa dodatkom vitamina, minerala i arome. Ako se proizvodi na orijentalni način onda je to suspenzija usitnjene soje u vodi.

Sojino mleko sadrži isto (ili više) proteina kao kravlje mleko, a za one koji ne podnose miris soje, postoje industrijski aromatizovani oblici ili je tehnološki adekvatan proces, da nepoželjnog mirisa više nema. Svaka veća čaša sojinog mleka sadrži 4–10 g sojinog proteina, puno vitamina i minerala, nizak sadržaj zasićenih masnoća (0,34%), a nema holesterola, ni laktoze. Važniji ciljevi u proizvodnji sojinog mleka su: dobar ukus i miris, svarljivost, nutritivna vrednost, izgled i randman.

Jedan od važnih načina za prihvatanje sojinog mleka jeste upotreba zaslađivača i aromatičnih dodataka koji deluju na miris i ukus.

Sojino mleko može da se obogaćuje dodatkom vitamina i minerala, i to većinom dodatkom vitamina B<sub>12</sub> i kalcijuma (sojino mleko sadrži petinu kalcijuma kravljeg mleka, polovinu kalcijuma sadržanog u majčinom mleku).

**Sojino mleko – natural sa inulinom** se proizvodi iz zrna soje, postupkom moderne prehrambene tehnologije da bi se dobili ukusni i hranljivi proizvodi za razliku od mleka koji se dobija klasičnom tehnologijom koje ima ukus pasulja (mahunarki). Dalje je važno da se odabere takav tehnološki proces kojim će se sačuvati prehrambene vrednosti proteina, a ukloniti inhibirajući proteini.

Tabela 1. Osobine sojinog mleka »Soya food»

*Table 1. The properties of «Soya food» soya-milk*

Prosečne nutritivne vrednosti sojinog mleka u 100 ml / <i>The average nutritive values of soya-milk in 100 ml</i>	
energetska vrednost / <i>energy values</i>	32 Kcal (134kJ)
proteini / <i>proteins</i>	3,3 g
ugljeni hidrati / <i>carbohydrates</i>	1 g
laktoza / <i>lactose</i>	0 g
lipidi / <i>lipids</i>	1,3 g
holesterol / <i>cholesterol</i>	0 g
dijetetska vlakna (inulin) / <i>inuline</i>	2,0g

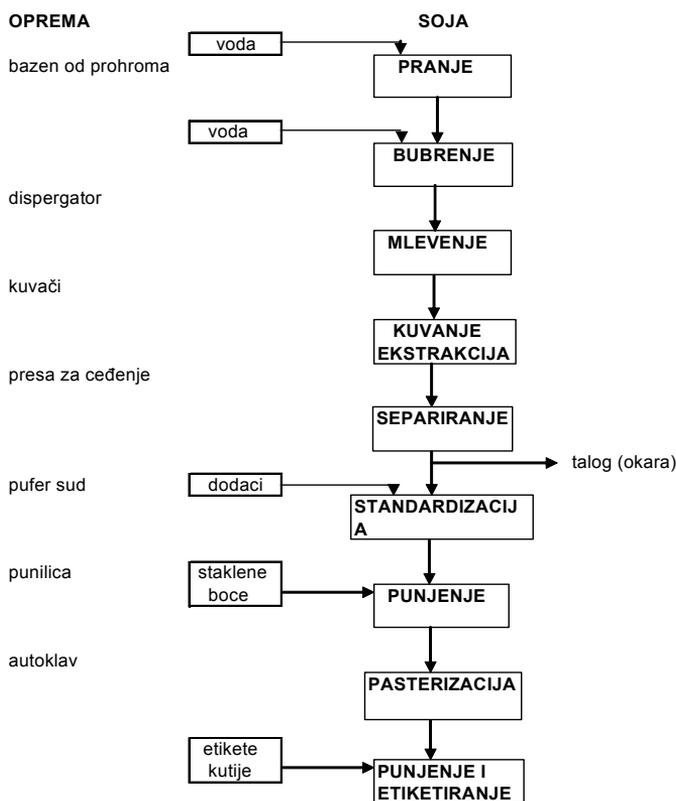
Sojino mleko poznato po bogatstvu vitamina i minerala, nema laktoze ni holesterola, a i nivo zasićenih masti mu je nizak. Među vitaminima posebno su zastupljeni vitamini B grupe i vitamin E, a od minerala fosfor, magnezijum, gvožđe i drugi. Ima izvanredan ukus i aromu koja osvežava, i može se koristiti u pripremi pudinga, muslia, umaka, milk-šejka, neskafe... Ne sadrži laktozu i glutenin. Ne preporučuje se kao zamena za kravlje mleko za decu mlađu od 12 meseci.

**Sojino mleko – cimet sa inulinom** pored soje, vode, sadrži šećer, cimet, dijetetska vlakna (inulin) i malo morske soli.

**Sojino mleko – vanila sa inulinom**, osim što se koristi kao napitak može da služi kao preliv za musli i kornfleks, zatim u pripremi dezerta, kolača, krema, sladoleda i voćnih salata. Napitak može da bude obogaćen kalcijumom. Sadrži vodu, sojino zrno, šećer, inulin, prirodnu aromu vanile. Napitak je prijatnog ukusa na vanilu.

Tehnološki proces proizvodnje sojinog mleka prikazan je na slici 1.

SI.1 BLOK ŠEMA PROIZVODNJE SOJINOG MLEKA



Slika 1. Shema proizvodnje sojinog mleka  
Figure 1. Scheme of soya-milk production

**Okara je** vrlo hranljiva namirnica, dobar izvor dijetetskih vlakana neophodnih za dobar rad probavnog trakta. Dodaje se svim jelima od povrća ili kao punjenje za sarme, paprike, tikvice i sl.

**Tofu sir** je najzastupljeniji proizvod od soje u pogonu «Soya food» i ima najbolji plasman na tržištu. Tofu je nefermentisan proizvod. Ima potpuno neutralan ukus, lako apsorbuje ukuse sastojaka koji mu se dodaju i zbog toga se smatra vrlo svestranom namirnicom. Tofu sir je poznat i u proizvodnji raznih drugih proizvoda (namazi, deserti, salate u umaku i dr.). Oblici tofu sira mogu biti različiti:

Meki tofu – je pogodniji za razne recepture pogotovo one gde ulazi u satav jela koja se sastoje od više komponenti koje su pomešane.

Čvrsti tofu – može da se peče, griluje, pohuje, dimi, bogat je proteinima, sadrži minimalne količine masti i ne sadrži uopšte holesterol.

Tabela 2. Osobine tofu sira «Soya food»

Table 2. The properties of «Soya food» tofu-cheese

Prosečne nutritivne vrednosti tofu-a u 100 g / The average nutritive values of tofu-cheese in 100 g	
energetska vrednost / energy values	168 Kcal ( 702 kJ)
proteini / proteins	14 g
ugljeni hidrati / carbohydrates	2 g
laktoza / lactose	0
lipidi / lipids	11 g
holesterol / cholesterol	0
dijetetska vlakna (inulin) / inuline	–

U pogonu »SOYA FOOD« tofu sir se prizvodi u pet varijanti: tofu sir natural (bez dodatka), sa kimom, sa mirođijom, sa paprikom i sa susamom.

Tofu se proizvodi od pasterizovanog i još toplog sojinog mleka, procesom zakišeljavanja. Kao sredstvo za koagulaciju mogu se koristiti organske kiseline (sirćetna, limunska...) ili neke neorganske soli (kalcijumhlorid, magnezijumhlorid), ili kombinacija dva ili više sredstava za koagulaciju. Nakon dodavanja kiseline dolazi do koagulacije mleka, zatim se vrši ceđenje sveže sime mase i prebacivanje sira u kalupe (oblikovanje), gde se vrši i lagano presovanje i hlađenje. Sledećeg dana sir se stavlja u hladnjaču, ohladi i pakuje (vakuumira).



Slika 2. Tofu sir od sojinog mleka  
Figure 2. Soya-milk tofu cheese

**Vegetarijanska pašteta** od soje sa diskretnom aromom začina pretstavlja ukusan, posni i dijetetski obrok, bez glutena. Vegetarijanska pašteta i tofu krem sir se proizvode od punog sojinog zrna, vode, biljne masnoće, i začina predviđenih za karakterističan ukus paštete.

Zrna soje se nakon bubrenja skuvaju u duplikatoru. Ocedena, skuvana, topla soja ubaci se u kuter i usitni uz dodatak vode, biljne masnoće, začina i drugih dodataka. Nakon emulgovanja masa se prebaci do punilce i puni u poliamidne omotače koji se na klipsarici klipsaju. Težina klipsanog komada je 150 do 200 g. Proizvod se termički obrađuje do temperature u centru od 80°C. Nakon hlađenja tuširanjem, gotova vegetarijanska pašteta se deklarira, pakuje u kartonske kutije i skladišti u hladnjači na temperaturi od 1 do 4°C do isporuke.

Tabela 3. Osobine vegetarijanske paštete »Soya food«  
*Table 3. The properties of vegetarian «Soya food» soybean patty*

Prosečne nutritivne vrednosti vegetarijanske paštete u 100 g / <i>The average nutritive values of soybean patty in 100 g</i>	
energetska vrednost / <i>energy values</i>	280 Kcal ( 1170 kJ)
proteini / <i>proteins</i>	10 g
ugljeni hidrati / <i>carbohydrates</i>	6 g
laktoza / <i>lactose</i>	0 g
lipidi / <i>lipids</i>	24 g
holesterol / <i>cholesterol</i>	0 g
dijetetska vlakna (inulin) / <i>inuline</i>	1 g

**Tofu krem sir sa mirođijom** proizvodi se od tofua, sojinog mleka, biljne masnoće, biljnih proteina i začina predviđenih za ovaj proizvod. Sastojci se dodaju proizvodu tokom mešanja u kuteru, što osigurava njihovo ravnomerno raspoređivanje. To je namaz visoke nutritivne vrednosti i bogatog ukusa.

## LITERATURA

ABOU, EL-ELLA, FARAHAT, W. M., S. M., GHANDOUR, M. A: Studies of some properties of milk/soy milk mixture. *Milchwissenschaft* 33(5)295(1978).

GAVIN M., WETTSTEIN A: Soymilk and other soya products – From the traditional method of production to the new manufacturing processes, Buhler Ltd. Uzwil, Switzerland (1990).

HAUMAN B. F: Soymilk. New Processing, packanging expand markets *J. Amer. Oil Chem. Soc* 61(1984).

POPOVIĆ VRANJEŠ, A., KRAJINOVIĆ, M., NIKETIĆ, G., PLJEVALJČIĆ, O.: Bezbednost kravljeg, kozijeg i sojinog mleka u zavisnosti od masno-kiselinskog sastava. Zbornik kratkih sadržaja. Simpozijum “Stočarstvo, veterinarstvo i agroekonomija u tranzicionim procesima“, Herceg novi, 19–24 jun, 64 (2005).

TRATNIK, LJ.: Sojino mleko. *Mljarstvo* 31(12)360–365(1981).

**PRODUCTION OF SOYBEAN MILK AND PRODUCTS OF SOYA  
IN THE O.U. SOYA FOOD, LOKVE**

ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ, GEORGE MUNČAN, JELENA KECMAN

**Summary**

Production of soybean milk and products of soybean today may be very interesting, because from day to day the number of consumers of these products is increasing. It is confirmed also in the O.U. SOYA FOOD from Lokve near Vršac, which successfully produces soybean milk and soybean products, and the production is continuously increased. About soybeans as a food was written enough, and it was known that it is rich in proteins and oils. The new knowledge brings the soybean to the list of functional food, i.e. it is now considered both as a food and medicine. According to data from literature it seems that if the soybean protein is consumed instead of meat proteins, the level of total cholesterol in blood significantly decreases, especially so called LDL (dangereous) cholesterol as well as total amount of fat. These factors are hazardous for blood vessels diseases and especially for heart and brain attack. The chemical matters in soya so-called flavins, may reduce the heart attack iduced from stress, and also may prevent the osteoporosis and certain forms of cancer. When the question is about breast cancer, the way of positive action is in the sphere of opinion that isoflavons block the estrogen receptors in the mammary gland, which disables the production of breast cancer cells. Production of soya-milk and soya-products in SOYA FOOD is very simple and profitable, which may be a big challeng for other potential producers.

**Key words:** soya, soya-milk, tofu cheese, okara, soybean patty.

## UPUTSTVO AUTORIMA ZA PISANJE RADOVA U ČASOPISU “SAVREMENA POLJOPRIVREDA”

U časopisu „Savremena poljoprivreda“, objavljuju se originalni naučni radovi, pregledni radovi i prethodna saopštenja.

Rad se piše na srpskom jeziku, latiničnim pismom. Treba da sadrži i kratak izvod na engleskom jeziku (summary). Celokupan tekst rada, uključujući tabele, grafikone, sheme, crteže i fotografije, može da ima maksimalno 6 kucanih stranica, A4 formata (Portrait), normalnog proreda (Single Space). Margine: Top 2,0 cm, Left 4,2 cm, Bottom 8,7 cm, Right 4,2 cm. Za kucanje rada koristiti font Times New Roman, 10 pt. Justify poravnanje sa uvlakom prvog reda 0,6 cm (Format → Paragraph → Indents and Spacing → Special → First Line 0,6).

**NASLOV RADA** se piše velikim slovima (**bold**), Font Size 11, centrirano. Naslov spustiti ispod gornje margine sa 4 entera, a pisanje početi u petom redu.

IME I PREZIME autora se pišu velikim slovima (normal), Font Size 10, centrirano, sa jednim razmakom ispod naslova rada. Oznakom 1, u superskriptu, (komandom Insert Footnote), iznad imena zadnjeg autora, označava se Footnote, u kojoj se navodi titula, ime i prezime, zvanje i ustanova u kojoj rade pojedini autori.

*IZVOD*: (*italic*), Font Size 10 (Justify), sa jednim razmakom ispod imena i prezime autora rada. U izvodu se daju osnovni cilj, materijal i metod rada, važniji rezultati i zaključak (maksimalno 500 znakova).

**Ključne reči**: minimalno 3, a maksimalno 6 reči. Ispod izvoda, Font Size 10.

**UVOD** (**bold**), centrirano, Font Size 10. Tekst normal, Justify, sa jednim razmakom ispod naslova.

**MATERIJAL I METOD RADA** (**bold**), centrirano, Font Size 10. Tekst normal, Font Size 10, Justify, sa jednim razmakom ispod naslova.

**REZULTATI** (**bold**), centrirano, Font Size 10. Tekst normal, Font Size 10, Justify, sa jednim razmakom ispod naslova.

**DISKUSIJA** (**bold**), centrirano, Font Size 10. Tekst normal, Font Size 10, Justify, sa jednim razmakom ispod naslova.

**ZAKLJUČAK** (**bold**), centrirano, Font Size 10. Tekst normal, Font Size 10, Justify, sa jednim razmakom ispod naslova.

**LITERATURA** (**bold**), centrirano, Font Size 10.

STANČIĆ, B., GRAFENAU, P., PIVKO, J., OBERFRANC, M., BUDINČEVIĆ, A., ŠAHINOVIĆ, R.: Ovulacija i fertilitet nazimica kod sinhronizacije estrusa preparatom Regumate. Biotehnologija u stočarstvu, 16 (3–4) 49–54 (2000).

Redosled radova je po abecednom redu početnog slova prezimena prvog autora, bez numeracije! Tekst literature Font Size 9.

Posle literature, napisati kratak sadržaj na engleskom jeziku i to:

**NASLOV**, velikim slovima (**bold**), centrirano, Font Size 10.

IME I PREZIMA AUTORA, velikim slovima (normal), centrirano, Font Size 10.

**Summary**, malim slovima, (**bold**), centrirano, Font Size 10.

Tekst, Font Size 10, (normal) Justify.

**Key words:** malim slovima.

Tabele treba da budu jasne, što jednostavnije i pregledne. Naslov, zaglavlja (tekst) i podtekst u tabelama, treba da budu napisani na srpskom i engleskom jeziku (srpski – normal, engleski *italic*). Font Size 9. Tabele se stavljaju na određeno mesto u tekstu.

Fotografije, crteže, grafikone i sheme, dati u posebnom prilogu (izvorni format faila – TIF, JPG sa 300 dpi, ili vektorski format sa slovima pretvorenim u krive – CDR, AI), a u tekstu rada naznačiti mesto na kome treba da budu štampane, tako što će se, u tekstu, napisati naslov ili opis fotografije, crteža, sheme. Na primer:

Graf. 1. Koncentracije spermatozoida u ejakulatu nerast, zavisno od godišnje sezone (Font Size 9, normal).

*Graph. 1. Sperm concentration in ejaculates according to seasons of year (Font Size 9, italic)*

Citiranje autora u tekstu radu: (Stančić i sar. 2005). – ako je više od dva autora. Ako su samo dva autora, onda (Stančić i Šahinović, 1995). Ili, Stančić i sar. (2005).

Rad se dostavlja uredništvu časopisa u **2 štampana primerka**, sa svim priložima (fotografije, sheme, crteži, grafikoni) **i na 3.5” Disketi (90 mm) ili na CD.**

Tekst rada neće biti podvrgnut jezičkom lektorisanju. Zbog toga, molimo autore da svoje radove napišu gramatički korektno, kako na srpskom, tako i na engleskom jeziku.

***Radovi, koji nisu napisani striktno po ovom uputstvu, neće biti prihvaćeni za štampu!***

Ovo uputstvo, kao i jedan primer pravilno odštampanog rada u časopisu “Savremena poljoprivreda”, možete naći i na sajt-u Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu (**http://polj.ns.ac.yu/**).

**Radove poslati na adresu:**

***Uredništvo časopisa “Savremena poljoprivreda”***

***Poljoprivredni fakultet***

***Trg D. Obradovića 8***

***21000 Novi Sad***

***Tel.: ++021/450-355***

Svim autorima se zahvaljujemo na saradnji.

Novi Sad, 16.11.2005. god.

**Glavni i odgovorni urednik**  
***Prof. dr Milan Krajinović***

## INTRODUCTIONS TO AUTHORS ON WRITING PAPERS FOR THE JOURNAL “CONTEMPORARY AGRICULTURE”

The journal “Modern Agriculture” publishes original scientific papers, surveys and former reports.

A paper is written in Serbian, in Latin alphabet. It should comprise a short summary in English. The whole script of the paper, including tables, graphs, schemes, drawings and photographs, can have 6 typed pages at the maximum, Portrait, in single spacing. Margins: Top 2.0 cm, Left 4.2 cm, Bottom 8.7 cm, Right 4.2 cm. For typing the paper the Times New Roman font, 10 pt, should be used. Justify with the indent of the first line 0.6 cm (Format → Paragraph → Indents and Spacing → Special → First Line 0.6).

**THE PAPER TITLE** is written in bold letters, Font Size 11, centred. The title should be lowered below the upper margin clicking enter 4 times and writing should be commenced in the fifth line.

THE NAME AND SURNAME of the authors are written in normal letters, Font Size 10, centred, with a single space below the paper title. With mark 1, in superscript, (click Insert Footnote) above the name of the last author, the Footnote is marked, stating the title, the name and surname, the rank and the institution in which the respective authors are employed.

**SUMMARY:** (italic), Font Size 10 (Justify) with a single space below the name and surname of the author of the paper. The summary presents the basic objective, the material and method of the study, the significant results and the conclusion (500 characters maximum).

**Key words:** minimum 3 and maximum 6 words. Below the summary, Font Size 10.

**INTRODUCTION** (bold), centred, Font Size 10. Text normal, Justify, with a single space below the title.

**MATERIAL AND METHOD OF THE STUDY** (bold), centred, Font Size 10. Text normal, Font Size 10, Justify with a single space below the title.

**RESULTS** (bold), centred, Font Size 10. Text normal, Font Size 10, Justify with a single space below the title.

**DISCUSSION** (bold), centred, Font Size 10. Text normal, Font Size 10, Justify with a single space below the title.

**CONCLUSION** (bold), centred, Font Size 10. Text normal, Font Size 10, Justify with a single space below the title.

**LITERATURE** (bold), centred, Font Size 10.

STANCIC, B., GRAFENAU, P., PIVKO, J., OBERFRANC, M., BUDINCEVIC, A., SAHINOVIC, R.: The ovulation and fertility in suckling pigs at the synchronization of estrus with Regumate, *Biotechnology in livestock breeding*, 16 (3–4) 49–54 (2000).

The order of papers is arranged according to the alphabetical order of the initial letter of the surname of the first author, without numbering. Literature text Font Size 9.

After the literature a short table of contents should be written in English as follows:

**TITLE**, in capital letters (bold), centred, Font Size 10.

**NAME AND SURNAME OF AUTHORS**, in capital letters (normal), centred, Font Size 10.

**Summary**, in small letters (bold), centred, Font Size 10.

Text, Font Size 10 (normal), Justify.

**Key words**: in small letters.

The tables should be clear, as simple and neat as possible. The titles, headings (text) and subtext in tables, should be in Serbian and English (Serbian – normal, English –italic). Font Size 9. The tables are set in a specific place in the text.

The photographs, drawings, graphs and schemes, should be given in a separate supplement (an original file format –TIF, JPG, with 300 dpi, or a vector format with letters turned into curves – CDR, AI).and the place where they are to be printed should be marked in the text, by writing in the text the caption of the photograph, drawing or scheme. For instance:

Graf. 1. Koncentracije spermatozoida u ejakulatu nerasta, zavisno od godisnje sezone (Font Size 9, normal).

Graph. 1. Sperm concentration in ejaculates according to seasons of year (Font Size 9, italic).

Citing the authors in the paper: Stančić et al. 2005) – if there are more than two authors. If there are only two authors, then – (Stančić and Šahinović, 1995). Or – Stančić et al. (2005).

The paper is submitted to the editor’s office of the journal in **2 printed copies**, with all the supplements (photographs, schemes, drawings, graphs) **and on 3.5” floppy disc or on CD**.

The text of the paper will not be proof-read. Therefore, we ask the authors to write their papers grammatically correct both in Serbian an English.

***The papers which have not been done in accordance with these instructions will not be considered for publishing.***

These introductions to autors and one sample of the correct printed paper in the Journal “Contemporary Agriculture”, you can find on the web site:

**http://polj.ns.ac.yu/** (Faculty of Agriculture in Novi Sad).

**The papers should be sent to the following address:**

**The editor’s office of the journal “Contemporary Agriculture”**

**The Faculty of Agriculture**

**Trg D. Obradovića 8**

**21 000 Novi Sad**

**Phone: ++ 021/450-355**

We are grateful to all the authors for their cooperation.

**Editor-in-chief**

***Prof. Dr. Milan Krajinović***



CIP – Каталогизacija y publikaciji  
Библиотека Матице српске, Нови Сад

631

SAVREMENA poljoprivreda = Contemporary agriculture :  
časopis za poljoprivredu / glavni i odgovorni urednik Milan  
Krajinović. – God. 7, br. 1 (1959)– . – Novi Sad :  
Dnevnik–Poljoprivrednik : Poljoprivredni fakultet : Naučni  
institut za ratarstvo i povrtarstvo, 1959–. – 24 cm

Dvomesечно. – Sažeci na eng. jeziku. – Raniji naziv publikacije: Poljoprivreda Vojvodine

ISSN 0350-1205

COBISS.SR-ID 2563586