Prehrambena industrija

MLEKO I MLEČNI PROIZVODI

ČASOPIS SAVEZA HEMIJSKIH INŽENJERA SRBIJE

VOL. 21 **BEOGRAD, 2010.** **BROJ 1-2**

Izdavači:
SAVEZ HEMIJSKIH INŽENJERA SRBIJE (SHI)
UNIVERZITET U NOVOM SADU, TEHNOLOŠKI FAKULTET NOVI SAD (TF NS)

Za izdavača:
Dr Tatijana Duduković, sekretar SHI
Prof. dr Zoltan Zavargo, dekan TF NS

Glavni urednik:
Prof. dr Spasenija Milanović, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

Uredništvo:
Dr Marijana Carić, prof. emeritus, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija
Prof. dr Dragojlo Obradović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Srbija
Prof. dr Ljerka Gregurek, Probiotik d.o.o., Zagreb, Hrvatska
Prof. dr Zdenko Puhan, ETH Zurich, Switzerland
Dr Adnan Tamime, Dairy Science and Technology Consultant Ayr, UK
Prof. Dr Gyula Vatai, Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Scienece, Hungary

Izdavački savet:
Mr Živanko Radovančev, Mlekoprodukt AD, Zrenjanin, Srbija
Prof. dr Spasenija Milanović, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija
Dr Marijana Carić, prof. emeritus, Univerzitet u Novom Sadu
Dipl.inž. Dušan Grujić, AD Mlekara, Subotica, Srbija
Dipl.inž. Dragan Šašić, AD Mlekara, Subotica, Srbija
Dipl.inž. Nataša Tucović, Imlek, Srbija
Dipl.inž. Zoran Đerić, Farmakom MB, AD Mlekara Šabac, Srbija
Dipl.inž. Mara Pokrajac, Somboled d.o.o., Sombor, Srbija
Dipl.inž. Dušan Pajkić, Generalni Inspektorat, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije,
Mr Jelisaveta Raić, MTC-SO d.o.o., Sombor, Srbija

Publikovanje časopisa finansijski su pomogli:
Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije
Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj, AP Vojvodina, Republika Srbija

Izlazi kao dvobroj dva puta godišnje

Uredništvo:
Tehnološki fakultet
21 000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1
Tel.: +381 21 485 3712
Fax: +381 21 450 413

Pretplata:
Za čitaoce u SRB 300 RSD po dvobroju,
Za inostranstvo 30 Eura
Žiro račun: 840-1647666-56

Korektor:
Vilma Beker-Gaćeša

Priprema i štampa:
VERZAL, Novi Sad
Tel./faks: 021/505-103

Tiraž: 300 primeraka

SADRŽAJ

J. Stevanović, B. Stošić, **Nacionalni propisi iz oblasti mlekarstva u procesu usaglašavanja sa evropskom regulativom** 3

N. Budimović, B. Gagić, **Proizvodnja i tržište mleka u Srbiji** 6

R. Popović, M. Knežević, **Dinamika troškova prerade mleka u Srbiji** 9

K. Tonković, Lj. Gregurek. Ž. Kršev Šurić, **Novi trendovi u proizvodnji sviježih mliječnih proizvoda** 16

S. Bulajić, Z. Mijačević, **Procena mikrobiološkog rizika kod sireva proizvedenih od sirovog mleka** 17

I. Jovanović, I. Zorić, A. Madić, R. Gvozdenović, B. Gvozdenac, **Klinička studija primene probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+ kod pacijenata sa funkcionalnim poremećajima digestivnog trakta** 25

J. Miočinović, T.Trung Le, E. Fredrick, K. Dewettnick, P. Puđa, **Metode izolacije i tehnološki aspekti membrana masnih globula** 28

Z. Sarić, T. Dizdarević, S. Bijeljac, N. Hubanić, **Senzorne karakteristike livanjskog sira u odnosu na preferencije potrošača** 35

M. Vilušić, T. Pešić, E. Puškarević, **Karakterizacija proizvodnje domaćeg topljenog sira na području općine Doboj Istok** 42

M. Ostojić, Lj. Topisirović, R. Relić, G. Jež, **Autohtona tehnologija proizvodnje Golijskog sira** 46

D. Pešić Mikulec, P. Puđa, J. Miočinović, M. Slović, G. Blagić, **Ispitivanje efekata primene bipolarne jonizacije vazduha u zanatskoj proizvodnji sira i kajmaka** 52

A. Popović Vranješ, R. Pejanović, S. Jovanović, M. Savić, M. Ostojić, M. Grubačić, D. Cvetanović, **Upravljanje kvalitetom u organskoj proizvodnji i preradi mleka** 56

V. Radanov Pelagić, D. Krstić, D. Petković, V. Jurić, D. Milić, E. Uhlenhopp, **Bezbednost i kvalitet mleka na nivou farme – globalni trend u industriji mleka** 63

I. Jeremić, J. Velja, P. Stojić, D. Jelušić, P. Ivančev, **Uticaj higijene muže na kvalitet mleka** 68

A. Velićanski, D. Cvetković, S. Markov, J. Urošev, B. Pavlić, **Primena sojeva bakterija mlečne kiseline u kombuha fermentaciji** 69

J. Vitas, R. Malbaša, S. Milanović, E. Lončar, M. Iličić, Lj. Kolarov, **Uticaj sadržaja mlečne masti na kvalitet fermentisanih mlečnih napitaka od Kombuhe** 76

M. Iličić, S. Milanović, M. Carić, M. Đurić, K. Kanurić, V. Vukić, M. Ranogajec, **Funkcionalne i reološke karakteristike kombuha fermentisanog mlečnog napitka** 82

T. Vučić, S. Jovanović, N. Kljajević, I. Zdravković, O. Maćej, **Uticaj ultrazvučnog tretmana na karakteristike čvrstog jogurta od kozijeg mleka tokom skladištenja** 89

N. Medaković, M. Ćulafić, S. Šobajić, B. Đorđević, I. Stanković, **Analiza korišćenja mleka i mlečnih proizvoda među studentima farmacije** 97

Z. Radulović, D. Paunović, M. Iličić, N. Mirković, M. Petrušić, D. Obradović, **Primena mikroflore čajne gljive tokom skladištenja fermentisanih mlečnih napitaka** 99

M. Stijepić, S. Milanović, J. Glušac, V. Vukić, K. Kanurić, D. Đurđević Milošević, **Promjene teksturalnih i senzorskih osobina probiotskog jogurta proizvedenog uz primjenu različitih dodataka** 103

J. Tomovska, N. Gjorgievski, S. Presilski, N. Tomovska, **Hemijska analiza probiotskog jogurta u procesu proizvodnje** 109

D. Ilić, S. Milanović, D. Đurđević Milošević, **Hemijske karakteristike permeata dobijenog ultrafiltracijom mleka u postupku proizvodnje feta sira i mladog sira** 114

J. Živković, S. Sunarić, R. Pavlović, N. Trutić, G. Kocić, G. Nikolić, T. Jovanović, **Uticaj dodatka fenolnih materija na antioksidativnu aktivnost kravljeg mleka** 119

N. Milosavljević, N. Joković, N. Radulović, P. Blagojević, D. Savić, **Isparljiva jedinjenja pirotskog kačkavalja od ovčijeg mleka** 122

M. Bojanić Rašović, S. Mirecki, N. Nikolić, S. Vučinić, I. Ivanović, R. Rašović, **Mikrobiološki i hemijski kvalitet autohtonih sireva u Crnoj Gori** 127

A. Popović Vranješ, R. Pejanović, M. Ostojić, D. Cvetanović, A. Kralj, D. Glavaš Trbić, **Biološko-dinamičko preparati, izrada i upotreba** 134

M. Carić, J. Vapa Tankosić, **Uticaj globalne ekonomske krize na privredu i prehrambenu industriju Srbije** 135

Food industry

MILK AND DAIRY PRODUCTS

JOURNAL OF ASSOCIATION OF CHEMICAL ENGINEERS OF SERBIA

VOL. 21 **BEOGRAD, 2010.** **No 1-2**

Publishers:
ASSOCIATION OF CHEMICAL ENGINEERS OF SERBIA (AChE)
FACULTY OF TECHNOLOGY UNIVERSITY OF NOVI SAD (FoT NS)

For publisher:
Dr Tatjana Duduković, secretary of AChE
Prof. Dr. Zoltan Zavargo, dean of FoT NS

Editor in Chief:
Prof. Dr. Spasenija Milanović, University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Serbia

Editorial board:

Dr. Marijana Carić, Prof. Emeritus, University of Novi Sad, Serbia
Prof. Dr. Dragojlo Obradović, Universityof Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia
Prof. Dr. Ljerka Gregurek, Probiotik d.o.o., Zagreb, Croatia
Prof. Dr. Zdenko Puhan, ETH Zurich, Switzerland
Dr. Adnan Tamime, Dairy Science and Technology Consultant Ayr, UK
Prof. Dr. Gyula Vatai, Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Scienece, Hungary

Advisory board:
M.Sc. Živanko Radovančev, Mlekoprodukt AD, Zrenjanin, Serbia
Prof. Dr. Spasenija Milanović, University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Serbia
Dr. Marijana Carić, Prof. Emeritus, University of Novi Sad, Serbia
B.Sc. Dušan Grujić, AD Mlekara, Subotica, Serbia
B.Sc. Dragan Šašić, AD Mlekara, Subotica, Serbia
B.Sc. Nataša Tucović, Imlek, Serbia
B.Sc. Zoran Đerić, Farmakom MB, AD Mlekara Šabac, Serbia
B.Sc. Mara Pokrajac, Somboled d.o.o., Sombor, Serbia
B.Sc. Dušan Pajkić, General Inspectorate, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management
M.Sc. Jelisaveta Raić, MTC - SO d.o.o., Sombor, Serbia

The journal is financially supported by:
Ministry of Science and Technological Development, Republic of Serbia, Provincial Secretariat for Science and Technological Development, Autonomous Province of Vojvodina, Serbia

Published semiannyally

Editorial:
Faculty of Technology, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, Serbia
Tel: +381 21 485 3712
Fax: +381 21 450 413

Subscription:
300 RSD per issue or 30 Euro
Bank account: 840-1647666-56

Text proof reader:
Vilma Beker-Gaćeša

Prepress & printed by
VERZAL, Novi Sad
Tel./faks: 021/505 103

Copies: 300

CONTENTS

J. Stevanović, B. Stošić, **National legislation in the field of dairy industry in the process of compliance with european regulations** ... 3

N. Budimović, B. Gagić, **Milk production and market in Serbia** ... 6

R. Popović, M. Knežević, **Cost dynamics of milk processing in Serbia** ... 9

K. Tonković, Lj. Gregurek. Ž. Kršev Šurić, **New trends in production of fresh milk products** ... 16

S. Bulajić, Z. Mijačević, **Microbiological risk assessment of raw milk cheeses** ... 17

I. Jovanović, I. Zorić, A. Madić, R. Gvozdenović, B. Gvozdenac, **Clinical study of probiotic fermented milk product Balans+ application in patients with gastrointestinal functional disorders** ... 25

J. Miočinović, T.Trung Le, E. Fredrick, K. Dewettnick, P. Puđa, **Methods of isolation and technological aspects of milk fat globule membranes** ... 28

Z. Sarić, T. Dizdarević, S. Bijeljac, N. Hubanić, **Sensory properties of Livno cheese in relation to consumers preferences** ... 35

M. Vilušić, T. Pešić, E. Puškarević, **Characterization of domestic processed cheese production in the area of Doboj East** ... 42

M. Ostojić, Lj. Topisirović, R. Relić, G. Jež, **Autochthonous technology of Golija cheese** ... 46

D. Pešić Mikulec, P. Puđa, J. Miočinović, M. Slović, G. Blagić, **Investigation of air bipolar ionization effects in cheese and kajmak craft production** ... 52

A. Popović Vranješ, R. Pejanović, S. Jovanović, M. Savić, M. Ostojić, M. Grubačić, D. Cvetanović, **Quality managment of organic milk production and processing** ... 56

V. Radanov Pelagić, D. Krstić, D. Petković, V. Jurić, D. Milić, E. Uhlenhopp, **The safety and quality of milk production at farm level – the global trend in the dairy industry** ... 63

I. Jeremić, J. Velja, P. Stojić, D. Jelušić, P. Ivančev, **Impact of milking procedure hygiene on milk quality** ... 68

A. Velićanski, D. Cvetković, S. Markov, J. Urošev, B. Pavlić, **Application of lactic acid bacteria in kombucha fermentation** ... 69

J. Vitas, R. Malbaša, S. Milanović, E. Lončar, M. Iličić, Lj. Kolarov, **Influence of milk fat content on quality of kombucha fermented milk beverages** ... 76

M. Iličić, S. Milanović, M. Carić, M. Đurić, K. Kanurić, V. Vukić, M. Ranogajec, **Functional and rheological characteristics of kombucha fermented dairy drink** ... 82

T. Vučić, S. Jovanović, N. Kljajević, I. Zdravković, O. Maćej, **The effect of ultrasound treatment on characteristics of set yoghurt made from goat milk during storage** ... 89

N. Medaković, M. Ćulafić, S. Šobajić, B. Đorđević, I. Stanković, **Consumption of milk and dairy products in student population** ... 97

Z. Radulović, D. Paunović, M. Iličić, N. Mirković, M. Petrušić, D. Obradović, **Changes in microflora of tea fungus during storage of fermented dairy beverages** ... 99

M. Stijepić, S. Milanović, J. Glušac, V. Vukić, K. Kanurić, D. Đurđević Milošević, **Textural and sensory properties of probiotic yoghurt produced by using different ingredients** ... 103

J. Tomovska, N. Gjorgievski, S. Presilski, N. Tomovska, **Chemical analysis of probiotic yogurt in the manufacturing process** ... 109

D. Ilić, S. Milanović, D. Đurđević Milošević, **Chemical characterization of permeates from ultrafiltration of whole milk in processing of feta and fresh cheese** ... 114

J. Živković, S. Sunarić, R. Pavlović, N. Trutić, G. Kocić, G. Nikolić, T. Jovanović, **The influence of phenolic compounds addition on antioxidant activity of cow milk** ... 119

N. Milosavljević, N. Joković, N. Radulović, P. Blagojević, D. Savić, **Major volatiles in "Pirotski kackavalj" cheese made from sheep milk** ... 122

M. Bojanić Rašović, S. Mirecki, N. Nikolić, S. Vučinić, I. Ivanović, R. Rašović, **Microbiological and chemical quality of autochthonous cheeses in Montenegro** ... 127

A. Popović Vranješ, R. Pejanović, M. Ostojić, D. Cvetanović, A. Kralj, D. Glavaš Trbić, **Biodynamic products – prodiction and use** ... 134

M. Carić, J. Vapa Tankosić, **Effects of the global economic crisis on the economy and the food industry in Serbia** ... 135

[1]JASNA LJ. STEVANOVIĆ
[2]BRANKA M. STOŠIĆ

[1]Udruženje za poljoprivredu, prehrambenu i duvansku industriju i vodoprivredu, Privredna komora Srbije, Srbija
[2]Uprava za veterinu, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Srbija

STRUČNI RAD

UDK: 637.047:663.12

NACIONALNI PROPISI IZ OBLASTI MLEKARSTVA U PROCESU USAGLAŠAVANJA SA EVROPSKOM REGULATIVOM

Ako prihvatimo da poljoprivreda zauzima značajano mesto u ukupnoj privredi Republike Srbije, za očekivati je da njen doprinos u nacionalnoj ekonomiji bude adekvatan stopi učešća. Ipak postoje određena odstupanja, te kao rezultat, doprinos poljoprivrede u ekonomiji je obično niži od očekivanog. U protekloj deceniji, pored ostalih privrednih oblasti i poljoprivreda trpi određene strukturne i sistemske promene. One promene, koje za cilj imaju unapređenje standarada kvaliteta i bezbednosti hrane, direktno su povezane sa postavljenim zahtevima u procesu pristupanja Evropskoj uniji, ali i Svetskoj trgovinskoj organizaciji. Danas, mlekarstvo daje značajan doprinos u ukupnoj vrednosti poljoprivredne proizvodnje Srbije. Kao takav, sektor mlekarstva je i među najzahtevnijim po pitanju standarda, koji se moraju ispuniti prilikom pristupanja zajedničkom poljoprivrednom tržištu. Nacionalni propisi iz oblasti mlekarstva doprinose ne samo procesu otklanjanja administrativnih, trgovinskih prepreka, već i jačanju konkurentnosti i izvozne orijentisanosti domaćih proizvođača, ali i ukupnoj ekonomiji naše zemlje.

Ključne reči: nacionalni propisi • standardi u mlekarstvu • zajedničko poljoprivredno tržište

Adresa autora:
DVM Spec. Jasna Stevanović, samostalni savetnik, Udruženje za poljoprivredu, prehrambenu i duvansku industriju i vodoprivredu, Privredna komora Srbije, Resavska 13-15, 11000 Beograd, Srbija, tel.:+381 11 33 00 977, fax.:+381 11 32 30 949, e-mail: jasna.stevanovic@pks.rs

UVOD

Poljoprivreda se smatra jednom od važnih komponenti ekonomskog razvoja društva. Praćenje trgovinskih tokova dovodi do ukupnih ekonomskih promena. Preciznije, međunarodna trgovinska liberalizacija u korist uvoza poljoprivrednih i prehrambenih (industrijskih) proizvoda je u porastu, a nije zanemarljivo da milioni ljudi žive od toga. Trgovina i nove tehnologije pomažu razvoju poljoprivrede, ali predstavljaju i nove rizike po bezbednost hrane i javno zdravlje uopšte. Specifičan značaj poljoprivrede, pored ekonomskog, ogleda se i kroz zdravstveni, socijalni i ekološki uticaj na društvo. U skladu sa opredeljenjem Republike Srbije da se tržišni uslovi privređivanja usklade, i tim pre uključe u privredne tokove Evropske unije, velika odgovornost je na procesu harmonizacije nacionalnog sa evropskim zakonodavstvom (1). U trendu promena vezanih za period integracija, nameće se i potreba za maksimalnom kreativnošću u iskorišćavanju nacionalnog trgovinskog potencijala, bez stvaranja dodatnih prepreka. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede nalazi se u vrlo odgovornoj situaciji da uspostavi multilateralni okvir pravila i obaveznih mera za upravljanje razvojem. Nacionalni propisi, koji su usklađeni sa propisima EU, trebali bi podstaći pravni identitet poljoprivrede, koji prati i čini prepoznatljivim domaći proizvod na međunarodnom poljoprivrednom tržištu. Međutim, dodatno opterećuje stvarna situacija unutar Evropske unije, nastala proširenjem tržišta nakon prijema novih deset (+2) članica. Razlog su značajne promene u ekonomskim tokovima unutar zajednice, a zatim i na tržištu poljoprivrednih proizvoda, što je uslovilo izradu novog modela agrarne politike Evropske unije. Nacionalna agrarna politika bi morala što pre da prihvati zadati model, ali istovremeno je neophodno da u predvorju Evropske unije, pregovorima obezbedi što bolju poziciju.

Pristup i elementi bezbednosti hrane

Može se reći da globalni okvir sistema bezbednosti hrane obuhvata tri osnovna principa, i to:

- principi Svetske trgovinske organizacije, gde nema diskriminacije između uvezene i domaće hrane (World Trade Organisation (WTO); 1995)
- principi Komisije Kodeksa Ishrane i uvođenje internacionalnih standarda u vezi sa hranom, uz praćenje internacionalnih neslaganja u vezi sa bezbednošću hrane (Codex Alimentarius Commission (CAC); 1962)
- principi Evropske unije zasnovani na "oceni rizika" i "od farme do trpeze" i predstavljeni kroz potpunu reviziju propisa o bezbednosti hrane ("Beli papir"- White Paper on Food Safety, 2000) i osnivanje evropskog tela za bezbednost hrane (European Food Safety Authority (EFSA)(7).

Postavljanjem prioriteta iz evropskog partnerstva u oblasti poljoprivrede i bezbednosti hrane, bilo je uslovljeno usvajanje Zakona o bezbednosti hrane koji predstavlja i početni korak za uvođenje procedure standardizacije u proizvodnju domaće hrane (3). Težnja ka visokom stepenu zaštite ljudskog života predstavlja jedan od osnovnih ciljeva zakona o hrani kojim su definisana i ostala opšta

načela i definicije hrane, uključujući kao cilj i ostvarenje slobodnog kretanja hrane unutar Evropske unije (7). Dalja procedura usaglašavanja nacionalnih propisa odnosi se na preuzimanje higijenskog paketa Evropske unije, odnosno bliže definisanje zajedničke osnove za higijensku proizvodnju svih vrsta hrane (5), kao i preuzimanje pravila higijene hrane životinjskog porekla (6) sa kasnijim dopunama (14). Regulativa Evropske komisije broj 852/2004 u skladu je sa međunarodnim obavezama definisanim u Sporazumu o sanitarnim i fitosanitarnim merama Svetske trgovinske organizacije (WTO) i međunarodnim standardima za ispravnost prehrambenih proizvoda iz Kodeksa ishrane (Codex Alimentarius-a). Postavljeni higijenski zahtevi se putem službenih kontrola proveravaju, kao i spremnost subjekata koji se bave hranom, u postupcima uspostavljanja i sprovođenja programa za obezbeđivanje ispravnosti prehrambenih proizvoda i procedura baziranih na načelima HACCP-a (8).

Bezbednost mleka i proizvoda od mleka u okviru higijenskog paketa

U okviru evropskog higijenskog paketa, detaljno su definisani uslovi higijene proizvodnje sirovog mleka i proizvoda od mleka, a zbog povećanog rizika po bezbednost javnog zdravlja. Pored toga, treba naglasiti da je ovakva pravna definisanost od koristi opredeljenju zvanične agrarne politike Evropske unije u vezi sa izdvajanjem budžetskih sredstava za poljoprivredu, još od 1984. godine, kada su uvedene proizvodne kvote za mleko.

U radu su ukratko navedene glavne odredbe evropskog prava u vezi sa bezbednošću mleka i proizvoda od mleka, koji su deo higijenskog paketa. Osnovna Uredba EC broj 853/2004 odnosi se na osnovne principe vezane za higijenu hrane životinjskog porekla, a onda i proizvoda od mleka (6). Razvojem tehnologije ona je pretrpela niz dopuna u vezi sa preciznijim definisanjem ili označavanjem proizvoda, kao i nizom higijenskih zahteva u cilju smanjenja rizika po zdravlje ljudi. Tako je u skladu sa dopunama iz 2006. definisan kolostrum kao proizvod životinjskog porekla, koji se proizvodi na sličan način i može izazvati rizik po zdravlje ljudi, sličan sirovom mleku. Na osnovu dopune, „kolostrum“ je tečni sekret mlečne žlezde životinja koje daju mleko od tri do pet dana nakon porođaja koji je bogat antitelima i mineralima i prethodi davanju mleka, dok je „proizvod na bazi kolostruma“ proizvod od kolostruma ili proizvod dobijen preradom takvog prerađenog proizvoda. Nakon definicija slede i posebni higijenski uslovi na gazdinstvima za proizvodnju mleka i kolostruma, kriterijumi i standardi za sirovo mleko i kolostrum, kao i zahtevi koji se odnose na proizvode od mleka i proizvode na bazi kolostruma (14). Mnoge dileme subjekata u poslovanju hranom, koji se bave preradom mleka, oko obezbeđivanja okvira graničnih vrednosti broja bakterija i broja somatskih ćelija u sirovom mleku pre same prerade, dovele su do dopune propisa u vezi sa usklađenošću graničnih vrednosti prisustva bakterija (15) (10). Ova usklađenost je naročito važna za bezbednost hrane u slučaju kada se prerada mleka vrši na višim temperaturama putem pasterizacije ili nekog drugog procesa, i koje nije bilo termički obrađivano u okviru vremenskog roka definisanog prvobitnom Uredbom (6) (15). Tako su sada subjekti, koji se bave proizvodnjom hrane - proizvoda od mleka, u obavezi da ispoštuju procesnu proceduru i pre termičke obrade, tačnije i u slučaju kada je vremenski period od muže do termičke obrade duži od perioda navedenog u procedurama (na osnovu HACCP sistema). U vezi sa tim zahteva se da ukupan broj bakterija mora biti, na 30°C, manji od 300.000 po mL za sirovo kravlje mleko, koje se koristi za proizvode od mleka ili mora biti (na 30°C) manji od 100.000 po mL termički obrađenog kravljeg mleka, koje se koristi za proizvode od mleka (15, 16).

Postavlja se pitanje da li je kvalitet proizvoda potreban i u kojoj meri je dovoljan uslov za spoljnotrgovinski promet. Potreban jeste, ali ne uvek i dovoljan. Sigurno je da hrana, u našem slučaju sirovo mleko i proizvodi od mleka, moraju biti zdravstveno ispravni, a što je u osnovi Sporazuma o sanitarnim i fitosanitarnim merama i principa Svetske trgovinske organizacije.

Na ovom mestu neophodno je naglasiti važnost unapređivanja uslova zaštite zdravlja, ishrane i dobrobiti životinja, kojim se uspostavljaju pravilni principi regulisanja lanca ishrane sa zadatkom zaštite zdravlja ljudi (proizvodima životinjskog porekla), zaštite interesa potrošača, kao i zaštite globalnog interesa članica (9).

Praksa u nacionalnom zakonodavstvu

Unapređenje nacionalnih standarda kvaliteta i bezbednosti hrane odvija se sporo. Na osnovu Zakona o bezbednosti hrane predviđeno je donošenje niza podzakonskih akata, među kojima su i propisi iz oblasti mlekarstva (3). Dosadašnje aktivnosti na izradi ovih podzakonskih akata, vezivale su se za izradu tehničkih propisa, ali je donet samo pravilnik o kvalitetu proizvoda od mleka kao i izmene i dopune istog akta (4). U procesu uspostavljanja zajedničkih interesa i pristupa uređenju lanca proizvodnje i prometa mleka i proizvoda od mleka, u smislu nesmetanog funkcionisanja pre svega unutrašnjeg tržišta, nailazi se na brojne prepreke. Posledice se mogu sagledati u ukupnoj ekonomskoj vrednosti poljoprivredne proizvodnje u kojoj je značajan udeo mlekarske industrije, ali i u nastupu Srbije na međunarodnom tržištu.

Za sektor mlekarstva u Srbiji potrebno je definisati sve parametre za povećanje konkurentnosti ovog domaćeg proizvoda, uz istovremeno povezivanje subjekata u poslovanju unutar tržišnog lanca u oblasti mlekarstva. Svedoci smo da postavljanje visokih zahteva u pogledu kvaliteta proizvoda i standarda o bezbednosti mleka i proizvoda od mleka, nisu u mogućnosti da ispoštuju nezanemarljiv broj mini mlekara, čija je konkurentnost u ovom momentu zasnovana na nižoj ceni proizvoda (niski troškovi proizvodnje, nepoštovanje adekvatnih procedura i standarda). Ova preduzeća usmerena su na zadovoljavanje potreba lokalnog tržišta, delimično posluju u zoni sive ekonomije (neadekvatno oporezovani), teško će se prilagoditi i neće dugo opstati u uslovima velike konkurencije. Istovremeno, deo naše izvozno orijentisane mlekarske industrije, preciznije - preduzeća koja su u međuvremenu unapredila standarde, preuredila svoju organizacionu strukturu, postavila svoju sirovinsku osnovu na zahtevani nivo, neće biti ugrožena.

Zahtevi koji omogućavaju jedinstveno poljoprivredno tržište u smislu tržišta proizvodima od mleka, odnose se na slobodno kretanje proizvoda od mleka, kroz zajedničku organizaciju tržišta, odnosno propisivanje standarda za kvalitet pakovanje i označavanje proizvoda od mleka, zajedno sa analizama, inspekcijom i nadzorom (2). Cilj izrade tehničkih propisa u okviru

kojih je i propis o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura, bio je i ispunjavanje zadate aktivnosti u periodu pristupanja Srbije Svetskoj trgovinskoj organizaciji (2). Propisivanjem odredbi o kvalitetu proizvoda od mleka pruža se mogućnost približavanja i omogućavanja takvog sistema domaće proizvodnje, kakav važi i za proizvodnju u zemljama Evropske unije, što je u osnovi definisanja slobodnog kretanja, odnosno uvoza i izvoza proizvoda od mleka. S tim u vezi, biti u regionu, a van sistema pravila koji obezbeđuju korektnu i neizopačenu konkurenciju, mogu imati za posledice pad domaće proizvodnje, pad ekonomskih sistema i izvoza, stopiranje daljih investicija, socijalnih problema vezanih za nezaposlenost i tome slično.

Zaključna razmatranja

Visok stepen zaštite javnog zdravlja je jedan od osnovnih ciljeva zakona o hrani, kako je definisano Regulativom (EC) br. 178/2002 Evropskog parlamenta i saveta od 28. januara 2002. kojom se definišu opšti principi i uslovi zakona o hrani i procedure koje uređuju oblast bezbednosti hrane i na osnovu koje je osnovan evropski organ za bezbednost hrane (11). Mikrobiološke opasnosti, koje se javljaju kod prehrambenih proizvoda, predstavljaju glavni izvor bolesti koje se prenose hranom i koje se mogu javiti kod ljudi i u osnovi su Uredbe o mikrobiološkim kriterijumima za prehrambene proizvode (10). Na osnovu zahteva i iskustava država članica Evropske unije, budući pravilnik o kvalitetu sirovog mleka bi morao biti usklađen sa mikrobiološkim normama budućeg propisa o mikrobiološkim kriterijumima hrane.

Dalje, postavlja se pitanje zastoja procesa usvajanja pravilnika o izmenama i dopunama parvilnika o kvalitetu sirovog mleka. U analizi i sagledavanju realne situacije na terenu, kao i mogućnosti laboratorijskog ispitivanja kvaliteta sirovog mleka, neophodno je uključiti sve akreditovane, ovlašćene laboratorije, ali i one koje imaju uvedene osnovne standarde kvaliteta i koje mogu da rade za svoje potrebe ispitivanje kvaliteta sirovog mleka (13). Za davanje zvaničnih izjava o rezultatima ispitivanja kvaliteta sirovog mleka, podržaćemo mišljenje struke, da je moguće podugovoriti jednu nezavisnu laboratoriju, koja se bavi ispitivanjem istih parametara kvaliteta sirovog mleka i koja bi bila referentna za proveru rada imenovanih laboratorija (što je u osnovi zahteva za ovu problematiku, u procesu pridruživanja Srbije Evropskoj uniji) (12).

Logičan nastavak puta Srbije u Evropsku uniju je u svetlu nezavisne i prihvaćene države u oblasti evropskog kulturnog identiteta i vrednosti. Ipak, potrebno je sačuvati sve svoje prednosti i ne dozvoliti sumnjama da dovedu u pitanje sposobnost za sam završetak integracionih procesa.

LITERATURA

Akcioni plan za realizaciju prioriteta iz evropskog partnerstva, (Odluka Saveta EU od 14.juna 2004.godine)

Memorandum o pristupanju, Akcioni plan aktivnosti u cilju otklanjanja prepreka u procesu pristupanja Svetskoj trgovinskoj organizaciji (prihvaćen od strane Vlade Republike Srbije, 9.03.2006.godine)

Pravilnik o izmenama i dopunama Pravilnika o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura ("Sl.glasnik RS", br. 69/2010) od 27. septembra 2010.

Regulativa (EC) broj 852/2004 Evropskog parlamenta i saveta od 29. aprila 2004. o higijeni prehrambenih proizvoda

Regulativa (EC) broj 853/2004 Evropskog parlamenta i saveta od 29. aprila 2004. o posebnim propisima iz oblasti higijene za hranu životinjskog porekla

Regulativa (EC) broj 178/2002 Evropskog parlamenta i saveta, zakon o hrani

Regulativa (EC) broj 854/2004 Evropskog parlamenta i saveta o zvaničnim kontrolama hrane životinjskog porekla

Regulativa (EC) broj 882/2004 Evropskog parlamenta i saveta o zvaničnim kontrolama koje se vrše radi utvrđivanja usaglašenosti sa zakonom o hrani i hrani za životinje, kao i sa propisima iz oblasti zdravlja i dobrobiti životinja

Regulativa Komisije (EC) br 2073/2005, od 15. novembra 2005. o mikrobiološkim kriterijumima za prehrambene proizvode

Regulativa (EC) br. 1642/2003 od 29. septembra 2003., o izmenama i dopunama Regulative (EC) broj 178/2002- zakona o hrani

Sporazum o stabilizaciji i pridruživanju Republike Srbije Evropskoj uniji

Standard ISO/IEC 17025

Uredba Komisije (EC) br. 1662/2006 od 6. novembra 2006. kao dopuna Uredbe (EC) br. 853/2004 Evropskog parlamenta i saveta kojom se definišu posebni propisi iz oblasti higijene hrane životinjskog porekla

Uredba Komisije (EC) br. 1020/2008 od 17. oktobra 2008. kojom se vrše izmene i dopune Aneksa II i III Uredbe (EC) br. 853/2004 Evropskog parlamenta i saveta kojom se definišu posebni propisi iz oblasti higijene hrane životinjskog porekla i Uredbe (EC) br. 2076/2005 kada je reč o označavanju, sirovog mleka i proizvoda od mleka, ...(tekst od značaja za EEP)

Uredba komisije (EC) br. 365/2010 od 28.04.2010., Dopuna mikrobioloških kriterijuma po Reg. (EC) 2073/2005.

Zakon o bezbednosti hrane ("Službeni glasnik RS", br. 41/09)

SUMMARY

NATIONAL LEGISLATION IN THE FIELD OF DAIRY INDUSTRY IN THE PROCESS OF COMPLIANCE WITH EUROPEAN REGULATIONS

[1]Jasna Lj. Stevanović, [2]Branka M. Stošić

[1]Serbian Chamber of Commerce, Serbia
[2]Veterinary Office, Ministry of Agriculture, Forestry, Water Management, Republic of Serbia

Agriculture takes a significant place in the overall economy of the Republic of Serbia, and its contribution to the national economy must be adequate. However, the contribution of agriculture in the economy is usually lower than expected. In the past decade agruculture passed through some structural and systemic changes. These changes, aimed to improve standards of quality and food safety, are directly related to the requirements set out in the join process to the European Union and the WTO. Today, the dairy industry makes a significant contribution to Serbian agricultural production in whole. Also, the dairy sector is among the most demanding regarding standards that must be met when accessing the common agricultural market. National regulations in the field of dairy industry contribute to process of removing the administrative and trade barriers, as well as strengthening the competitiveness and export orientation of domestic producers and the overall economy of our country.

Key words: national regulations • standards • dairy industry • common agricultural market

NENAD V. BUDIMOVIĆ
BRANKA LJ. GAGIĆ

Privredna komora Srbije
Udruženje za poljoprivredu, prehrambenu i duvansku industriju i vodoprivredu, Beograd, Srbija

STRUČNI RAD

UDK: 637.047:663.12

PROIZVODNJA I TRŽIŠTE MLEKA U SRBIJI

Mleko i meso predstavljaju dva osnovna prehrambena proizvoda stočarske proizvodnje. Ne zna se tačno kada je čovek počeo da iskorišćava životinje za proizvodnju mleka. Pretpostavlja se da je upotreba mleka počela sa domestikacijom životinja pre oko 6-8 hiljada godina. Među domaćim životinjama najznačajnije mesto su imali sisari od kojih se može dobiti mleko. Mleko je proizvod mlečne žlezde dobijen pravilnom i redovnom mužom zdravih, ispravno hranjenih krava, ovaca, koza ili bivolica, a da mu pri tom ništa nije dodato ili oduzeto. Mleko i mlečni proizvodi sadrže energetske, gradivne i zaštitne materije (proteine, ugljene hidrate, masti, mineralne materije, vitamine). Koristi se u konzumnom obliku, u obliku kiselog mleka, jogurta, pavlake, kefira, sira i kondenzovanog mleka. Samim tim proizvodnja mleka i mlečnih proizvoda ima izuzetno veliki značaj, ne samo u strukturi poljoprivredne proizvodnje, već i u nacionalnoj ekonomiji svake države.

Ključne reči: mleko • proizvodnja • ekonomija

UVOD

Stanje u proizvodnji mleka

Broj muznih grla je osnov za proizvodnju mleka. U svetu (podaci FAO) ima oko 240 miliona muznih krava, a prosečna mlečnost je 2.300 litara po muznom grlu, pa se proizvede oko 570 miliona tona mleka.

Srbija proizvodi oko 1,5 mlrd litara mleka godišnje, što čini 1% evropske proizvodnje. U proizvodnji mleka se ostvaruje višegodišnja stagnacija i pored toga što je ostvarena nešto veća produktivnost (mlečnost po kravi) u uslovima smanjenog broja krava muzara i steonih junica.

Broj krava i steonih junica u posttranzicionom periodu u odnosu na predtranzicioni period opao je za 354.000 grla ili za 37,7%. Pad broja grla bio je brži u periodu 2000 – 2010. god. - 233.000 grla ili prosečno godišnje za 2,85%, nego u periodu 1989/90 – 2000. godine, kada je broj grla opao za 121.000 grla ili 1,3% godišnje.

Broj proizvođača mleka koji predaju mleko mlekarama se smanjio sa 165.000 u 2000. godini na 71.000 u 2009. godini. Otkup mleka se povećao, što govori o postepenom povećanju veličine farmi.

Izvoz mleka i mlečnih proizvoda iz Srbije u EU još uvek nije moguć, pa je izvoz isključivo orijentisan na zemlje potpisnice CEFTA sporazuma. Tako je u 2009. godini ostvaren izvoz od 54.224.233 kg mleka i mlečnih proizvoda u vrednosti od 67,175.118 USD. U istom periodu uvoz mleka i mlečnih proizvoda iznosi 15,024.171 kg u vrednosti od 23,139.337 USD.

Tabela 1. BROJNO STANJE KRAVA I STEONIH JUNICA U SRBIJI U PERIODU 1989/90 – 2009. GODINA
Table 1. NUMBER OF MILK COWS IN SERBIA IN THE PERIOD 1989/90 - 2009 YEARS

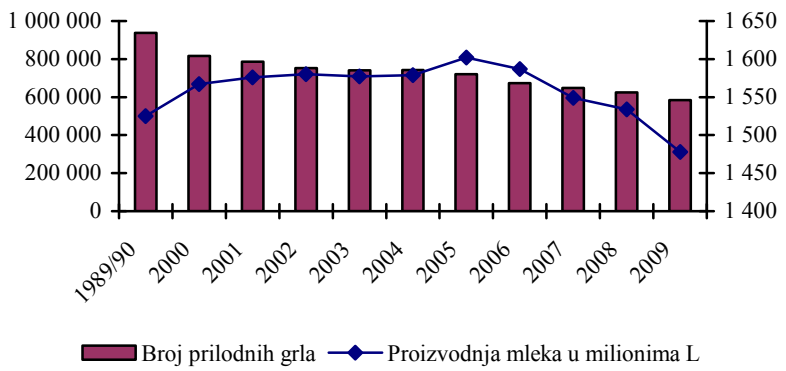
Godina	Broj priplodnih grla	Proizvodnja mleka u miliona L
1989	938.000	1.525
2000	817.000	1.567
2001	787.000	1.576
2002	752.000	1.580
2003	741.000	1.577
2004	742.000	1.579
2005	720.000	1.602
2006	674.000	1.587
2007	648.000	1.549
2008	625.000	1.534
2009	584.000	1.478

Izvor podataka: RZS

Na početku 2010. godine broj grla goveda u Srbiji iznosi oko 1,057.000 svih kategorija, od toga krava i steonih junica ima oko 600.000. Gaje se na oko 305.000 gazdinstava ili 3,45 po gazdinstvu, što veoma govori o usitnjenosti proizvodnje. Prošle godine je proizvedeno oko 1.534 miliona litara kravljeg mleka, a potrošnja mleka u Srbiji je oko 180 litara po stanovniku, što nas dovodi na dno lestvice potrošnje mleka u Evropi.

Mlečnost po kravi u Srbiji iznosi oko 2.600 litara godišnje, što je za 18% manje od svetskog proseka, a u odnosu na evropski prosek manja je čak za 50%. Mora se napomenuti da

Adresa autora:
DVM Nenad Budimović, samostalni savetnik
Privredna komora Srbije. Udruženje za poljoprivredu, prehrambenu i duvansku industriju i vodoprivredu, Resavska 15, 11000 Beograd
Tel.: 011/32-30-478
e-mail: nenad.budimovic@pks.rs



Slika 1. BROJ PRIPLODNIH GRLA I PROIZVODNJA MLEKA U MILIONA L
Figure 1. NUMBER OF MILK COWS AND MILK PRODUCTION IN MILLIONS L

na to posebno utiče niska mlečnost po grlu na porodičnim domaćinstvima, koji u ukupnoj proizvodnji mleka učestvuju sa oko 92%. Prosečna mlečnost krava na velikim farmama i farmama srednje veličine iznosi oko 5.500 litara (u SAD - 5.000 L, EU - preko 4.000 L, Izrael - preko 9.000 L).

Potrošnja mleka po stanovniku u Srbiji iznosi oko 180 litara (Danska oko 900 L, Švedska 400 L, slede Finska, Irska, Švajcarska, Holandija preko 300 L, Bugarska 283 L i dr.). U strukturi potrošnje mleka u Srbiji dominira konzumno mleko (95 L ili preko 50%), dok u visokorazvijenim zemljama dominiraju prerađevine (jogurt, sirevi, maslac) sa učešćem čak i do 80%.

MATERIJAL I METODI

U Srbiji trenutno radi 210 mlekara, iako je broj registrovnih objekata za preradu mleka daleko veći. Najveći broj predstavljaju mlekare srednje veličine, dok na velike industrijske mlekare otpada nešto više od 10% od ukupnog broja mlekara. Zanatske mlekare pokrivaju samo 4% instalisanih preradnih kapaciteta, dok srednje pokrivaju oko 6% prerađivačkih kapaciteta prerade mleka. U isto vreme velike industrijske mlekare raspolažu sa 90% preradnih kapaciteta. Iskorišćenost kapaciteta za preradu mleka u Srbiji iznosi oko 60%. Broj mlekara će se u narednom periodu sigurno smanjivati, jer najveći broj mlekara neće moći da se prilagodi standardima EU. Interesantna je i činjenica da u Srbiji ima registrovanih 270 objekata za preradu mleka u domaćinstvima čiji se proizvodi najčešće plasiraju na zelenim pijacama. Trenutno je u Srbiji velika koncentracija otkupa i prerade mleka u nekoliko kompanija i, prema nekim izvorima, izgleda ovako:

- „Imlek“ 31,2%
- Novosadska mlekara 8,2%
- Mlekara Subotica 8%
- Mlekara Šabac 5,8%
- „Somboled“ 5,4%
- „Mlekoprodukt“ Zrenjanin 3,9%
- ostale 35,7%

Cene i subvencije

Cene

Trenutna cena u otkupu mleka je u EU 0,34 €/L, u Hrvatskoj oko 0,43 €/L, dok je u Srbiji 0,23 €/L.

Subvencije

U 2010. godini je iznos premije 1,5 din/L. Uslovi za ostvarivanje prava na prijeme za mleko su se iz godine u godinu zaoštravali, tako da su korisnici premija do 2008. godine bila pravna i fizička lica, a od 2009. godine samo fizička lica - registrovana gazdinstva, da bi to pravo u 2010. godini bilo prošireno i na pravna lica koja su preko 90% u vlasništvu države.

Danas, se dakle, proizvodnja mleka subvencioniše sa samo 0,014 € (1,5 din/L), dok je to npr. u Hrvatskoj 0,14 € ili 14 din/L, odnosno više za 10 puta.

REZULTATI I DISKUSIJA

- nastavak trenda smanjenja broja krava muzara i steonih junica,
- oscilacije u ponudi konzumnog mleka,
- sporo menjanje rasnog sastava mlečnog govedarstva (mada je učinjen izvestan napredak),
- sa smanjenjem broja krava i steonih junica smanjuje se broj junadi za tov (baby beef), tako da se godišnja kvota junećeg mesa za izvoz u EU u količini od 8.700 tona neće moći skoro realizovati (sada se realizuje svega oko 900 t),
- zaoštravanje odnosa između mlekara i primarnih proizvođača mleka,
- nespremno ćemo dočekati reformisanu proizvodnu politiku EU u mlekarstvu posle 2015. godine, gde će osnova opstan-

Tabela 2. UPOREDNE OTKUPNE CENE MLEKA U REGIONU U 2009. GODINI
Table 2. PRICE OF MILK IN THE REGION IN 2009. YEAR

Zemlja	Najniža din/L	Najviša din/L	Dodatna stimulacija
Hrvatska	38,11	41,15	stimulacije po kvalitetu i količini
BiH	31,00	33,00	stimulacije po kvalitetu
Crna Gora	19,00	31,50	stimulacije po kvalitetu
Srbija	18,00	30,00	premija po količini

Tabela 3. NOVČANA IZDVAJANJA IZ AGRARNOG BUDŽETA ZA PODSTICAJ PROIZVODNJI MLEKA U SRBIJI U MIL. DINARA
Table 3. FINANCIAL RESOURCES TO BOOST PRODUCTION IN MILION RSD

		Godina					
		2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.
Tržišne mere (premije + izvozni podsticaji)		3.078	3.194	2.348	1.406	1.294	402
Iznos premije din/L	Brdsko-planisko područje	4,40	4,50	4,00	3,00	2,40	1,00+1,00 е класе
	Ravničarsko područje	4,00	3,80	3,00	2,00	1,40	-

ka biti konkurentnost, produktivnost i ekonomičnost u proizvodnji mleka.

Procesi globalizacije tržišta i centralizacije proizvodnje nisu zaobišli ni sektor mlekarstva u Srbiji, pa svetski trendovi u proizvodnji sirovog mleka treba da se primene kroz:

- koncentraciju proizvodnje u velikim, savremeno opremljenim farmama,
- smanjenje uloge malih i nezavisnih proizvođača sirovog mleka,
- povećanje efikasnosti, što se pre svega manifestuje u većoj mlečnosti krava,
- podižu se standardi kvaliteta i zdravstvene bezbednosti sirovog mleka, što je praćeno primenom dobre proizvođačke prakse i sledljivošću,
- donošenje dugoročne strategije razvoja mlečnog govedarstva,
- primenu zakonske regulative kojom se uređuje tržište mleka - proizvodnja i promet mleka i mlečnih proizvoda,
- uvažavanjem i primenom iskustava razvijenih zemalja u podsticanju proizvodnje i uređenju tržišta sirovog mleka.

ZAKLJUČAK

Analiza poslovanja mlekarske industrije Srbije ukazuje na potrebu da se veoma pažljivo i sveobuhvatno sagledaju svi relevantni faktori za povećanje potrošnje na domaćem tržištu i izvozu mleka i proizvoda od mleka. Samo tako doći će do povećanja obima proizvodnje, otkupa i prerade mleka, kao i potpunijeg korišćenja kapaciteta industrije mleka u Srbiji, pa se na taj način neće ispuniti predviđanja da će proizvodnja mleka u Srbiji opasti za 1,5% - 2% u sledećoj godini.

LITERATURA

Stručna analiza PKS - Udruženje za poljoprivredu, prehrambenu industriju i vodoprivredu, Milan Prostran - sekretar Udruženja.

Vlahović B. (2010), Tržište agroindustrijskih prozvoda.

SUMMARY

MILK PRODUCTION AND MARKET IN SERBIA

Nenad V. Budimović, Branka Gagić

Serbian chamber of commerce, Serbia

Milk and meat are the main food. Is not known when people began to use animal milk for food. It is assumed that is was 6-8 thousand years ago. Mammals had the most important place from which milk can be obtained**.** Milk is a product obtained from milk glands by proper and regular milking of healthy, properly fed cows, sheeps, goats or buffalo without anything being added or taken away. Milk and dairy products contain protein, fat, carbohydrates and vitamins that are important for growth and development of organisms. Milk is used in pasteurized milk, yogurt, sour cream, kefir etc. So, the production of milk and dairy products is of great importance in the structure of agricultural production of national economy of any state.

Key words: milk • production • economics

RADE I. POPOVIĆ
MARIJA KNEŽEVIĆ

Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, Departman za agrarnu ekonomiju i agrobiznis, Subotica, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.1:339.13

DINAMIKA TROŠKOVA PRERADE MLEKA U SRBIJI*

U radu je analizirana dinamika strukture troškova proizvodnje pet najvećih mlekara u Srbiji u periodu od 2006. do 2009. godine. Ove mlekare predstavljaju najznačajniji segment mlekarske industrije sa 60% učešća na formalnom tržištu sirovog mleka. Istraživani su osnovni faktori koji utiču na troškove proizvodnje. Utvrđeno je da su mlekare ostvarile rast produktivnosti rada, koji još uvek nije dovoljan da bi dostigle bolju konkurentsku poziciju na evropskom tržištu. Identifikovan je i trend rasta ekonomske efikasnosti tokom perioda, s tim da je najveća mlekara ostvarila i najviši nivo ekonomske efikasnosti. U strukturi troškova najveći značaj imaju troškovi materijala, zatim slede troškovi rada, troškovi energije i goriva, troškovi amortizacije a najmanje učešće su imali troškovi kapitala. Udeli troškova amortizacije imaju opšti trend rasta, dok udeli troškova rada opadaju tokom vremena. Najstabilniji nivo učešća u strukturi troškova imaju troškovi energije i goriva.

Ključne reči: mleko • mlečni proizvodi • troškovi • prerada • mlekare

UVOD

Konkurentnost sektora proizvodnje i prerade mleka na nacionalnom tržištu zavisi podjednako od svih učesnika: poljoprivrednih proizvođača, mlekara i maloprodajnih lanaca. U dosadašnjim istraživanjima nivoa konkurentnosti sektora mleka u Srbiji, fokus je uglavnom bio na konkurentnosti poljoprivrednih gazdinstava. Stoga se u ovom radu razmatraju neki od elemenata konkurentnosti mlekarske industrije. U prethodnoj deceniji mlekarska prerađivačka industrija se kontinuirano razvijala. Brži razvoj je nastupio nakon privatizacije, a do 2009. godine udeo formalnog tržišta mleka je porastao na 65%. Pod formalnim tržištem podrazumeva se onaj segment nacionalnog tržišta mleka u kojem se sirovo mleko prodaje sa poljoprivrednih gazdinstava mlekarama. Preostalih 35% od 1,5 milijardi litara mleka, koliko je proizvedeno za ljudsku upotrebu 2009. godine, nalazi se na neformalnom tržištu. To praktično znači da mlekare imaju mogućnosti da u narednom periodu povećaju formalni segment tržišta mleka. U zemljama EU se preko 98% proizvedenog mleka prerađuje u mlekarama (EC, 2006), a u SAD preko 99%. Na konkurentnost mlekara na domaćem tržištu u mnogome će uticati proces približavanja Srbije EU. Kao primer neželjenih posledica može poslužiti slučaj mlekara u Sloveniji i Mađarskoj. Zbog nemogućnosti da ponude višu cenu za sirovo mleko na domaćem tržištu, jedan broj mlekara u ovim zemljama je izgubio deo tržišta nabavke. Krupnija poljoprivredna gazdinstva su svoje mleko počela prodavati direktno mlekarama u Italiji i Slovačkoj. U Srbiji je ovakav scenario manje izgledan jer se svega 9% mleka (RZS, 2010) proizvodi na većim farmama koje su pravna lica i imaju mogućnost da ponude veću pojedinačnu količinu mleka. Porodična poljoprivredna gazdinstva, zbog nedostatka zadružne inicijative, za sada nisu u mogućnosti da objedine svoje usitnjene količine proizvedenog mleka i ponude ga izvan nacionalnog tržišta.

MATERIJAL I METODI

U analizi troškova prerade i distribucije proizvoda u praksi se najčešće koriste ekonomsko-inženjerski modeli. Ova vrsta modela predstavlja matematički prikaz proizvodnje i distribucije nekog proizvoda ili grupe proizvoda. Prednost upotrebe ovih modela ogleda se u mogućnosti alokacije troškova na pojedine faze proizvodnje, a zatim njihovog prenošenja na pojedine proizvode (Jacobs et al., 1990). Za primenu ovih modela neophodno je koristiti i interne podatke iz privrednih društava, što u privrednim uslovima u Srbiji nije uvek lako obezbediti. Zbog ograničenja u raspoloživosti podataka za analizu troškova proizvodnje mlečnih proizvoda korišćeni su javno publikovani računovodstveni podaci. Troškovi nabavke sirovog mleka su analizirani po tipovima mlečnih proizvoda, dok su podaci o troškovima: materijala, rada, amortizacije, energije, goriva i kapitala, analizirani agregatno po mlekarama.

U Srbiji, prema poslednjim kompletnim podacima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede iz 2009. godine, posluje 186 mlekara. Struktura mlekara može se grubo posmatrati u tri segmenta: velike, srednje i mini mlekare. Predmet istraživanja u ovom radu jesu troškovi prerade sirovog mleka u grupi velikih mlekara koju čini pet privrednih društava, sa godišnjim kapacitetima prerade sirovog mleka većim od 28 miliona litara.

*Rad je deo istraživanja u okviru projekta „Funkcionalni fermentisani mlečni napitak – nova tehnologija“, evidencioni broj TR-20008A, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Adresa autora:
Dr Rade Popović, docent, Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, Departman za agrarnu ekonomiju i agrobiznis, Segedinski put 9-11, Subotica 24000; 024/628 064
e-mail: popovicr@ef.uns.ac.rs;

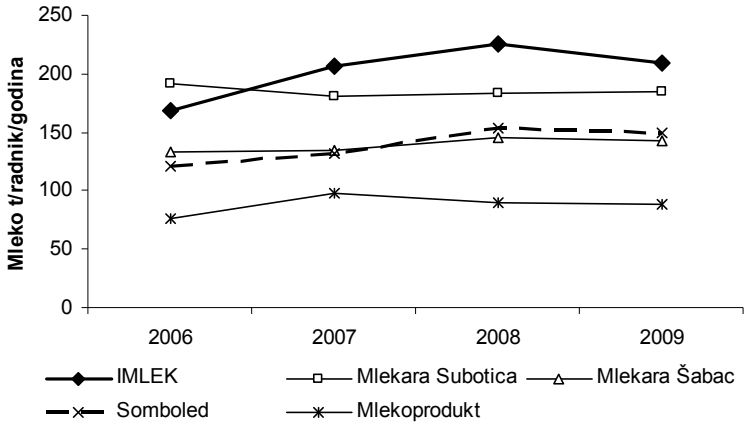
Agregatni podaci o troškovima iz bilansa uspeha mlekara, objavljeni u bazi podataka Agencije za privredne registre (APR) i na internet stranicama mlekara i revizorskih preduzeća. Podaci o ceni sirovog mleka su preuzeti iz baze podataka i redovnih mesečnih saopštenja Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije (RZS). Prerađivačke cene mlečnih proizvoda su preuzete iz cenovnika najvećih mlekara.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na visinu troškova proizvodnje utiču četiri determinante: tehnologija proizvodnje, ekonomska efikasnost, kvalitet proizvodnih faktora i njihove cene (Guba, 2000). U Srbiji je shodno strukturi mlekara prisutno više nivoa primenjene tehnologije. Sa jedne strane velike mlekare koriste savremenu automatizovanu tehnologiju, velikih kapaciteta proizvodnje, koja im omogućuje proizvodnju širokog spektra mlečnih proizvoda. Ova grupa mlekara prerađuje oko 60% količina sirovog mleka na formalnom tržištu. Sa druge strane, mnogobrojne mikro mlekare koriste često niske nivoe tehnologije prerade mleka u sir i kajmak, kiselo mleko, jogurt i pasterizovano mleko. Ovoj grupi, sa godišnjim kapacitetom manjim od 1 milion litara, pripada oko 100 mlekara koje godišnje prerade svega oko 6% mleka. Savremene tehnologije omogućuju grupi velikih mlekara proizvodnju i onih proizvoda koji nisu mogući na nižim nivoima tehnologije (UHT mleko, funkcionalni kiselomlečni napici, i dr.). Osim toga velike mlekare mogu koristiti i prednosti ekonomije obima, što znači postizanje nižih troškova proizvodnje po jedinici proizvoda.

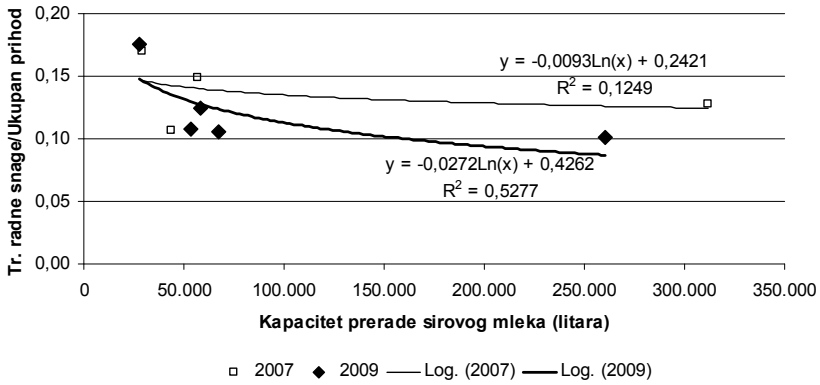
Ekonomska efikasnost podrazumeva sposobnost proizvođača da napravi izbor tehnički efikasne input-autput kombinacije kojom maksimizira svoj cilj pri datom nivou cena inputa i autputa. Prema teoriji merenja ekonomske efikasnosti koju je postavio Farel 1948. godine, ona se može dekomponovati na tehničku i alokativnu komponentu. Tehnička efikasnost podrazumeva ostvarivanje maksimalno mogućeg obima proizvodnje iz raspoloživih inputa. Alokativna efikasnost se definiše kao proizvođačeva sposobnost da odgovori na ekonomske signale i odabere optimalnu kombinaciju proizvodnih faktora po datim cenama. Rezultati merenja tehničke efikasnosti sa produktivnošću radne snage, izražene količinom prerađenog mleka po radniku godišnje, prikazani su na slici 1.

Za posmatrani period može se zaključiti da je najznačajniji segment mlekara u Srbiji imao trend rasta produktivnosti. Najviši nivo produktivnosti na nacionalnom tržištu prerade mleka je dostigao Imlek. U posmatranom periodu jedino Mlekara Subotica nije



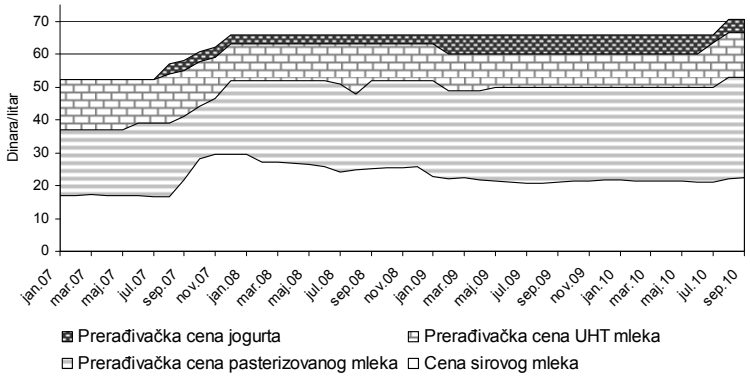
Slika 1. PRODUKTIVNOST RADNE SNAGE VELIKIH MLEKARA 2006-2009. GODINI

Figure 1. LABOR PRODUCTIVITY OF BIG DAIRIES IN PERIOD 2006-2009. YEAR



Slika 2. KOEFICIJENTI TROŠKOVNE EFIKASNOSTI TROŠKOVA RADA KOD VELIKIH MLEKARA U 2009. GODINI

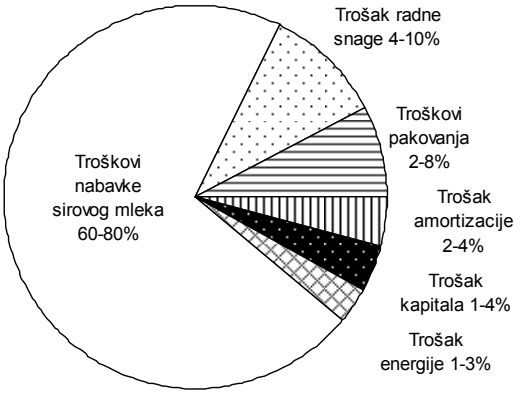
Figure 2. LABOR COST CONTROL RATIOS OF BIG DAIRIES IN 2009 YEAR



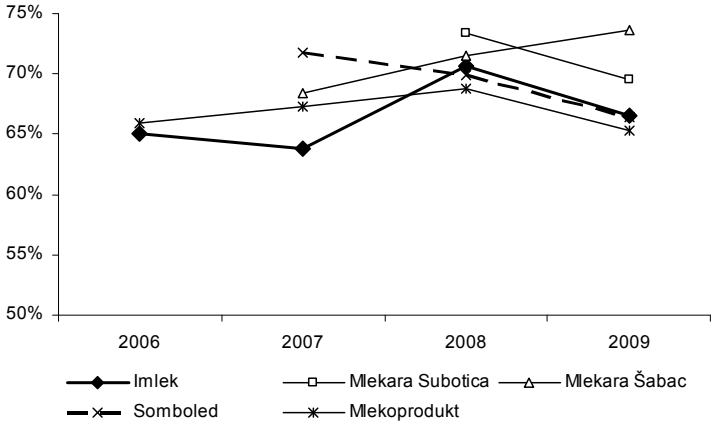
Slika 3. KRETANJE PROIZVOĐAČKIH CENA: SIROVOG, PASTERIZOVANOG, UHT MLEKA I JOGURTA U PERIODU JANUAR 2007-SEPTEMBAR 2010. GODINE

Figure 3. PRODUCER PRICE DEVELOPMENT OF: RAW, PASTEURISED, UHT MILK AND YOGHURT FROM JANUARY 2007. TO SEPTEMBER 2010. YEAR

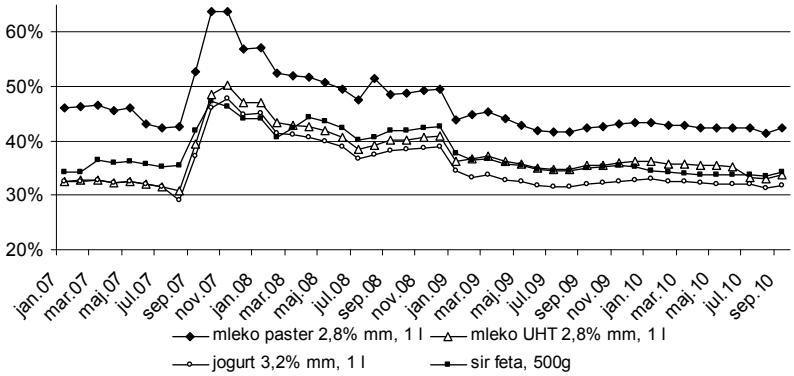
prikazala rast produktivnosti rada, već je održala stabilan iznadprosečan nivo produktivnosti. Mlekoprodukt se po proizvodnoj strukturi, koja je fokusirana na proizvodnju sireva, znatno razlikuje od preostale četiri velike mlekare, što je i razlog ostvarenog nižeg nivoa produktivnosti. Prosečni ponderisani nivo produktivnosti pet mlekara u 2009. godini iznosio je 172,5 tona po radniku. To je nešto manje od postignutih 183,7 tona po radniku u prethodnoj godini. Osnovni razlozi zbog kojih je došlo do smanjenja produktivnosti rada u 2009. u odnosu na prethodnu godinu, jesu što je u značajnijem obimu smanjen otkup mleka (8,1%) kod četiri najveće mlekare, pri čemu je ukupan broj radnika smanjen za 2,4%.



Slika 4. UDELI TROŠKOVA U PRERADI MLEKA U NEMAČKOJ U 2007. GODINI
Figure 4. SHARE OF TOTAL COSTS OF MILK PROCESSING IN GERMANY IN 2007. YEAR



Slika 5. UDEO TROŠKOVA MATERIJALA U PRERADI MLEKA
Figure 5. SHARE OF SUPPLIES COSTS IN MILK PROCESSING



Slika 6. UDELI CENA SIROVOG MLEKA U PROIZVOĐAČKIM CENAMA MLEČNIH PROIZVODA
Figure 6. RAW MILK PRICE SHARE IN PROCESSING PRICES OF DAIRY PRODUCTS

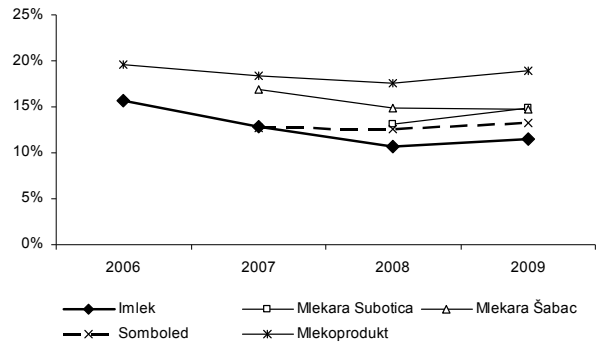
Ekonomska efikasnost prerade mleka može se meriti izrazom troškovne efikasnosti. Pod pojmom troškovna efikasnost podrazumeva se udeo troškova pojedinih inputa ili pak ukupnih troškova u ukupnom poslovnom prihodu. Pravilo kod ocenjivanja troškovne efikasnosti je da što je niži koeficijent udela troškova, veća je ekonomska (troškovna) efikasnost posmatranog privrednog subjekta. Za analizu troškovne efikasnosti velikih mlekara odabran je udeo troškova rada u ukupnom poslovnom prihodu. Rezultati prikazani na slici 2 upućuju da se u 2009. godini troškovna efikasnost posmatranih mlekara kretala u rasponu od 0,10 do 0,18. Može se zaključiti da sa rastom kapaciteta prerade postoji trend smanjenja koeficijenta troškovne efikasnosti rada. Drugim rečima, manje mlekare u grupi imaju slabiju kontrolu nad troškovima rada, pa time i nižu ekonomsku efikasnost, dok veće mlekare pokazuju višu ekonomsku efikasnost u preradi mleka. Najniži koeficijent troškovne efikasnosti rada ostvario je Imlek, što je ujedno i indikator najviše ekonomske efikasnosti u preradi mleka na nacionalnom tržištu. Na drugom mestu nalazi se Mlekara Šabac, a zatim slede Somboled, Mlekara Subotica i Mlekoprodukt. U periodu od 2007. do 2009. godine došlo je do rasta ekonomske efikasnosti, pri čemu je taj rast najviše izražen kod Mlekare Šabac i Imleka. Kada je u pitanju uticaj kvalitet proizvodnih faktora i njihovih cena na troškove proizvodnje, sigurno je da kvalitet i cena sirovog mleka imaju presudan značaj. Osnovni proizvodni faktor u proizvodnji mlečnih proizvoda je sirovo mleko. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture, donet maja 2002. godine, uveo je nove standarde kvaliteta mleka u Srbiji i približio ih standardima EU. Primena ovog pravilnika je počela od sredine 2003. godine, od kada su veće mlekare koje imaju mogućnosti da prate kvalitet mleka počele da plaćaju mleko u skladu sa novim standardima. U 2009. godini donet je novi pravilnik kojim su standardi kvaliteta pomereni još bliže ka standardima kvaliteta mleka u EU. Po ovom pravilniku postoje tri kate-

gorije kvaliteta mleka: ekstra, prva i druga klasa. Ekstra klasa kvaliteta mleka je onaj kvalitet koji je u skladu sa standardima EU. Tokom 2009. godine svega 14,4% mleka na formalnom tržištu je proizvedeno i prodato mlekarama u ekstra klasi koja zadovoljava standarde kvaliteta EU. Treba napomenuti da za sada jedino Mlekara Subotica i Imlek imaju tehničke i laboratorijske mogućnosti da redovno kontrolišu kvalitet sirovog mleka. Osim stimulacija kvaliteta mleka u cenovnicima mlekara, praksa je da se nude i količinske stimulacije, kojima se poljoprivrednici stimulišu da proizvode veće količine mleka. Primenjujući nove standarde kvaliteta mleka i količinske stimulacije, mlekare većeg kapaciteta teže da nabavljaju kvalitetnije mleko i mleko sa poljoprivrednih gazdinstava sa većim osnovnim stadima. Zbog toga plaćaju i cene mleka koje su iznad nacionalnog proseka.

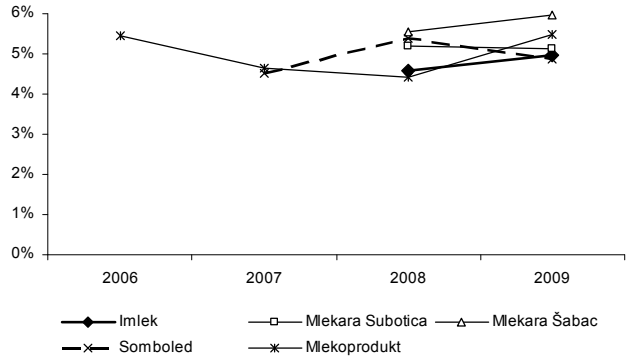
Dinamika prosečnih cena sirovog mleka u Srbiji, kao i cena najznačajnijih tečnih mlečnih proizvoda, prikazana je na slici 3. Na osnovu serija podataka moguće je uočiti nekoliko bitnih elemenata. Prvo, postoje vremenska kašnjenja rasta cena sirovog mleka u odnosu na cene mlečnih proizvoda. Drugo, tokom posmatranog perioda dolazi do povećanja razlika između cena sirovog mleka i prerađivačkih cena mlečnih proizvoda. Treće, cena jogurta je od 2008. do sredine 2010. godine bila potpuno inertna na dinamiku cena sirovog mleka.

Struktura troškova prerade mleka može se posmatrati na više načina. Kod ekonomsko-inženjerskih modela (Jacobs et al., 1990) troškovi se grupišu u: amortizacije objekata, rada, amortizacije opreme, materijala, električne energije, goriva, vode i otpadne vode, rastura materijala i operativnog kapitala. Drugu podelu troškova prerade mleka, zasnovanu na računovodstvenim podacima, prikazao je Thiele (2008) na primeru nemačke industrije mleka (slika 4). Po ovoj podeli definisane su grupe troškova: nabavke sirovog mleka, ambalaže, rada, amortizacije, kapitala i energije.

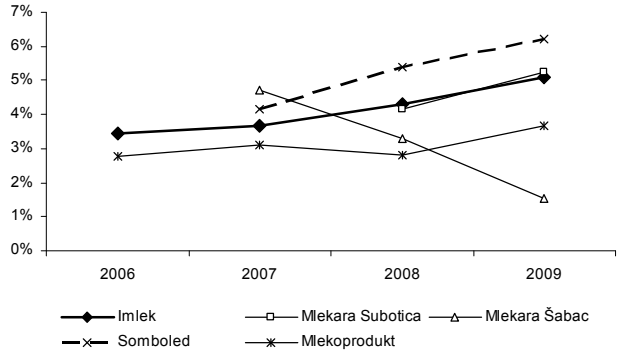
Prema strukturi troškova prerade mleka u Nemačkoj, najveći udeo ima trošak nabavke sirovog mleka, koji se kretao u rasponu od 60 do 80%. U ovaj trošak su uključeni cena sirovog mleka i svi zavisni troškovi nabavke (transport, kontrola kvaliteta i dr.). Sledeći po značaju su troškovi rada koji imaju udeo od 4 do 10%. Zatim slede troškovi pakovanja (2-8%), amortizacije 2-4% troškovi kapitala (1-4%) i energije (1-3%).



Slika 7. UDELI TROŠKOVA RADA U UKUPNIM TROŠKOVIMA MLEKARA
Figure 7. LABOR COST SHARE IN TOTAL COST OF MILK PROCESSORS

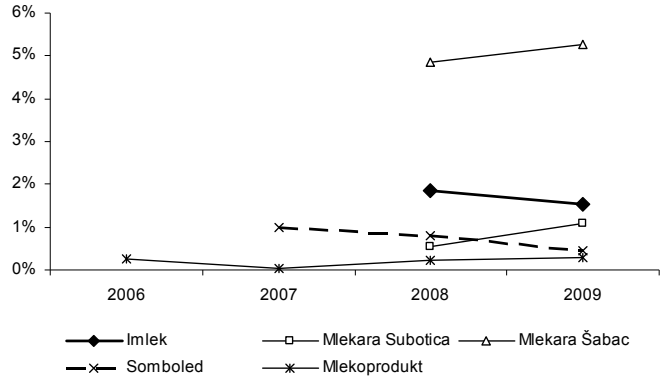


Slika 8. UDELI TROŠKOVA ENERGIJE I GORIVA U UKUPNIM TROŠKOVIMA MLEKARA
Figure 8. ENERGY AND FUEL COST SHARE IN TOTAL COST OF MILK PROCESSORS

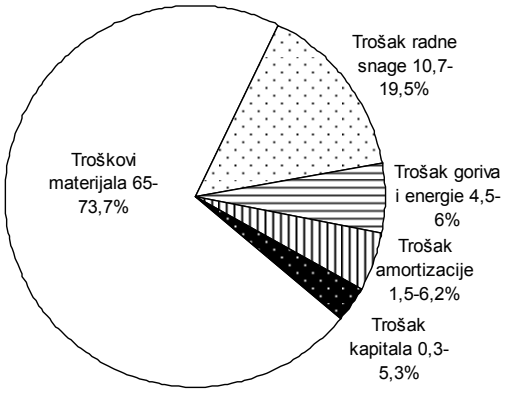


Slika 9. UDELI TROŠKOVA AMORTIZACIJE U UKUPNIM TROŠKOVIMA MLEKARA
Figure 9. DEPRECIATION COST SHARE IN TOTAL COST OF MILK PROCESSORS

Na slici 5 prikazani su podaci o udelima troškova materijala u preradi mleka u Srbiji u periodu od 2006. do 2009. godine. Dominantna komponenta u troškovima materijala u preradi mleka jeste trošak nabavke sirovog mleka. Drugi bitan elemenat jesu troškovi pakovanja. Udeo troškova materijala kod velikih mlekara kretao se u rasponu od 65 do 73,7%. Najviši prosečni udeo troškova materijala zabeležen je u 2008. godini, a uzrokovan je najvišim prosečnim godišnjim nivoom cena sirovog mleka tokom četvorogodišnjeg perioda. Troškovi ambalaže kod litarskih pakovanja tečnih mlečnih proizvoda učestvovali su u ukupnim troškovima proizvodnje sa 11 do 13%. Dva najzastupljenija tipa ambalaže za tečne mlečne proizvode to-



Slika 10. UDELI TROŠKOVA KAPITALA U UKUPNIM TROŠKOVIMA MLEKARA
Figure 10. CAPITAL COST SHARE IN TOTAL COST OF MILK PROCESSORS



Slika 11. UDELI TROŠKOVA U PRERADI MLEKA U SRBIJI 2007-2009. GODINI
Figure 11. SHARE OF TOTAL COSTS OF MILK PROCESSING IN SERBIA 2007-2010. YEAR

kom posmatranog perioda bila su višeslojna kartonska ambalaža i PET boce.

Udeli cena sirovog mleka u proizvođačkim cenama mlečnih proizvoda, prikazani na slici 6, delimično odslikavaju udele troškova sirovog mleka kod četiri mlečna proizvoda: pasterizovanom i UHT mleku, jogurtu i siru. Udeo cene sirovog mleka u ceni sira je korigovan prema proizvođačkoj specifikaciji 5 litara mleka za 1 kg sira. Prikazane proizvođačke cene su date bez obračunatog poreza na dodatu vrednost, a sadrže, osim troškova proizvodnje, i proizvođački profit. Treba imati u vidu i dodatne rabate koje mlekare odobravaju većim maloprodajnim lancima i koji se kreću na nivou do 10% od iznosa prerađivačke cene. Takođe, maloprodajnim lancima se odobrava i kreditni period od 15 do 45 dana. Poslednjih godina je zabeležen trend skraćivanja kreditnog perioda koji je u 2007. godini iznosio i preko 90 dana. Sve napred navedeno ukazuje na zaključak da su udeli troškova sirovog mleka realno viši od ovde indiciranih.

Troškovi rada su druga po značaju grupa troškova u proizvodnji mlečnih proizvoda. Njihov udeo varira u rasponu od 10,7 do 19,5% (slika 7). Postoji opšti trend smanjenja udela troškova rada u ukupnim troškovima. To je rezultat uticaja dva faktora: rasta produktivnosti rada (slika 1) i relativno stabilnih do umereno rastućih prosečnih plata zaposlenih. Umereno povećanje udela troškova rada u ukupnim troškovima u 2009. godini, takođe je posledica uticaja izvesnog smanjenja produktivnosti rada. Kod Imleka i Mlekare Subotica, dodatno su uticali i rast prosečnih plata zaposlenih. Najviši udeo troškova rada je ostvario Mlekoprodukt, dok je najmanji udeo postigao Imlek.

Troškovi goriva i energije u proizvodnji mlečnih proizvoda imaju tipičan udeo od 4,5 do 6% (slika 8). Udeo troškova goriva kod mlekara u Srbiji je nešto veći od udela kod mlekara razvijenim zemljama. Osnovni razlozi su usitnjena i geografski disperzirane proizvodnje mleka, koja se obavlja na oko 200.000 poljoprivrednih gazdinstava, sa prosečnom veličinom osnovnog stada manjom od tri grla. Na osnovu dostupnih podataka za period od 2007. do 2009. godine može se zaključiti da troškovi energije i goriva imaju trend porasta udela. Najveći udeo troškova goriva i energije je ostvarila Mlekara Šabac, što je rezultat širenja i na marginalna područja kako bi se osvojio što veći segment tržišta sirovog mleka. Mlekara Šabac je u posmatranom periodu postigla najveći rast na formalnom tržištu mleka povećavši svoj tržišni udeo sa 5,8 na 8,2% (Popović, 2009a).

Udeli troškova amortizacije, prikazani na slici 9, imaju opšti trend rasta. To je u skladu sa realizovanim velikim investicijama mlekara u renoviranje postojećih i proširenje kapaciteta proizvodnje, kao i uvođenje novih tehnologija. Izuzetak od ovog trenda predstavlja Mlekara Šabac gde udeli troškova amortizacije imaju obrnut trend. Opseg udela troškova amortizacije u 2009. godini kretao se od 1,5% (Mlekara Šabac) do 6,2% (Somboled).

Kretanje nivoa udela troškova kapitala prikazano je na slici 10. Zbog primenjenog računovodstvenog koncepta troškova, prikazani podaci ne sadrže i oportunitetne troškove angažovanja sopstvenog kapitala. Najniži nivo kreditnih zaduživanja tokom celog perioda imao je Mlekoprodukt, dok je najviši ostvarila Mlekara Šabac. Tokom 2009. godine opseg udela troškova kapitala kretao se od 0,3 do 5,3%.

ZAKLJUČAK

Prerada mleka na formalnom tržištu u Srbiji je skoncentrisana sa 60% na pet najvećih mlekara. Stoga, konkurentnost ovog segmenta mlekara je od presudnog značaja za konkurentnost nacionalne industrije mleka. Ispitujući osnovne determinante koje utiču na troškove prerade mleka došlo se do zaključaka da je produktivnost rada najvećih mlekara imala opšti trend rasta tokom perioda od 2006. do 2009. godine. Najviše nivoe produktivnosti rada ostvarivali su Imlek i Mlekara Subotica. S obzirom da ove dve mlekare pripadaju istoj kompaniji, njihov zajednički ponderisani nivo produktivnosti je iznosio 204 t mleka po radniku u 2009. godini.

Ekonomska efikasnost pet najvećih mlekara, merena koeficijentima troškovne efikasnosti rada, porasla je u periodu od 2007. do 2009. godine. Tome su najviše doprinele Mlekara Šabac i Imlek. Identifikovan je i trend rasta ekonomske efikasnosti u zavisnosti od veličine prerađivačkog kappaciteta. Veće mlekare ostvarile su i veću ekonomsku efikasnost.

Kada je u pitanju kvalitet proizvodnih faktora kao jedna od determinanti troškova mlekarske industrije, sigurno je da kvalitet sirovog mleka kao pojedinačno najveći segment troškova ima ključnu ulogu. Zahvaljujući pravilnicima o kvalitetu sirovog mleka iz 2002. i 2009. godine, standardi kvaliteta sirovog mleka su približeni standardima u EU. Tokom 2009. godine oko 14,4% mleka koje su otkupile mlekare bilo je ekstra klase, koja je identična standardima EU. Pri tome najveće količine najkvalitetnijeg mleka su otkupili Imlek i Mlekara Subotica.

Cene sirovog mleka su prateći trend svetskih cena, uz izvesna vremenska kašnjenja (Popović, et al., 2009), dostigle najviši nivo u drugoj polovini 2007. i tokom 2008. godine. Najveće mlekare primenjuju stimulacije za kvalitet i količinu sirovog mleka i teže da nabavljaju pojedinačno veće količine mleka od poljoprivrednih gazdinstava, zbog čega plaćaju cenu za sirovo mleko koja je iznad proseka na nacionalnom nivou. Rast cena sirovog mleka praćen je rastom cena mlečnih proizvoda tokom period od 2006. do 2010. godine, dok je pad cena sirovog mleka praćen sa manjim do nepromenjenim nivoom prerađivačkih cena mlečnih proizvoda. To je dovelo tokom perioda do povećanja razlike između prerađivačkih i cena sirovog mleka.

U strukturi troškova pet najvećih mlekara u Srbiji (slika 11) dominantan udeo imaju troškovi materijala, koji učestvuju sa 65 do 73,7%. Zatim sledе troškovi rada sa 10,7 do 19,5%, troškovi goriva i energije 4,5 do 6%, troškovi amortizacije 1,5 do 6,2% i troškovi kapitala sa 0,3 do 5,3%. Poredeći ovu strukturu troškova sa onom koju je dao Thiele za Nemačku, najveća razlika se uočava kod udela troškova radne snage. Imajući u vidu znatno nižu cenu radne snage u Srbiji, može se zaključiti da domaće mlekare moraju i dalje težiti ka rastu produktivnosti rada kako bi smanjile udeo troškova radne snage.

Posmatrajući dinamiku strukture troškova tokom analiziranog perioda, najstabilniji nivo udela su imali troškovi energije i goriva. Najširi opseg kretanja udela troškova imali su troškovi kapitala. Kod udela troškova amortizacije identifikovan je trend njihovog rasta kod četiri velike mlekare, što je rezultat velikih investicionih ulaganja nakon privatizacije mlekara.

LITERATURA

Agencija za privredne registre, (2010), Podaci o registraciji finansijskih izveštaja privrednih subjekata, http://pretraga.apr.gov.rs/RepsisPublicSite/Search/GeneralEnterpriseSearch.aspx

Criner G., White G., Howick S., (1995): Fluid milk processing cost analysis, Journal of Dairy science, Vol. 78, No 5, USA

Dalton T., Criner G., Halloran J., (2001): Milk processing costs in Main, Technical bulletin 181, University of Main, USA

Dalton T., Criner G., Halloran J., (2002): Fluid milk processing costs: current state and comparisons, Journal of Dairy science, Vol. 85, No 4, USA

European Commission, (2006): Milk and milk production in the European Union, Luxemburg, http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/milk/2007_en.pdf

Guba W., (2000): Competitiveness of Polish milk processing industry during the integration into Europe Union – Analysis of dynamic comparative advantages, Doctoral dissertation, University of Gottingen, Germany

Jacobs S., Criner G., (1990): Milk processing and distribution costs: The Maine model, University of Maine, USA

Nicholson C., Stephenson M., (2007): Financial performance value-added operation in New York, Vermont and Wisconsin, Selected paper for annual meeting of American agricultural economist association, Portland, USA

Popović R., (2008): "Analiza lanca snabdevanja mlekom na tržištu Srbije", Strategijski menadžment, vol. 13, broj 4, str. 63-67, ISSN 0354-8414

Popović R., (2009): Strukturne promene na tržištu mlečnih proizvoda u Srbiji, Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, Vol. 20, broj 1-2, strana 7-12, Savez hemičara i tehnologa, Beograd

Popović R., Knežević M., Tošin M. (2009.): "State and perspectives in competitiveness of one farm type in Serbia, objavljeno u ed. Cvijanović D., Tomić D., Vasiljević Z.: "The role of knowledge, innovation and human capital in multifunctional agriculture and territorial rural Development", Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd str. 297-304.

Republički zavod za statistiku (RZS) Republike Srbije, (2009): Statistički godišnjak Srbije 2009, Beograd, http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G2009/Pdf/G20092003.pdf

Republički zavod za statistiku (RZS) Republike Srbije, (2010), Saopštenje PM 12, broj 048, Beograd, http://webrzs.stat.gov.rs/axd/dokumenti/saopstenja/PM12/pm12122009.pdf

Thiele H., (2008), From dairy commodity prices to farm gate prices, 9th IFCN Conference, Dairy research center, CAU University, Kiel, Germany

SUMMARY

COST DYNAMICS OF MILK PROCESSING IN SERBIA

Rade I. Popović, Marija Knežević

University of Novi Sad, Faculty of Economy Subotica, Department of agrar economy and agrobusines, Serbia

In this article dynamics of cost structures of five the biggest dairies in Serbia during 2006-2009 period were analyzed. Investigated dairies are the most important part of milk processing industry with 60% share in formal milk market. Main cost determinants were researched. It is revealed that dairies improved their labor productivity, but that it should be further increased in order to become competitive with the EU market. Economic efficiency raised over time, while the biggest dairy reached the highest level. In the cost structure the most important group is cost of material, followed by: cost of labor, energy and fuel, depreciation and capital. Depreciation cost has positive trend, while labor cost share has common decreasing trend. The most stable share in cost structure has cost of energy and fuel.

Key words: milk • milk products • costs • processing • dairies

KATARINA TONKOVIĆ
LJERKA GREGUREK
ŽELJKA KRŠEV ŠURIĆ

Probiotik d.o.o., Zagreb, Hrvatska

UDK: 637.146.3:576.16:339.138

NOVI TRENDOVI U PROIZVODNJI SVJEŽIH MLIJEČNIH PROIZVODA

Svježe mliječne proizvode potrošači općenito doživljavaju kao zdrave. Opće prihvaćena činjenica je da su mliječni napitci idealan medij za razne funkcionalne i bioaktivne dodatke. Broj mliječnih napitaka u koje se oni dodaju naglo se povećava, posebno u Europi, SAD i Japanu. Općenito, može se reći da svjetski trendovi u proizvodnji hrane i pića, obuhvaćaju pojmove zdravlje i opća dobrobit organizma. U fokusu su proizvodi koji nude potrošačima zdrav obrok, dobar okus i, jednako bitno, pakiranje koje je prikladno za trenutno konzumiranje. Probiotički mliječni napitci su najpoznatiji proizvodi s dodanom vrijednosti, a njihova proizvodnja i danas je jedan od najbrže rastućih segmenata mliječne industrije. Kako trendovi i potrošači zahtijevaju proizvode koji doprinose zdravlju, na vrhu poželjnih proizvoda su niskomasni i niskokalorični mliječni proizvodi, a koji zauzimaju važno mjesto kod potrošača koji žele ukusan proizvod s malo masti i kolesterola. Želja za konzumiranjem takvih proizvoda koji potencijalno mogu zaštititi potrošača od pojave određenih bolesti, otvorila je vrata mliječnim proizvodima koji su obogaćeni fiziološki aktivnim tvarima, kao npr. mineralima i vitaminima, prehrambenim vlaknima, biljnim sterolima, omega-3 masnim kiselinama i dr. Brzi rast na cjelokupnom tržištu napitaka doveo je do spajanja mliječnih i voćnih napitaka pa danas sve više nailazimo na fermentirane mliječne napitke s dodatkom voćnog soka. Sve veći broj potrošača okreće se prirodnoj hrani, a istovremeno izbjegava hranu s umjetnim dodacima, pa su prirodni fermentirani proizvodi još jedan trend koji mliječna industrija može iskoristiti. Svoje mjesto na tržištu brzo zauzimaju fermentirani proizvodi sa oznakom organskog porijekla, jer potrošači blagonaklono gledaju na stroge uvjete proizvodnje i prerade koje organski proizvodi moraju ispunjavati.

Novi trendovi u proizvodnji svježih mliječnih proizvoda temelje se na stalnim željama potrošača za proizvodima koji im osiguravaju zdrav i ukusan obrok, prirodne sastojke i pakiranja koja su prikladna za konzumiranje u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu. Fermentirani mliječni proizvodi ispunjavaju ove želje na najbolji mogući način.

Ključne reči: trend • fermentirani mliječni proizvodi • funkcionalni dodaci • prikladno pakiranje

Adresa autora:
Katarina Tonkoviić, Probiotic d.o.o., Ulica grada Gospića 3, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska
e-mail: katarina.tonkovic@probiotic.hr

SUMMARY

NEW TRENDS IN PRODUCTION OF FRESH MILK PRODUCTS

Katarina Tonković, Ljerka Gregurek, Željka Kršev Šurić
Probiotik d.o.o., Zagreb, Croatia

Consumers, in general, perceive fresh milk products as healthy products. It is a well known fact that milk beverages are an ideal medium for various functional and bioactive ingredients. Sale numbers of milk drinks, to which these are added, grow rapidly especially in Europe, USA and Japan. Generally, global trends in food and drink production assemble terms health and well being. In the focus are products which offer consumers a healthy meal with good taste and, just as important, in packaging convenient for consuming at any place. By far, probiotic milk drinks are most known products with added value, and their production is one of the fastest growing segments of dairy industry. As trend, as well as consumers, wish for products which contribute to health, at the top of desired products are low-fat and low-calorie milk products, which take an important place for consumers who want delicious product with less fat and cholesterol. Desire for these products, which can potentially protect from certain diseases, has opened the door for diary products that are enriched with physiologically active compounds, like minerals, vitamins, dietary fibers, plant sterols, omega 3 fatty acids, etc. Fast growth on global beverage market has merged milk and juicy beverages, and for that reason today we find more and more fermented milk drinks with addition of fruit juices. An increasing number of consumers turn to natural food and, at the same time, avoid food with added artificial ingredients, consequently natural fermented products are trend which dairy industry can take advantage of. Fermented products with organic origin label seize their place at the market pretty fast, as consumers are benevolent on rigid production and process standards which these products have to fulfill.

New trends in production of fresh milk products take under constant consumers' requirements for products which guarantee a healthy and tasty meal, natural ingredients and packaging convenient for consumption at any time and place. Fermented milk products fulfill these wishes in the best possible way.

Key words: biodynamic • nutritional value • food quality

SNEŽANA B. BULAJIĆ
ZORA M. MIJAČEVIĆ

Univerzitet u Beogradu,
Fakultet veterinarske medicine,
Beograd, Srbija

PREGLEDNI RAD

UDK: 637.33:637.07

PROCENA MIKROBIOLOŠKOG RIZIKA KOD SIREVA PROIZVEDENIH OD SIROVOG MLEKA

Procenu mikrobiološkog rizika kod sireva proizvedenih iz sirovog mleka potrebno je sagledati kroz okvir složenog međudelovanja nekoliko intrinzičnih i ekstrinzičnih parametara koji diktiraju potencijal rasta, preživljavanja i/ili inhibicije patogenih mikroorganizama. U ovom radu predstavljamo glavne komponente procene mikrobiološkog rizika, pre svega, nalaz i zastupljenost patogenih mikroorganizama u sirevima proizvedenim od sirovog mleka, efekat pojedinih faza proizvodnje, fizikohemijske karakteristike specifične za matriks pojedinih sireva (pH, sadržaj soli, aktivnost vode), kao i zahteve rasta specifičnih uzročnika alimentarnih oboljenja.

Ključne reči: procena mikrobiološkog rizika • sirevi proizvedeni iz sirovog mleka

Adresa autora:
Doc. dr Snežana Bulajić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Srbija, tel.: +381 11 2685 653
e-mail: snezanab@vet.bg.ac.rs

UVOD

Kvalitativna procena rizika u kategoriji sireva proizvedenih iz sirovog mleka podrazumeva analizu specifičnog mikrobiološkog hazarda, epidemiološke dokaze koji potkrepljuju karakterizaciju rizika, kao i ostale relevantne podatke u cilju određivanja

a) da li utvrđeni hazard predstavlja, odnosno u kojoj verovatnoći predstavlja rizik po zdravlje ljudi
b) gde tokom procesa proizvodnje sireva hazard može biti ispoljen, kao i veličinu njegove promene.

Daleko detaljnije, procena rizika specifično:

- identifikuje mikrobiološke hazarde;
- identifikuje faktore rizika koji mogu uticati na verovatnoću kontaminacije sireva proizvedenih od sirovog mleka sa mikrobiološkim hazardom, kao i značaj istih faktora;
- ispituje uticaj procesnih parametara tokom proizvodnje na identifikovane mikrobiološke hazarde;
- uključuje probabilističke modele u određivanju sudbine (inaktivacija, preživljavanje/rast, produkcija toksina) *E. coli*, *S. aureus* i *Listeria monocytogenes* u sirevima. Takvi modeli, po svojoj prirodi, su konzervativni, kako se ne razmatraju svi potrebni „*input*“ parametri. Naime, stopa rasta mikroorganizama u matriksu sira nikako nije statična pojava, i uslovljena je brojnim fizičkim i hemijskim promenama u stalno prisutnoj dinamici. Najznačajniji parametri, pored svakako temperature, podrazumevaju dodatak starter kulture gde kao direktnu posledicu metaboličke i sintetičke aktivnosti kulture imamo povećanje koncentracije mlečne kiseline, sniženje pH vrednosti, kao i produkciju antagonističkih komponenti. Od navedenih parametara jedino je redukcija pH vrednosti uključena u modelisanje. Pored toga, takvi modeli ne uzimaju u obzir trajanje lag faze, koja dodatno minimizuje rast mikroorganizama i redukuje verovatnoću ispoljavanja hazarda, kao ni inhibitorni efekat prisutne mikroflore na osnovu mehanizma kompetitivnog isključenja (Breidt i Fleming, 1998; Gimenez i Dalgaard, 2004), ali ni varijabilnost u dinamici i kinetici rasta različitih sojeva.
- procenjuje rizik po zdravlje ljudi usled izloženosti potrošača značajnim patogenima povezanim sa sirevima proizvednim od sirovog mleka.

Codex alimentarius (Codex CAC/GL 30, 1999) je uspostavio internacionalno prepoznatljiv okvir za sprovođenje procene mikrobiološkog rizika. Procena rizika objedinjuje 4 zasebna mehanizma: identifikaciju hazarda, karakterizaciju hazarda, procenu izloženosti i karakterizaciju rizika. Kvalitativan pristup ovoj problematici podrazumeva karakteristike identifikovanih hazarda (identifikacija i karakterizacija hazarda) i procenu verovatne izloženosti ovim hazardima (procenu izloženosti), kako bi bila moguća konačna procena rizika (karakterizacija rizika). Modul karakterizacije hazarda kategorizuje svaki identifikovani hazard na osnovu verovatnoće ispoljavanja bolesti (infektivna doza) i ozbiljnosti manifestovanog bolesnog stanja (ugro-

ženost zdravlja ljudi). Modul procene izloženosti razmatra verovatnoću prisustva hazarda u proizvodu, kao i efekat procesnih parametara, specifičnih za svaki zasebni entitet sira, na sam hazard. Karakterizacija rizika kombinuje podatke karakterizacije hazarda i modula izloženosti kako bi se postigla konačna kategorizacija rizika. Pojednostavljeno rečeno, pri karakterizaciji hazarda enterohemoragičnih sojeva *E. coli* u odnosu na ekstra tvrde sireve proizvedene iz sirovog mleka, hazard se smatra visokim, kombinujući podatke o niskoj infektivnoj dozi (<10 cfu/ml) sa ozbiljnim posledicama po zdravlje usled konzumacije kontaminiranih sireva. Međutim, modul procene izloženosti, rangira verovatnoću prisustva hazarda kao nisku, usled ne tako česte kontaminacije ekstra tvrdih sireva sa dotičnim patogenom, kao i usled činjenice da tokom procesa proizvodnje dolazi do eliminacije *E. coli*. Time, u konačnoj karakterizaciji rizika, sažimanjem napred navedenih podataka, sam rizik se procenjuje kao nizak.

Proizvodnja sireva od sirovog mleka

Godišnja proizvodnja sireva od sirovog mleka na području Evropske Unije se procenjuje na približno 700.000 tona; najveći proizvođači su Francuska, Italija i Švajcarska. Radi poređenja, u 2004. godini ukupna proizvodnja sira u Evropi iznosila je 8.550.000 tona (IDF, 2005). Sirevi proizvedeni od sirovog mleka predstavljaju približno 10% od ukupne proizvodnje sireva u EU i Švajcarskoj; varijacije su prisutne među pojedinim evropskim zemljama. Npr., Francuska proizvodi približno 1.600.000 tona sireva sa zrenjem od kojih se 200.000 (15% francuske proizvodnje) proizvodi od sirovog mleka (Lortal, 2005), dok je svega 5.000 tona (1,5% od ukupne proizvodnje sireva) proizvedeno u Španiji tokom 2001. godine (Beuvier i Buchin, 2004). U Švajcarskoj, 59,5% proizvedenih sireva, uključujući Emmentaler, Gruyere, Tilsiter i Appenzeller, poreklom su od sirovog mleka (Schaellibaum, 2005).

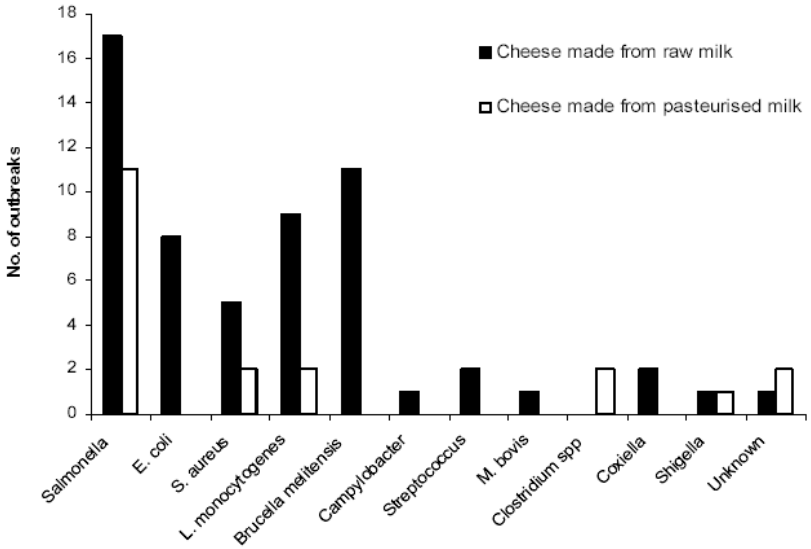
Alimentarna oboljenja povezana sa konzumacijom sireva proizvedenih od sirovog mleka

Pre uvođenja pasterizacije, proizvodi od mleka su često bili implicirani u slučajevima alimentarnih oboljenja. Još daleke 1884. godine (Zottola i Smith, 1991) dokumentovani su slučajevi alimentarnih oboljenja povezanih sa konzumacijom kontaminiranih sireva. U periodu 1973.-2006., ukupno 84 prijavljena slučaja alimentarnih oboljenja se dovode u vezu sa konzumacijom sireva. Od toga, 69% (58/84) predstavlja sireve poreklom od sirovog mleka, 23% (20/84) su sirevi proizvedeni od pasterizovanog mleka, i 7,2% (6/84) su sirevi za koje podaci o poreklo i termičkom tretmanu nisu poznati. Na slici 1 dat je prikaz alimentarnih oboljenja povezanih sa sirevima od sirovog i pasterizovanog mleka u odnosu na etiologiju uzročnika.

U najvećem broju slučajeva (29%), *Salmonella* spp. su implicirani kao uzročnici, potom sledi *Brucella melitensis* (19%), *Listeria monocytogenes* (15%), *E. coli* (14%), *S. aureus* (9%). *Campylobacter* spp., *Streptococcus* spp., *M. bovis* i *Coxiella* spp. su implicirani isključivo u slučajevima alimentarnih oboljenja povezanih sa konzumacijom sireva od sirovog mleka. Analiza alimentarnih oboljenja povezanih sa konzumacijom sireva u odnosu na regiju je predstavljena u tabeli 1.

U najvećem broju slučajeva (54,7%), oboljenja se registruju na području Evrope, potom sledi USA sa 30,9% registrovanih slučajeva. Ukoliko sagledavamo oboljenja povezana sa konzumacijom sireva poreklom od sirovog mleka, tada u Evropi bilježimo 62%, odnosno u USA 22,4% slučajeva.

U odnosu na tip sireva, meki sirevi su najvećim delom (27,6%) implicirani kao vehikulum, a s obzirom na vrstu mleka, kozji sirevi u najvećem broju slučajeva (27,6%) predstavljaju inkriminisanu namirnicu (tabela 2.).



Slika 1. ALIMENTARNA OBOLJENJA DOVEDENA U VEZU SA KONZUMACIJOM SIREVA OD SIROVOG I PASTERIZOVANOG MLEKA U ODNOSU NA ETIOLOGIJU UZROČNIKA (1973-2006)

Figure 1. RAW AND PASTEURISED MILK CHEESE OUTBREAKS BY AETIOLOGY (1973-2006)

Tabela 1. ALIMENTARNA OBOLJENJA POVEZANA SA POTROŠNJOM SIRA U ODNOSU NA REGIJU (1973-2006)

Table 1. OUTBREAKS ATTRIBUTED TO CONSUMPTION OF CHEESE BY REGION (1973-2006)

Region	Sirovo mleko	Pasterizovano mleko	Nepoznato poreklo	UKUPNO
USA	13 (11 kravlje, 2 kozja)	12	1	26
Kanada	6 (5 kravlja, 1 kozje)	2	1	9
Evropa	36 (21 kravlja, 11 kozja, 4 ovčja)	6	4	46
Ostali	3 (2 kravlja, 1 kozje)	-	-	3
UKUPNO	58	20	6	84

Tabela 2. OBOLJENJA POVEZANA SA KONZUMACIJOM SIREVA OD SIROVOG MLEKA U ODNOSU NA TIP SIRA (1973-2006)
Table 2. OUTBREAKS ATTRIBUTED TO RAW MILK CHEESE BY CHEESE-TYPE (1973-2006)

Tip sira	Broj oboljenja	Tip sira	Broj oboljenja
Cheddar/Gouda	3	Meksički	9
Sirevi sa plavim plesnima	1	Kozji	16
Meki	16	Ovčji	4
Sveži	2	Nije utvrđeno	7

Interesantno je zapaziti da mada sirevi od sirovog mleka predstavljaju svega 10% od ukupne proizvodnje sireva, čak u 70% slučajeva su implicirani u slučajevima alimentarnih oboljenja dovedenih u vezu sa potrošnjom sireva. Kao najčešći uzročnici identifikuju se *Salmonella* spp., *Brucella* spp., *L. monocytogenes* i *E. coli*, a u najvećem broju slučajeva kao vehikulum se potvrđuju tipično sirevi sa visokim sadržajem vode, kod koji ne postoji period zrenja, ili se zrenje odvija u kratkom periodu. Pri analizi i interpretaciji epidemioloških podataka treba biti obazriv kako sistemi nadzora i izveštavanja o pojavi alimentarnih oboljenja nisu jedinstveni, a pored toga, mnogi, pre svega sporadični slučajevi nisu prijavljeni. Procena alimentarnih oboljenja povezanih sa konzumacijom sireva od sirovog mleka je moguća samo na osnovu raspoloživih podataka, i na taj način predstavlja samo „snapshot“ zastupljenosti takvih oboljenja, daleko od realne situacije. Tokom perioda 2006-2008. nastavlja se lista prijavljenih slučajeva oboljenja gde su sirevi implicirani kao vehikulum. U septembru 2008., u Kanadi se registruje 14 slučajeva oboljenja i 1 smrtni slučaj usled kontaminacije sira sa *L. monocytogenes*. U Severnoj Karolini su 2007. godine registrovana tri slučajeva listerioze povezana sa konzumacijom mekih sireva. Irska agencija za bezbednost hrane u septembru 2008., savetuje povlačenje 4 meka sira uvezena iz Francuske usled prisustva *L. monocytogenes*.

Prisustvo patogenih mikroorganizama u sirevima proizvedenim od sirovog mleka

Mikrobiološka ispitivanja i podaci monitoringa pokazuju da patogeni mikroorganizmi mogu biti izolovani iz sireva poreklom od sirovog mleka, pre svega *Brucella* spp., *Campylobacter* spp., patogeni sojevi *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. i *S. aureus*. Ipak, procena rizika se uspostavlja samo kod određenih, selekcionisanih patogena uključujući *Campylobacter* spp., *S. aureus*, *L. monocytogenes*, enterohemoragični sojevi *E. coli* (EHEC) i *Salmonella* spp. Razlog ovakve selekcije jeste dosta česta kontaminacija sirovog mleka ovim mikroorganizmima, bilo putem direktne transmisije iz mlečne žlezde u slučaju mastitisa, ili pak kao posledica fekalne, odnosno kontaminacije iz okoline. Pored toga, dotični mikroorganizmi su jasno implicirani u slučajevima alimentarnih oboljenja povezanih sa konzumacijom sireva od sirovog mleka. Najznačajniji mikrobiološki hazardi identifikovani u sirevima poreklom od sirovog mleka prikazani su u tabeli 3.

prirode, i u određenim fazama može delovati bakteriostatski, baktericidno ili stimulativno na rast različitih mikroorganizama. Nakon muže i hlađenja sirovog mleka, mnogi faktori mogu delovati kao svojevrsne barijere, direktno delujući na potencijal rasta, preživljavanja, aktivnosti ili inaktivacije patogenih mikroorganizama. Takvi faktori podrazumevaju pretreman sirovog mleka u smislu mikrofiltracije ili baktofugiranja, standardizacije i homogenizacije mleka, opseg i stopu acidifikacije na osnovu aktivnosti starter kultura, koncentracija soli, redukovana aktivnost vode kao posledica soljenja i zrenja sireva, sinteza bakteriocina, ali i efekt aditiva koji se primenjuju u proizvodnji sireva. Termički tretmani kao što su termizacija i pasterizacija, u proizvodnji ove kategorije sireva se ne primenjuju.

Frekvencija kontaminacije sirovog kravljeg, ovčijeg i kozjeg mleka sa specifičnim patogenima je prikazana u tabeli 4. Predstavljeni podaci pokazuju značajnu varijabilnost zastupljenosti patogena u odnosu na poreklo mleko.

Tabela 3. IDENTIFIKOVANI MIKROBIOLOŠKI HAZARDI POVEZANI SA SIREVIMA PROIZVEDENIM OD SIROVOG MLEKA
Table 3. SUMMARY OF IDENTIFIED MICROBIOLOGICAL HAZARDS ASSOCIATED WITH RAW MILK CHEESES

Organizam	Rasejavanje direktno u mleko#	Kontaminacija sirovog mleka##	Ozbiljnost oboljenja	Implikacija u slučajevima alimentarnih oboljenja
Brucella spp.	da	da	ozbiljno	++
Campylobacter spp.	da	da	ozbiljno^	+
Enterohemoragična *E. coli*	da	da	ozbiljno	++
Listeria monocytogenes	da	da	veoma ozbiljno	++
Salmonella spp.	da	da	ozbiljno	++
*Staphylococcus aureus***	da	da	blago	++

transmisija putem vimena, u slučajevima mastitisa;
transmisija putem fecesa, okoline;
^ osetljiva populacija;
+ postoje izveštaji, ali retki;
++ česta implikacija;
** enterotoksin je termostabilan

Procesni parametri koji utiču na bezbednost sireva proizvedenih od sirovog mleka

Proces proizvodnje sireva se može sagledati kao složeno međudelovanje različitih fizičkih, biohemijskih i bioloških faktora. Starter i pomoćne kulture, kao i nepoželjni mikroorganizmi često zahtevaju slične uslove za rast, preživljavanje ili inaktivaciju (npr. sadržaj vode, koncentracija soli, pH, redoks potencijal, hranjive materije, temperatura i anaerobna/aerobna atmosfera). Sam proces je dinamičke

Početna faza proizvodnje sira se odnosi na acidifikaciju, koagulaciju, sečenje, obradu i zagrevanje gruša, izdvajanje surutke i soljenje, odnosno sve one operacije koje prethode zrenju sira. Kod velikog broja sireva, acidifikacija se ostvaruje na osnovu aktivnosti selekcionisanih sojeva bakterija mlečne kiseline. Odabir sojeva koji ulaze u sastav starter kulture se vrši na osnovu zahtevanog opsega acidifikacije, proteolitičke aktivnosti, formiranja gasa i sinteze aromogenih komponenti saglasno sa dirigovanim uslovima pH, kiselosti, koncentracije soli i

Tabela 4. FREKVENCIJA KONTAMINACIJE SIROVOG MLEKA SA SPECIFIČNIM PATOGENIMA
Table 4. SUMMARY OF PREVALENCE DATE FOR RAW MILK CONTAMINATION

Organizam	Kontaminacija sirovog mleka		
	Kravlje*	Kozje*	Ovčije*
C. jejuni	ND-40%	ND-0,04%	ND
S. aureus	9,7-100%	ND-96,2%	7-33,3%
L. monocytogenes	1-60%	ND-5,8%	46%
E. coli (EHEC)	ND-33,5%	ND-16,3%	ND-12,7%
Salmonella spp.	ND-11,8%	ND	ND

* međunarodni podaci
ND- nije određeno

Tabela 5. pH LIMITI POTREBNI ZA RAST POJEDINIH PATOGENIH MIKROORGANIZAMA (ICMSF, 1996)
Table 5. pH LIMITS REQUIRED FOR GROWTH FOR VARIOUS PATHOGENS (ICMSF, 1996)

Patogen	Minimum	Optimum	Maksimum
Campylobacter spp.	4,9	6,5-7,5	9
Salmonella spp.	3,8	7-7,5	9,5
L. monocytogenes	4,4	7,0	9,5
S. aureus	4,0	6-7	10
E. coli	4,4 2,5-3,0 (acidotolerantni sojevi)	7-7,5	9,5

Tabela 6. TEMPERATURE RASTA POJEDINIH PATOGENIH MIKROORGANIZAMA (ICMSF, 1996)
Table 6. TEMPERATURE GROWTH CONDITIONS FOR VARIOUS PATHOGENS (ICMSF, 1996)

Patogen	Minimum (°C)	Maksimum (°C)	Optimum (°C)
L. monocytogenes	-1,5	45	37
Salmonella spp.	7	46	35-43
E. coli	7	48	37
Campylobacter spp.	30	45	42-43
S. aureus	7	48	35-40
S. aureus (toksin produkujući sojevi)	10	48	40-45

temperaturnih profila, koji predstavljaju specifičnost procesa proizvodnje zasebnih entiteta sireva. Po dodavanju kulture (obično se dodaju u broju 10^6-10^7 cfu/ml), starter mikroorganizmi uspostavljaju dominaciju, i na osnovu mehanizma kompetitivnog isklju čenja, iskorištavanja dostupnih hranljivih materija, ali i inhibitornog efekta na osnovu sniženja pH vrednosti i povećanja nivoa organskih kiselina, onemogućavaju razvoj populacije patogena (Fox i sar., 2000). Time su vijabilnost i produktivnost starter kulture od posebnog značaja budući da smetnje u fermentaciji mogu dovesti do rasta i razmnožavanja patogenih mikroorganizama, ali i mikroflore kvara, ug rožavajući tako mikrobiološku stabilnost proizvoda (Cogan, 2003). Stopa (brzina) redukcije pH (vreme postizanja zahtevane pH vrednosti) je karakteristična za svaki sir i iznosi 5-6 sati za Cheddar i Cottage tip sira, odnosno 12 sati za danske i švajcarske sireve (Fox i sar., 2000). Postizavanje odgovarajuće pH vrednosti na kraju procesa fermentacije od kritičnog je značaja za redukciju rasta patogena u gotovom proizvodu. Većina mikroorganizama zahteva neutralni pH za optimalni rast, i ne rastu i/ili sasvim slabo rastu na pH vrednostima ispod 5. Kod većine tvrdih sireva, pH gruša na kraju procesa fermentacije iznosi 5,0-5,4, dok kod mekih, kiselokoagulišućih sireva (Cottage, Quarg) i pojedinih varijeteta slatkokoagulišućih sireva (Camembert i Brie) pH vrednost iznosi 4,6. U tabeli 6. date su pH vrednosti pri kojima se odvija rast pojedinih patogenih mikrorganizama. Potrebno je naglasiti da se pH limiti (minimalne i maksimalne vrednosti potrebne za rast) moraju sagledati u sadejstvu sa ostalim faktorima kao što su temperatura, aktivnost vode i koncentracija soli.

Tokom koagulacije dolazi do grušanja proteina mleka (kazein), a mlečna mast, voda i u vodi rastvorljive komponente bivaju zarobljene u mreži proteina. Koagulacija proteina mleka tokom konverzije mleka u gruš ostvaruje se ograničenom proteolizom selekcionisanih proteinaza (sirilo), acidifikacijom do ostvarene pH vrednosti 4,6 (izoelektrična tačka kazeina), ili kombinacijom acidifikacije (pH oko 5,2) i zagrevanja (90°C). Koagulacija je temperaturno zavisni proces, kako kravlje mleko ne koagulišе na temperaturama nižim od 18°C (Fox i sar., 2000). Koagulacija se obično sprovodi pri temperaturi optimalnog rasta mezofilnih starter kultura koja se kreće u opsegu 32-37°C (Broome i sar., 2003), iako je optimalna temperatura za koagulaciju mleka 40-45°C. Zagrevanje i održavanje temperature mleka na temperaturi potrebnoj za koagulaciju favorizuje rast patogenih mikroorganizama, u slučaju njihovog prisustva u mleku. Ukoliko starter kultura nije aktivna, ili su prisutne rezidue antibiotika, ili pak dolazi do kontaminacije kulture fagama, što za posledicu ima poremećaj u procesu fermentacije, ostvaruje se sredina pogodna za razvoj patogenih mikroorganizama. Minimalne, optimalne i maksimalne temperature rasta pojedinih patogenih mikroorganizama su prikazane u tabeli 6.

Sečenje i zagrevanje gruša. Sadržaj vode u siru najvećim delom je određen opsegom sinerezisa po koagulaciji. Brzina i opseg odvijanja sinerezisa uslovljeni su sastavom mleka, posebno koncentracijom kalcijuma i kazeina, pH surutke, temperaturom zagrevanja gruša, kao i intenzitetom mešanja gruš-surutka mešavine. Sinerezis značajno koncentriše mast i kazein u matriksu gruša za faktor 6-12 u zavisnosti od tipa sira (Fox i sar., 2000). Istiskivanje surutke za posledicu može imati i koncentrisanje patogena usled njihova zarobljavanja u matriksu gruša. Zagrevanje gruša usporava ili u potpunosti inhibira rast starter kulture, potpomaže kontrakciju gruša i posledično istiskivanje surutke. Temperature zagrevanja gruša variraju u odnosu na tip sira i način acidifikacije. Za meke i polutvrde sireve temperature zagrevanja se kreću u opsegu 30-38°C (Banks, 2003; Van den Berg, 2003); za tvrde sireve 38-55°C (Bachmann i sar., 2003); a kod sireva gde se koagulacija mleka odvija kombinacijom acidifikacije i temperature kao što su Cottage, Quark, Queso Blanco, Ricotta, Mascarpone, temperature zagrevanja su dosta visoke i iznose 90°C (Fox, 2004; Lucey, 2003). Ukoliko su temperature zagrevanja ispod 48°C, patogeni mikroorga-

Tabela 7. D-VREDNOSTI PATOGENIH MIKROORGANIZAMA (ICMSF, 1996)
Table 7. EFFECT OF TEMPERATURES (D- VALUES) GREATER THAN 50°C ON PATHOGENS (ICMSF, 1996)

Organizam	Efekat temperature
Patogeni sojevi *E. coli*	D_{50} = 31 min (mleko bivolice) D_{55} = 5,5 min (obrano mleko) D_{55} = 6,6 min (punomasno mleko) $D_{57,2}$ = 1,3 min (obrano mleko)
L. monocytogenes	D_{50} = 31, 67 min (rekonstituisano obrano mleko u prahu) $D_{52,2}$ = 24 min (sterilisano punomasno mleko) $D_{52,2}$ = 37 min (komercijalno sterilno, puno mleko) D_{55} = 4,5 min (rekonstituisano obrano mleko u prahu) $D_{57,8}$ = 6,25 min (sirovo obrano mleko) $D_{57,8}$ = 4,83 min (sirovo punomasno mleko)
Salmonella typhimurium	$D_{51,4}$ = 49 min (laboratorijski medijum + 10% SM mleka) $D_{54,7}$ =7,5 min (laboratorijski medijum + 10% SM mleka) $D_{55,2}$ = 4,7 min (laboratorijski medijum + 10% SM mleka) $D_{55,7}$ = 3,2 min (laboratorijski medijum + 10% SM mleka)
S. aureus	D_{50} =10 min (mleko) $D_{54,5}$ =27 min (10 rekonstituisano obrano mleko u prahu) D_{55} =3 min (mleko)

nizmi imaju mogućnost rasta sve do momenta kada postignuta kiselost gruša ne inhibira razvoj populacije patogena. Letalni efekti viših temperatura (temperature iznad 48°C) na patogene mikroorganizme date kroz vrednosti decimalne redukcije (D-vrednosti) predstavljeni su u tabeli 7.

Soljenje je zadnja operacija u procesu proizvodnje sireva. Dodata so zaustavlja rast starter kulture i promoviše sinerezis. Koncentracija soli i vreme soljenja ima velikog uticaja i na promene pH unutar matriksa sira. Koncentracija soli kod različitih tipova sira iznosi 0,7-7% (Fox i sar., 2000). Zajedno sa pH, redoks potencijalom, i aktivnošću vode deluje inhibitorno na patogene i mikroorganizme kvara. Ipak, tokom početne faze, so se ne distribuira podjednako kroz masu gruša; kod površinskog soljenja potrebno je vreme da so difundira i ravnomerno se rasporedi kroz matriks gruša. Većina mikroorganizama, sa izuzetkom *S. aureus* i *L. monocytogenes*, nema sposobnost rasta pri koncentraciji soli od 4% (% w/w). *S. aureus* može rasti i u prisustvu 6,5% NaCl, a *L. monocytogenes* raste u sredini sa 10% NaCl (Cogan, 2003). Kod mnogih varijeteta sireva, koncentracija soli postiže nivo 1,6-2,5%, što je nedovoljno da inhibira rast većine patogena prisutnih u siru.

Efekat zrenja na bezbednost sireva proizvedenih od sirovog mleka.

Tokom čuvanja sireva određeno vreme pod specifičnim uslovima temperature i vlažnosti, razvijaju se brojne biohemijske reakcije odgovorne za modifikaciju ukusa, arome i teksture. Jedinstvene karakteristike pojedinih sireva razvijene kao rezultat procesa zrenja, velikim delom su uslovljene specifičnošću proizvodnog procesa, odnosno fizičko-hemijskim sastavom (prvenstveno sadržaj vode, nivo NaCl, i pH), nivoom rezidualne aktivnosti primenjenog koagulanta, tipom starter kulture, a u mnogim slučajevima i sekundarnim kulturama, bilo dodatim sa namerom kao pomoćne kulture ili kao posledica kontaminacije, tzv. nestarterska mikroflora bakterija mlečne kiseline. Kod većine slatkokoagulišućih sireva zrenje se odvija u periodu od 3 nedelje (Mozzarella) do duže od dve godine (Parmigiano Reggiano ili ekstra zreli Cheddar sir). Zrenje podrazumeva i promenu mikroflore, lizu i smrt ćelija starter kultura, te razvoj nestarterske mikroflore. Aktivnost vode se smanjuje tokom perioda zrenja kako matriks sira gubi vodu, a dodata so vezuje slobodnu vodu čineći je time nedostupnom za mikroorganizme. Gruyere ima bržu stopu sniženja aktivnosti vode u poređenju sa Emmentaler, pre svega usled faze površinskog soljenja sira tokom zrenja. Aktivnost vode može varirati kroz unutrašnji matriks sira, pri čemu su varijacije veće kod većih sireva kao što je Emmentaler, a manje izražene kod manjih sireva (Appenzeller). Ova pojava se objašnjava temperaturnim gradijentom u siru tokom ranih stadijuma fermentacije, gubitkom vode u periodu zrenja, NaCl gradijentom, ali i mikrobnom aktivnošću (Fox i sar., 2000). Aktivnost vode tipična za pojedine sireve je data u tabeli 8.

Patogeni mikroorganizmi su osetljivi na niske vrednosti aktivnosti vode. Kako vrednost aktivnosti vode pada, produžava se trajanje lag faze rasta, generacijsko vreme se produžava i time se smanjuje stopa rasta mikroorganizama. Sirevi sa relativno visokom aktivnošću vode (meki sirevi) podržavaju rast patogenih mikroorganizama. Aktivnost vode ispod 0,92 inhibira rast patogenih mikroorganizama, sa izuzetkom *S. aureus* (tabela 9).

Temperatura pri kojoj se odvija zrenje sireva predstavlja kompromisno rešenje između dva zahteva: 1) potrebe kontrole rasta potencijalno patogenih i mikroorganizama kvara i 2) potrebe promovisanja reakcija zrenja i rasta sekundarne mikroflore. Više temperature omogućavaju brže zrenje intenziviranjem aktivnosti starter i nestarterske mikroflore, ali i rast nepoželjne mikroflore. Zrenje Cheddar sira se odvija pri temperaturi od 6-8°C, Camembert 10-15°C (Fox i sar., 2000). Tokom prve 2-3 nedelje, zrenje Emmentaler se odvija pri temperaturi od oko 12°C, a potom se temperatura povećava na 20-24°C tokom 2-4 nedelje kako bi se omogućio rast propionobakterija i fermentacija laktata do

Tabela 8. AKTIVNOST VODE RAZLIČITIH SIREVA (FOX I SAR., 2000)
Table 8. TYPICAL WATER ACTIVITY VALUES FOR VARIOUS CHEESES (FOX et al., 2000)

Varijetet sira	Aktivnost vode
Parmesan	0,917
Sbrinz	0,940
Gruyere	0,948
Gouda	0,950
Appenzeller	0,960
Tilsiter	0,962
Gorgonzola	0,970
Emmentaler	0,972
Brie	0,980
Camembert	0,982
Cottage	0,988

Tabela 9. MINIMALNA AKTIVNOST VODE POTREBNA ZA RAST PATOGENIH MIKROORGANIZAMA (ICMSF, 1996)
Table 9. MINIMUM WATER ACTIVITY FOR THE GROWTH OF VARIOUS PATHOGENS (ICMSF, 1996)

Patogen	Minimalna aktivnost vode
E. coli	0,95
Salmonella spp.	0,94
L. monocytogenes	0,92
S. aureus	0,86
Campylobacter spp.	0,99

propionata, acetata i CO_2. Generalno, temperature zrenja su suboptimalne, ali ne i inhibitorne za patogene mikroorganizme.

Ostali faktori koji deluju na rast patogenih mikroorganizama u siru.

Autohtona mikroflora, prirodni inhibitorni mehanizmi sirovog mleka, oksidoredukcioni potencijal, kao i produkcija organskih i masnih kiselina te primena aditiva takođe mohu imati inhibitorni efekat na preživljavanje i rast patogenih mikroorganizam u matriksu sira. Glavni prirodni antimikrobni sistemi mleka su laktoferin, laktoperoksidaza/tiocijanat/hidrogen peroksid sistem (LP sistem), i u manjem opsegu lizozim, specifični imunoglobulini, folat i vit B_{12} vezujući sisteme Laktoperoksidaza je indogeni enzim mleka i u prisustvu hidrogen peroksida i tiocijanat ispoljava bakteriostatski efekat na mnoge mikroorganizme (inhibicija u određenom opsegu bakterija mlečne kiseline, koliforma i različitih patogena), i baktericidni efekat na specifične Gram negativne bakterije (*Pseudomonas* spp. i *E. coli*). Jednom aktiviran, efekat LP sistema je ograničenog trajanja i uslovljen je inicijalnom kontaminacijom mleka, vrstom i sojevima mikroorganizama, ali i temperaturom čuvanja mleka. LP sistem, kao deo integrisanog mehanizma za poboljšanje kvaliteta i bezbednosti mleka, ne može se smatrati zamenom za postojeće tehnološke mere, kao što su hlađenje i termički tretman, već pre komplementarnom alternativom, pre svega u situacijama gde navedene mere nisu moguće.

Efekat kompetitivne mikroflore na preživljavanje i rast patogenih mikroorganizama je demonstriran u nekoliko studija. Wang i sar. (1997) ispituju preživljavanje i/ili rast nekoliko sojeva *E. coli* O157:H7 u sirovom i pasterizovanom mleku pri temperaturi od 5°C, 8°C, 15°C, i 22°C u periodu od 28 dana. Pri 8°C, zabilježen je rast u sirovom mleku za 2-3 log cfu/ml u poređenju sa povećanjem od 4 log cfu/ml u pasterizovanom mleku. Objašnjenje autori vide u kompeticiji ostvarene od strane autohtone mikroflore sirovog mleka, koja je pri pasterizaciji mleka eliminisana. Autori objavljuju i podatak da *E. coli* O157:H7 može rasti i pri temperaturi od 8°C sa povećanjem populacije za 1-2 log cfu/ml tokom 4 dana. *L. monocytogenes* ima dužu lag fazu i daleko sporije raste (1,9 puta) u Camembert siru proizvedenom od sirovog u poređenju sa anologom proizvedenim od pasterizovanog mleka.

Redoks potencijal predstavlja meru sposobnosti hemijskih i biohemijskih sistema da se oksidiraju (gube elektrone) ili redukuju (stiču elektrone). Tačan mehanizam na osnovu kojeg dolazi do sniženja redoks potencijala u siru nije poznat. Ipak, gotovo sasvim sigurno velikim delom se odnosi na fermentaciju laktoze do mlečne kiseline aktivnošću startera, kao i redukciji male količine kiseonika u mleku do vode. Na osnovu ovih reakcija, sir generalno predstavlja anerobnu sredinu u kojoj su fakultativno ili obligativno anaerobni mikroorganizmi sposobni da rastu.

Preživljavanje i rast patogenih mikroorganizama u siru zavisi i od intrinzič faktora kao što su inicijalan broj mikroorganizama, njihovo fiziološko stanje (faza rasta), karakteristike soja kao što su tolerancija na nizak pH, povišene koncentracije soli, redukovanu aktivnost vode, primenjeni termički tretman i rezistencija na bakteriocine sintetisane od strane bakterija mlečne kiseline.

Zakonitost jeste da kombinacija više inhibitornih faktora koji deluju kao specifične barijere, daleko pre, nego pojedinačni procesni parametri ili fizikohemijske karakteristike matriksa sira, ima veći uticaj na preživljavanje i posledični rast i aktivnost patogenih mikroorganizama. Preživljavanje i rast patogena je favorizovano u sredinama sa visokim sadržajem vode, neutralnim pH i malom koncentracijom soli, a manjim ili većim delom inhibirani u neprijateljskoj atmosferi (visoka temperatura dogrevanja gruša, kao i produženi period zrenja sa kombinovanim delovanjem niske pH vrednosti, veće koncentracije soli, redukovanog sadržaja vode).

Kvalitativna procena rizika kod pojedinih kategorija sireva proizvedenih iz sirovog mleka

Pregled mikrobioloških hazarda i rizika po zdravlje kod pojedinih kategorija (ekstra tvrdi, švajcarski tip sireva, Cheddar, Feta i Camembert) sireva proizvedenih iz sirovog mleka dat je u tabeli 10.

Za *Campylobacter* spp. je utvrđeno da predstavlja neznatan rizik kod ekstra tvrdih, ali i švajcarskih tipova sira. Ekstra tvrdi sirevi predstavljaju dobro poznatu familiju italijanskih sireva, u stilu parmezana, kao što su Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Romano, Asiago i Montasio, te švajcarski Sbrinz sir. Tipičan proces proizvodnje ovih sireva podrazumeva primenu relativno visokih temperatura dogrevanja gruša (>45°C) i dug period zrenja što rezultira u niskom sadržaju vode, generalno manje od 35%. Švajcarski sirevi se na osnovu konzistencije klasifikuju kao tvrdi ili polutvrdi sirevi. Karakterišu se propionskom fermentacijom koja vodi formiranju okaca i mehaničkih otvora, a na osnovu produkcije CO_2, odnosno nepotpune fuzije komadića gruša. Rizik prisustva *Campylobacter* spp. u Cheddar, Feta i Camembert siru nije analiziran. *Campylobacter* spp. se karakteriše veoma specifičnim zahtevima rasta: mikroaerofilna priroda, temperatura rasta 32-45°C, kao i nemogućnost preživljavanja u slabo kiselim sredinama, ili u prisustvu soli u koncentraciji većoj od 2%. Na osnovu postavljenih zahteva, matriks Cheddar, Feta i Camembert sira ne podržava rast dotičnog mikroorganizma.

Za *E. coli* je utvrđeno da predstavlja nizak rizik kod ekstra tvrdih i švajcarskih tipova sireva, ali se zato utvrđuje visok rizik usled nalaza *E. coli* u Cheddar, Feta i Camembert siru kako procesni parametri i generisano fizikohemijsko okruženje istih sireva ne dovodi do značajne redukcije broja.

Visoke temperature dogrevanja gruša i dug period zrenja gde se na osnovu uspostavljenih fizikohemijskih parametara generiše dosta nepovoljna sredina koja ne podržava rast *Salmonella* spp., obrazlažu činjenicu da se salmonele smatraju neznatnim rizikom kod iste kategorije sireva. Sudbina *Salmonella* spp. u Cheddar, Feta

i Camembert siru nije analizirana. Generalno, populacija salmonela se povećava tokom početnih faza proizvodnje, da bi u kasnijem toku tokom zrenja sireva došlo do redukcije broja.

S. aureus predstavlja neznatan do nizak rizik kod sireva proizvedenih iz sirovog mleka. Ipak, procenu je potrebno obaviti pažljivo, i voditi računa o početnom nivou kontaminacije sa *S. aureus*, kao i mogućnosti rasta i produkcije enterotoksina tokom faze fermentacije. Neadekvatno hlađenje mleka, te poremećaji u fermentaciji (nema brzog razvoja acidifikacije i uspostavljanja niske pH vrednosti od suštinskog značaja za restrikciju rasta i produkciju enterotoksina) podržavaju rast i razvijanje kritične populacije (>10^5 cfu/ml), odnosno broja potrebnog da se produkuju dovoljne količine termostabilnog enterotoksina kako bi dožlo do manifestacije bolesti.

L. monocytogenes predstavlja neznatan do nizak rizik kod sireva proizvedenih iz sirovog mleka, ali ujedno i visok rizik ukoliko se razmatra oseljiva populacija ljudi (mlade osobe, stari ljudi, imunokompromitovane individue, trudnice) i to u kategoriji švajcarskog Appenzeller, Tilsiter i Teta de Moine, Camembert i Feta sira. *L. monocytogenes* može rasti i pri niskim temperaturama i u širokom pH opsegu, pri koncentraciji soli 10-14%, a toleriše i nisku aktivnost vode. Ovakva tolerancija omogućava preživljavanje *Listeria* spp. u mnogim tipovima sira.

ZAKLJUČAK

Premda sirevi od sirovog mleka predstavljaju svega 10% od ukupne proizvodnje, čak u 70% slučajeva su implicirani u slučajevima alimentarnih oboljenja dovedenih u vezu sa konzumacijom sireva. Kao najčešći uzročnici identifikuju se *Salmonella* spp., *Brucella* spp., *L. monocytogenes* i *E. coli*, a u najvećem broju slučajeva kao vehikulum se potvrđuju tipično sirevi sa visokim sadržajem vode (meki i sveži sirevi).

Proizvodnja sireva se može sagledati sa aspekta složene interakcije nekoliko fizičkih, biohemijskih i bioloških procesa. Svaki od ovih procesa ili uslova ima uticaja na preživljavanje i/ili rast mikroorganizama u matriksu sira. Međudelovanje ovih parametara određuje potencijal preživljavanja, rasta ili smrti, a kombinovani efekat ovih faktora često je veći nego suma zasebnih faktora. Najznačajnije intrinzič faktore predstavljaju sadržaj vode, pH, kiselost, raspoloživost hranjivih materija, redoks potencijal, prisustvo antimikrobnih komponenata, ali i aktivnost kompetitivne mikroflore. Ekstrinzič faktore čine vreme i temperatura čuvanja mleka, procesni parametri, istorija proizvoda i tradicionalna upotreba. Svi ovi uslovi objedinjeno diktiraju potencijal preživljavanja, rasta i/ili supresije rasta i inaktivacije patogenih mikrorganizama. Faktore koji imaju najveći uticaj na mikrobiološku bezbednost sireva proizvedenih iz sirovog mleka čine mikrobiološki kvalitet sirovog mleka, faza acidifikacije, vreme i temperatura dogrevanja gruša, kao i temperatura i period trajanja faze zrenja sireva. Efekat koji navedeni faktori imaju na rast i preživljavanje patogenih mikroorganizama u siru varira značajno u odnosu na pojedine sireve, koje na osnovu specifičnosti vezane za njihove inheretne karakteristike i procesne parametre moramo smatrati zasebnim entitetima.

Usvajajući kvalitativni pristup procene rizika, *C. jejuni*/*coli, E. coli* (EHEC), *Salmonella* spp., *S. aureus* i *L. monocytogenes* predstavljaju neznatan do nizak rizik pri konzumiranju ekstratvrdih i švajcarskih tipova sireva. Prisustvo *L. monocytogenes* u švajcarskim sirevima Appenzeller, Tilsiter i Tete de Moine u odnosu na osetljivu populaciju ljudi se rangira kao visok rizik. Nalaz *E. coli* (EHEC) u Cheddar, Feta i Camembert siru se karakteriše kao visok rizik, kao i *L. monocytogenes* (u odnosu na osetljivu populaciju) kod Feta i Camembert sira.

LITERATURA

Bachmann, H.P., Bütikofer, U. Isolino, D. (2003) Cheese - Swiss-type cheese. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. eds. *Encyclopedia of Dairy sciences*. Elsevier Science, London, pp. 363-371.

Banks, J.M. (2003) Cheddar-type cheeses. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. eds. *Encyclopedia of dairy sciences*. Elsevier Science, London, pp. 356-363.

Beuvier, E., Buchin, S. (2004) *Raw milk cheeses in: Cheese: chemistry, physics and microbiology, vol. 1*. Elsevier, London, UK.

Breidt, F., Fleming, H.P. (1998) Modeling of the competitive growth of *Listeria monocytogenes* and *Lactococcus lactis* in vegetable broth. *Appl Envirion Microbiol*. 64(9): 3159-3165.

Broome, M.C., Powell, I.B. Limsowth, G.K.Y. (2003) Starter culures: specific properties. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. eds. *Encyclopedia of dairy sciences*. Elsevier Science, London, pp. 269-275.

CODEX (CAC/GL 30, 1999) Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Assessment http://www.codexalimentarius.net/download/standards/357CXG_030e.pdf.

Cogan, T.M. (2003) Public health aspects. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. eds. *Encyclopedia of dairy sciences*. Elsevier Science, London, pp. 314-320

Fox, P.F. (2004) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 1 General Aspects*. In: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., and Guinee, T.P. eds. 3rd , Elsevier Academic Press

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2000) *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers.

Gimenez, B., Dalgaard, P. (2004) Modelling and predicting the simultaneous growth of *Listeria monocztogenes* and spoilage microorganisms in cold-smoked salmon. *J Appl Microbiol* 96(1):96-109

ICMSF. (1996) *Microorganisms in Food 5: Microbiological Specifications of Food Pathogens*. In: International Commission on Microbiological Specifications for Foods. eds. 1 ed, Blackie Academic and Professional, London.

IDF (2005) *The World Market for Cheese 1995-2004, Sixth Edition - E-Form*. Report No. Bulletin of the IDF No 402/2005, International Dairy Federation.

Hugo, W.B. eds. Inhibition and Inactivation of Vegetative Microbes. Academic Press, London pp 219-237

Lortal, S. (2005) French raw milk cheeses: what's new? IAFP conference.

Lucey, J.A. (2003) Acid and acid/heat coagulated cheese. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. eds. *Encyclopedia of dairy science*. Elservier Science, London, pp. 350-356.

Schaellibaum, M. (2005) Hard Swiss cheeses - Approaching Safety. *In:* IAFP August 14-17, 2005, Baltimore, Maryland.

Van den Berg. (2003) Dutch-type cheeses. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. eds. *Encyclopedia of dairy sciences*. Elsevier Science, London, pp. 371-378.

Zottola, E.A. and Smith, L.B. (1991) Pathogens in cheese. *Food Microbiology* 8(3):171-182.

Wang, G., Zhao, T., Doyle, M.P. (1997) Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 in unpasteurised and pasteurised milk. *J Food Prot* 60(6):610-613.

SUMMARY

MICROBIOLOGICAL RISK ASSESSMENT OF RAW MILK CHEESES

Bulajić Snežana, Mijačević Zora

University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade, Serbia

Microbiological risk assessment of raw milk cheeses must be performed in the framework of complex interplay between several intrinsic and extrinsic parameters which dictate the potential for bacterial pathogens to grow, persist and/or decline in cheeses. In this paper, we discuss the main components of microbiological risk assessment including the incidence and prevalence of foodborne pathogens in raw milk cheeses, effect of manufacturing steps during cheesemaking, physicochemical characteristics of individual cheese matrix (pH, salt content, and water activity) and the growth requirement of specific foodborne pathogen.

Key words: microbiological risk assessment • raw milk cheeses

[1]IGOR D. JOVANOVIĆ
[2]IVAN V. ZORIĆ
[2]ALEKSANDAR V. MADIĆ
[2]RUŽICA B. GVOZDENOVIĆ
[2]BORISLAV M. GVOZDENAC

[1] KBC Bežanijska Kosa, Beograd, Srbija
[2] AD Imlek, Beograd, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.146.3:616.3

KLINIČKA STUDIJA PRIMENE PROBIOTSKOG FERMENTISANOG MLEČNOG PROIZVODA BALANS+ KOD PACIJENATA SA FUNKCIONALNIM POREMEĆAJIMA DIGESTIVNOG TRAKTA

Probiotski fermentisani mlečni proizvod Kompanije AD Imlek pod nazivom Balans+ sadrži Bifido Digestio kompleks, odnosno kombinaciju dve probiotske kulture (*Lactobacillus acidophilus* LA-5 i *Bifidobacterium* BB-12) i prebiotika oligofruktoze. Proizvod Balans+ klinički je ispitivan u KBC Bežanijska kosa, s ciljem da se utvrdi njegovo delovanje kod pacijenata sa funkcionalnim poremećajima digestivnog trakta kod kojih su isključene teže prateće bolesti. U studiji je učestvovalo 50 pacijenata muškog i ženskog pola u starosnoj dobi od 18 do 75 godina, koji su redovno konzumirali 500 mL proizvoda Balans+ dnevno i koji su praćeni šezdeset dana. Procena simptoma bila je bazirana na svakodnevnom unosu podataka u dnevnik pacijenta i na merenju telesnog sastava (Bioimpedanca). Dobijeni podaci obrađeni su statistički, deskriptivnim i analitičkim metodama. Na kraju perioda ispitivanja, zapaženo je kod 72% pacijenata normalizacija konzistencije stolice, kod 44,5%, odnosno 41,7% pacijenata smanjenje osećaja nepotpunog, odnosno otežanog pražnjenja, kod 44,4% pacijenata prestanak tegoba u smislu prisustva bola pri pražnjenju, kod 37% pacijenata izostajanje osećaja nadimanja i kod 55,56% pacijenata smanjenje bola u trbuhu nezavisno od pražnjenja. Merenjem bioimpedancom ustanovljeno je smanjenje procenta telesne masti i smanjenje depresivnosti ispitanika, pri čemu nije bilo nikakvih neželjenih dejstava.

Ključne reči: klinička studija • mlečni proizvod • probiotik • poremećaji digestivnog trakta

Adresa autora:
Dr Igor D. Jovanović, specijalista interne medicine, Šef kabineta za funkcionalno ispitivanje GIT-a, KBC Bežanijska Kosa, Bežanijska kosa bb, 11000 Beograd, tel.: 0113010750

UVOD

Probiotski fermentisani mlečni proizvod Balans+ sadrži Bifido Digestio kompleks (kombinaciju dve probiotske kulture LA-5 i BB-12) i prebiotika oligofruktoze. Do sada u našoj zemlji nije sprovođena klinička studija primene ovog proizvoda. Na osnovu studija koje su do sada sprovođene u Sjedinjenim Američkim Državama, Švedskoj, Švajcarskoj, Francuskoj i Egiptu i drugim zemljama, a koje su obuhvatale gerijatrijske i nepokretne pacijente sa konstipativnim smetnjama, pacijente na intenzivnoj antibiotskoj terapiji kod kojih su se ispoljila neželjena dejstva, zatim one sa putničkom dijarejom, pacijente sa ulceroznim kolitisom kod kojih je urađena proktokolektomija, pacijente sa povišenim vrednostima holesterola, pokazano je da pomenuti kompleks povoljno deluje na digestivni trakt, podstiče varenje i ubrzava metabolizam (Black i sar., 1989; Black i sar., 1991; Ellegaard i sar., 1992; Alm i sar, 1993; Hove i sar., 1994). Za cilj ovog rada postavljeno je da se u domaćem kliničkom centru kod pacijenata sa funkcionalnim poremećajima (funkcionalna hronična konstipacija, funkcionalna dijareja) sistema za varenje utvrde efekti delovanja probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+.

MATERIJAL I METODI

Materijal

Kao materijal je korišćen Imlekov proizvod Balans+, probiotski fermentisani mlečni proizvod koji sadrži Bifido Digestio kompleks - probiotik kulture *Lactobacillus acidophilus* LA-5 i *Bifidobacterium* BB12 (Driessen i de Boer, 1989; Laroia i sar., 1992; Hiton i sar., 1992; Lidbeck i Nord, 1991; Nord i sar., 1997) i prebiotik oligofruktozu.

Klinički metodi

Šezdesetodnevna klinička studija sprovedena je od januara do aprila meseca 2009. godine u KBC "Bežanijska kosa" sa 50 pacijenata (70% žena i 30% muškaraca) u starosnoj dobi od 18 do 75 godina. Faktor uključenja u studiju su bili funkcionalni poremećaji digestivnog trakta: poremećen ritam pražnjenja i/ili konzistencija stolice, osećaj nepotpunog pražnjenja i/ili bolno pražnjenje, nadimanje trbuha i bol u trbuhu nezavisno od pražnjenja. Isključujući faktor su bili funkcionalni poremećaji digestivnog trakta organskog porekla, što je potvrđeno endoskopskim pregledom debelog creva, kolonoskopijom i ultrazvučnim pregledom abdomena tokom skrining perioda, a u studiju nisu bile uključene ni osobe sa funkcionalnim poremećajem pražnjenja koje su lečene i od nekih drugih težih oboljenja. Pacijenti su svakog dana uzimali po 500 mL probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+, podeljenog u dve doze.

Pacijenti su nultog dana detaljno internistički, klinički pregledani, zatim im je urađena kompletna krvna slika i biohemijske analize. Radili su standardnu zdravstvenu anketu, popunjavali su Bekovu anketu depresivnosti i urađena im je bioelektrična impendanca.

Tokom trajanja studije ispitanici nisu koristili pomoćna lekovita sredstva niti medikamentoznu terapiju radi regulisanja navedenih tegoba.

Ukupno je obavljeno 14 poseta tokom kliničke studije (predstudijski pregled, 0. dan, 7. dan, 10. dan, 14. dan, 21. dan, 28. dan, 35. dan, 42. dan, 45. dan, 49. dan, 56. dan i 60. dan). Prilikom svakog susreta sa lekarom pacijenti su prijavljivali eventualne neželjene efekte ili druge tegobe.

Prvi internistički pregled je urađen desetog dana od početka studije, a poslednjeg, šezdesetog dana, pacijentima je urađen kompletan internistički, klinički pregled, kompletna krvna slika, biohemijske analize, standardna zdravstvena anketa, Bekova skala depresivnosti, EHO abdomena i bioelektrična impendanca.

Statistički metodi

Svi nalazi obrađeni su metodama deskriptivne i analitičke statistike uz računsku podršku i softverski paket SPSS 17.0. Od deskriptivnih metoda korišćeno je: izračunavanje parametara osnovnog skupa (mere centralne tendencije) i izračunavanje relativnih brojeva (%). Od analitičkih metoda korišćeno je: ocena značajnosti razlika t-testom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom studije tri pacijenta su nakon druge nedelje iz ličnih i porodičnih razloga, a koji nisu u vezi sa uzimanjem jogurta, izašli iz studije. Četrdeset sedam pacijenata (94%) je završilo studiju.

Analizom podataka koji se odnose na prvih deset dana redovnog konzumiranja 500 mL probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+, može se zaključiti da Balans+ uspešno reguliše probavu već nakon deset dana redovne upotrebe. Pozitivne promene ostaju bez oscilacija sve do završetka studije. Nakon šezdeset dana utvrđeno je poboljšanje kod 37% do 72% pacijenata (tabela 1).

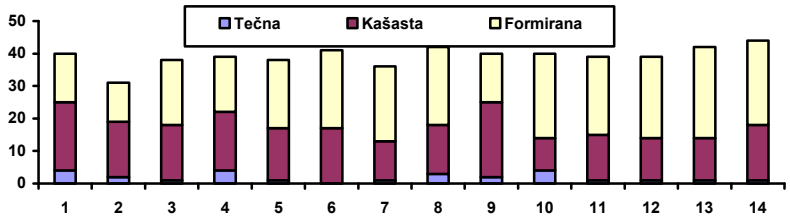
Kod 72% pacijenta zapažena je normalizacija konzistencije stolice. Ovo se odnosi na tri kategorije formiranosti stolice: formiranu, kašastu i tečnu. Prvog dana 37,5% pacijenata imalo je formiranu stolicu, 52,5% kašastu, a 10 % tečnu. Poslednjeg dana studije 79,4% pacijenata je imalo formiranu stolicu, 17,6% kašastu, a 2,9% tečnu.

Na slici 1 prikazano je variranje konzistencije stolice kod pacijenata tokom 14 poseta.

Od ukupnog broja pacijenata sa osećajem nepotpunog pražnjenja, kod 44,5% pacijenata je došlo do poboljšanja. Osećaj otežanog pražnjenja se smanjio kod 41,7% pacijenata, kod 44,4% pacijenta došlo je do prestanka tegoba u smislu prisustva bola pri pražnjenju, osećaj nadimanja je izostao kod 37% pacijenata, a bol u trbuhu nezavisan od pražnjenja se poboljšao kod 55,6% pacijenata.

Tabela 1. POBOLJŠANJA USLED KONZUMIRANJA Balans+ POSLE 60 DANA
Table 1. IMPROVEMENT ACCORDING CONSUME OF BALANS+ AFTER 60 DAYS

Funkcionalni poremećaj digestivnog trakta	% Pacijenti sa problemima		Procenat poboljšanja
	1. dan	60. dan	
Formiranost stolice	62,5	20,5	72,0
Osećaj nepotpunog pražnjenja	45,0	26,3	44,5
Osećaj otežanog pražnjenja	29,3	14,7	41,7
Prisustvo bola pri pražnjenju	22,5	10.3	44,4
Osećaj nadimanja	55,1	25,6	37,0
Bol u trbuhu nezavisan od pražnjenja	36,7	20,0	55,6



Slika 1. KONZISTENCIJA STOLICE KOD PACIJENTA TOKOM KLINIČKE STUDIJE (14 POSETA LEKARA ZA 60 DANA)
Figure 1. PATIENTS STOOL CONSISTENCY DURING CLINICAL STUDY (14 DOCTOR VISITS DURING 60 DAYS)

Poređenjem rezultata merenja bioelektričnom impedancom prvog i poslednjeg dana studije zaključeno je da postoji statistički značajna razlika u BMI (body mass index). Takođe je ustanovljeno da postoji statistički visoko značajna razlika u procentu telesne masti, koja je smanjena i statistički visoko značajna razlika u količini ukupne telesne vode koja je povećana.

Analizom psihičkog statusu ispitanika Bekovom skalom depresivnosti zaključeno je da je, u skladu sa funkcionalnim poboljšanjem digestivnog trakta, došlo do poboljšanja i na skali depresivnosti za jedan stepen. Osobe koje su na početku studije bile blago depresivne na kraju studije su bez simptoma, dok osobe koje su na početku studije bile umereno depresivne na kraju studije su bile blago depresivne.

Laboratorijske analize ukazale su da nisu registrovane promene u hematologiji, biohemijskim analizama i EKG-u. EHO pregledom nisu utvrđene promene abdomena na početku i na kraju studije. Tokom trajanja studije nije bilo značajnog gubitka u telesnoj masi. Nije bilo ni značajnih promena u fizikalnom nalazu na početku i na kraju studije niti u vitalnim znacima. Tokom studije nisu se ispoljila nikakva neželjena dejstva.

Pozitivnim dejstvom fermentisanih mlečnih proizvoda sa probiotskim kulturama kao što su *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* i druge, došao je veći broj autora. Salminen i sar. (1996) su istakli značaj probiotskih bakterijskih sojeva i njihovu ulogu u funkcionalnoj hrani. Obradovic i sar. (1996) opisali su pozitivne efekte fermentisanog mlečnog proizvoda Jogurt+ u ishrani. Lewis i sar. (1998) ukazali su na pozitivnu ulogu bioterapeutskih agenasa u prevenciji i tretmanu poremećaja digestivnog trakta. Salminen i sar. dokazali su sigurnost i odsustvo neželjenih dejstava pri korišćenju probiotika. Laake i sar. (1999) koristili su fermentisano mleko u kliničkim studijama i utvrdili njegov uticaj na broj fekalnih bakterija i biohemijske karakteristike kod pacijenata sa stomačnim poremećajima.

ZAKLJUČAK

Sprovedena studija na 50 ispitanika sa funkcionalnim poremećajima digestivnog trakta dokazala je da redovno konzumiranje 500 mL probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+ uspešno reguliše pro-

bavu već nakon deset dana redovne upotrebe, dostiže plato efekta petnaestog dana od početka uzimanja i zadržava dejstvo sve vreme korišćenja probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+, tj. do šezdesetog dana koliko je trajalo praćenje pacijenata. Korišćenjem probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+ dolazi do normalizacije broja i konzistencije stolica, gubitka osećaja nepotpunog pražnjenja, smanjivanja naprezanja prilikom pražnjenja, smanjivanja bolnosti pri pražnjenju, smanjivanja nadimanja i smanjivanja bola u trbuhu nezavisno od pražnjenja. Pozitivan efekat probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+ na navedene tegobe dovodi i do smanjenja depresivnosti ispitanika. Pozitivno dejstvo probiotskog fermentisanog mlečnog proizvoda Balans+ dovodi i do značajne promene telesnog sastava ispitanika, tj. smanjenja procenta telesne masti i povećanja ukupne telesne vode.

LITERATURA

Alm, L., Ryd-Kjellen E., Setterberg, G., Blomquist, L: Effect of a new fermented milk product CULTURA on constipation in geriatric patients. 1993. 1st Lactic Acid Bacteria Computer Conference Proceedings. Horizon Scientific Press, Norfolk, England.

Black, F.T., Anderson, P.L., Orskov J., Orskov, F., Gaarslev, K., Laulund, S: Prophylactic efficacy of lactobacilli on traveler's diarrhea. 1989. Travel Medicine, 333-335.

Black, F.T., Einarsson, K., Lidbeck, A., Orrhage, K., Nord, C.E.: Effect of lactic acid producing bacteria on the human intestinal microflora during ampicillin treatment. 1991. Scand. J. Infect. Dis., 23: 247-254.

Driessen, F.M., de Boer, R.: Fermented milks with selected intestinal bacteria: a healthy trend in new products. 1989. Netherlands Milk Dairy Journal, 43: 367-382.

Ellegaard, J., Peterslund, N.A., Black, F.T.: Infection prophlaxis in neutropenic patients by oral administration of Lactobacilli. 1992. Presented at The Seventh International Symposium on Infections in the Immunocompromised host, June 21-24, 1992, Boulder, CO.

Hove, H., Nordgaard-Andersen, I., Mortensen, P.B.: Effect of lactic acid bacteria on the intestinal production of lactate and short-chain fatty acids, and the absorption of lactose. 1994. Am. J. Clin. Nutr., 59:74-79.

Hiton, E., Isenburg, H.D., Alpenstein, P., France, K., Borenstein, M.: Ingestion of yogurt containing Lactobacillus acidophilus as prophylaxis for candidal vagintis. 1992. Annals of Internal Medicine, 116:353-357.

Laake, K.O., Bjorneklett, A., Bakka, A., Midtvedt, T., Norin, K.E., Eide, T.J., Jacobsen, M.B., Lingaas, E., Axelsen, A.K., Lotveit, T., Vatn, M.H.: Influence of fermented milk on clinical state, fecal bacterial counts and biochemical characteristics in patients with ileal- pouch- anal-anastomosis. 1999. Microbial Ecology in Health and Disease, 11: 211-217.

Laroia, S., Martin, J.H.: Bifidobacteria as possible dietary adjuncts in cultured dairy products - a review. 1990. Cultured Dairy Products Journal, November: 18-22.

Lewis, S.J., Freedman, A.R.: Review article: The use of biotherapeutic agents in the prevention and treatment of gastrointestinal disease. 1998. Aliment Pharmacol Ther, 12: 807-822.

Lidbeck, A., Nord, C.E.: Lactobacilli in relation to human ecology and antimicrobial therapy. 1991. Int. J. Tiss. Reac., XIII (2): 115-122.

Nord, C.E., Lidbeck, A., Orrhange, K., Sjostedt, S.: Oral supplementation with lactic acid bacteria during intake of clindamycin. 1997. Clinical Microbiology and Infection, 3 (1): 124-132.

Obradovic, D., Curic, M., Ivanovic, M., Trbojevic, B., Djordjevic, M. 1996.: Probiotic function of the fermented milk Jogurt Plus. FEMS Conference (Fifthe Symposium on Lactic Acid Bacteria), Holland, Sept. 8-12.

Saavedra, J.M., Bauman, N.A., Oung, I., Perman, J.A., Yolken, R.H.: Feeding of Bifidobacterium bifidum and Streptococcus thermophilus to infants in hospital for prevention of diarrhea and shedding of rotavirus. 1994. The Lancet, 344: 1046-1049.

Salminen, S., Laine, M., von Wright, A., Vuopio-Varkila, J., Korhonen, T., Mattila-Sandholm, T.: Development of selection criteria for probiotic strains to assess their potential in functional foods: A Nordic and European approach. 1996. Bioscience Microflora, 15 (2): 61-67.

Salminen, S., von Wright, A., Morelli, L., Marteau, P., Brassart, D., de Vos, W., Fonden, R., Saxelin, M., Collins, K., Mogensen, G., Birkeland, S., Mattila-Sandholm, T.: Demonstration of safety of probiotics - a review. 1998. International Journal of Food Microbiology, 44: 93-106.

SUMMARY

CLINICAL STUDY OF PROBIOTIC FERMENTED MILK PRODUCT BALANS+ APPLICATION IN PATIENTS WITH GASTROINTESTINAL FUNCTIONAL DISORDERS

[1]Igor D. Jovanović, [2]Ivan V. Zorić, [2]Aleksandar V. Madić, [2]Ružica B. Gvozdenović, [2]Borislav M. Gvozdenac

[1] Clinical Hospital Centre „Bezanijska kosa“, Belgrade, Serbia
[2] Company „Imlek“, Belgrade, Serbia

Probiotic fermented milk product of ”Imlek” company named “Balans plus” contains Bifidodigest complex: combination of two probiotic cultures (*Lactobacillus acidophillus* LA-5 and *Bifidobacterium* BB-12) and oligofructose which is so-called prebiotic.

Product “Balans plus” is clinically tested at Clinical Hospital Centre “Bezanijska kosa” with the aim to establish its role in patients with gastrointestinal functional disorders (serious health conditions were previously excluded).

Study included 50 male and female patients, aged from 18 to 75 years, who regularly consumed 500 ml/day of “Balans plus” during 60 days period.

Symptom estimation was based on a daily collected data in a form of a patient's diary and on a body composition analysis (Bioimpedance).

Data received in this way were processed by descriptive and analytic statistical methods.

By the end of the study we noticed normalization of stool consistency in 72% of patients, and 44,5% and 41,7% of patients had decrease of both incomplete defecation and constipation, respectively.

We noticed complete relief of defecation pain, bloating and defecation non-related abdominal pain in 44,4%, 37% and 55,56%, respectively.

Bioimpedance showed decrease of body fat which led to a decrease on a depression scale, with no negative side effects whatsoever.

Key words: clinical study • milk product • probiotic • gastrointestinal functional disorders

[1]JELENA B. MIOČINOVIĆ
[2]THIEN TRUNG LE
[2]EVELINE FREDRICK
[2]KOEN DEWETTNICK
[1]PREDRAG D. PUĐA

[1] Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohehemiju, Srbija
[2] Gent University, Faculty of Bioscience Engineering, Department of Food Safety and Food Quality, Laboratory of Food Technology and Engineering, Belgium

PREGLEDNI RAD

UDK: 637.047:663.12

METODE IZOLACIJE I TEHNOLOŠKI ASPEKTI MEMBRANA MASNIH GLOBULA

Membrane masnih globula (MMG) odlikuju se jedinstvenim sastavom i svojstvima. MMG sadrže značajnu količinu polarnih lipida, posebno fosfolipida i sfingolipida, kao i specifične proteine, koji poseduju izražena nutritivna svojstva i smatraju se bioaktivnim komponentama. Takođe, specifična svojstva lipida i proteina doprinose dobrim emulzifikujućim i stabilišućim svojstvima MMG.

Ovaj revijalni rad daje prikaz osnove sastava i strukture MMG, potencijalne tehnike njihove izolacije kako na laboratorijskom tako i na i industrijskom nivou. Sagledavanjem nutritivnih i tehnoloških svojstava MMG dat je osvrt na mogućnost njihove primene u proizvodnji mleka i mlečnih proizvoda.

Ključne reči: membrane masnih globula • fosfolipidi. • proteini • mikrofiltracija. • ultrafiltracija

Adresa autora:
Dr Jelena B. Miočinović, Poljoprivredni fakultet
Nemanjina 6, 11080 Zemun – Beograd, Srbija
tel: +381 11 2615-315 / lok 117
e-mail: jmiocin@agrif.bg.ac.rs

UVOD

Masne globule u mleku sastoje se od jezgra sačinjenog od triglicerida koje je obavijeno sa tankom membranom – membranom masnih globula (MMG), debljine 10 – 20nm. U mleku membrane masnih globula imaju protektivnu ulogu i štite masne globule od koalescencije i enzimske razgradnje. MMG se odlikuju složenom strukturom i sastavom koji pretežno čine polarni lipidi i specifični membranski proteini. Sfingolipidi čine više od trećine lipidne frakcije MMG. Komponente koje ulaze u sastav MMG, posebno sfingolipidi i specifični proteini, smatraju se bioaktivnim komponentama koje se odlikuju izraženim nutritivnim i funkcionalnim svojstvima što je tema brojnih istraživanja poslednjih nekoliko godina. Takođe, pojedine frakcije MMG, usled njihovog specifičnog porekla, odlikuju se veoma dobrim tehnološkim, posebno emulzifikujućim i stabilišućim, svojstvima (Spitsberg, 2005; Dewettnick i sar., 2008), što pruža brojne mogućnosti u proizvodnji brojnih prehrambenih proizvoda.

U ovom radu dat je revijalni prikaz sastava i strukture MMG, različite tehnike njihove izolacije, kao i poseban osvrt na tehnološku značajnost i potencijale primene ovih visoko vrednih bioaktivnih komponenata mleka i proizvoda od mleka.

SASTAV I STRUKTURA MMG

MMG predstavljaju složeni materijal sastavljen od specifičnih membranskih proteina, uglavnom glikoproteina, i lipidne frakcije koju pretežno čine fosfo i sfingolipidi. Različiti literaturni izvori pokazuju da se sastav MMG značajno razlikuje što je posledica razlika u tehnikama njihove izolacije i prečišćavanja, kao i metodama analiziranja. Prosečan sastav MMG je prikazan u tabeli 1.

Lipidi MMG

Najveći deo lipida MMG su polarni lipidi sa malim učešćem neutralnih lipida kao što su trigliceridi, digliceridi, monogliceridi, holesterol i njegovi estri. Polarni lipidi MMG su glicerofosfolipidi i sfingolipidi koji se sastoje od hidrofobnog dela - "repa" i hidrofilne "glave". MMG sadrže nekoliko vrsta polarnih lipida koji obuhvataju sledeće: fosfatidilholin (PC) - 35%; fosfatidiletanolamin (PE) - 30%; sfingomijelin (SM) - 25%; fosfatidilinozitol (PI) - 5%; fosfatidilserin (PS) - 3%. Glikozilkeramid (GluCer), laktozilkeramid (LacCer) i gangliozidi (Gang) su prisutni u veoma malim količinama (Danthine i sar., 2000; Deeth, 1997).

Glicerofosfolipidi sadrže glicerol sa dve esterifikovane masne kiseline, dok su na trećoj hidroksilnoj grupi najčešće vezane fosfatne rezidue sa različitim organskim grupama kao npr. holin, serin, etanolamin i dr.

Karakteristična jedinica strukture sfingolipida je sfingoidna baza – sfingozin, amin dugog lanca, koji sadrži dve ili tri hidroksilne grupe. Keramidi se sastoje od sfingozina i masnih kiselina. Sfingolipidi nastaju ukoliko se na keramidnu jedinicu veže neka od organofosfatnih grupa kao npr. fosfoholin pri čemu nastaje sfingomijelin (SM) ili saharid koji formira sfingoglikolipid kao npr. glikozilkeramid (Fong i sar., 2007; Vesper i sar., 1999).

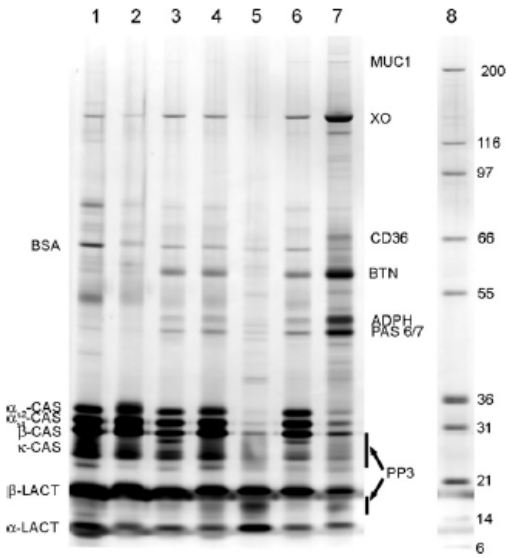
Proteini MMG

MMG sadrže 25 - 70% specifičnih proteina koji čine 1 - 2 % ukupnih pro-

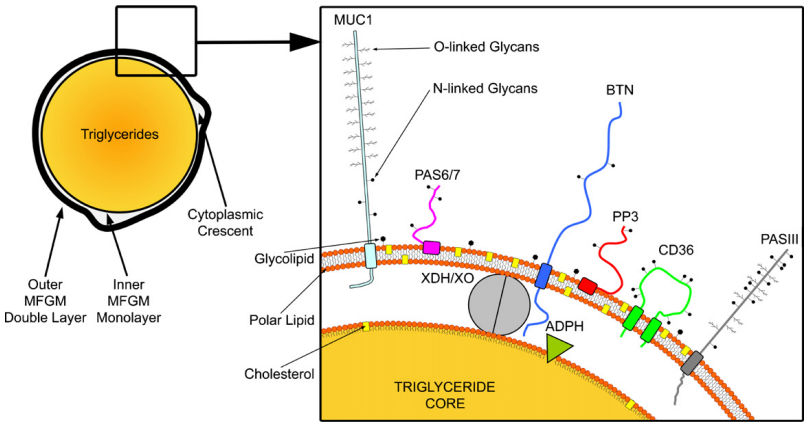
Tabela 1. PROSEČAN SASTAV MEMBRANA MASNIH GLOBULA (MMG) (Walstra i sar., 2006)
Table 1. AVERAGE COMPOSITION OF MILK FAT GLOBULE MEMBRANE (MFGM)

Komponenta	mg/100g masnih globula	g/100g SM MMG
Proteini	1800	70
Fosfolipidi	650	25
Cerebrozidi	80	3
Holesterol	40	2
Monogliceridi	*	*
Karotenoidi + Vit. A	0,04	0,0
Fe	0,3	0,0
Cu	0,01	0,0
Ukupno	> 2570	100

* prisutni, ali sadržaj nije poznat



Slika 1. SDS–PAGE RAZLIČITIH MLEČNIH PROIZVODA (Rombaut, 2006)
Figure 1. SDS–PAGE OF VARIOUS DAIRY PRODUCT
Nazivi proteina MMG su prikazani na desnoj strani dok su ostali prikazani na levoj strani. (1) sirovo mleko; (2) obrano mleko; (3) kisela mlaćenica; (4) serum maslaca, vodena frakcija dobijena bućkanjem pavlake; (5) surutka kisele mlaćenice; (6) kvark od mlaćenice; (7) MMG izolati; (8) standard molekulskih masa



Slika 2. STRUKTURA MEMBRANA MASNIH GLOBULA
Figure 2. STRUCTURE OF MILK FAT GLOBULE MEMBRANE

teina mleka i u ostalim fazama mleka su prisutni u veoma malim količinama (Danthine i sar., 2000; Deeth, 1997; Fong i sar., 2007; Walstra i sar., 2006). Proteini MMG su različito vezani za membrane i s tim u vezi neki od njih čine integralni deo, dok su pojedini locirani periferno ili čak veoma slabo vezani za membrane. Sastav i vrste proteina MMG u velikoj meri zavise od tehnika njihove izolacije kao i metoda analiziranja. Primenom SDS PAGE ustanovljeno je da se proteini MMG razdvajaju u 7-8 osnovnih bendova, kao i nekoliko minornih komponenata koji još uvek nisu u potpunosti identifikovani (slika 1). Generalno, struktura i aminokiselinski sastav svih membranskih proteina još uvek nisu u celosti definisani. Do danas, izolovane i identifikovane vrste proteina MMG su sledeće: mucin 1 (MUC1) (Pallesen i sar., 2001), ksantin dehidrogenaza / oksidaza (XDH/XO), CD36 (Berglund i sar., 1996), PAS 6/7 (Bash i sar., 1976; Hvarregaard i sar., 1996; Kim i sar., 1992), adidofilin (ADPH) i butirofilin (BTN) (Nielsen i sar., 1999). Takođe, pojedini autori navode da proteozo peptonske frakcije, kao npr. proteozo pepton 3 (PP3) potiču upravo iz MMG (Campagna i sar., 2001; Girardet i sar., 1995; Sorensen i Petersen, 1993, Sorensen i sar., 1997).

Pored navedenih proteina, preparati MMG iz kravljeg mleka sadrže i enzime, imunoglobuline, proteine iz citoplazme i sekretornih epitelnih ćelija, leukocita. Veliki deo ovih proteina su veoma slabo vezani za MMG, ali svakako imaju značajnu biološku funkciju.

STRUKTURA MMG

Membrane koje obavijaju jezgro masnih globula sačinjene su iz dva sloja i to: (i) unutrašnji monosloj sačinjen od polarnih lipida i proteina i (ii) dvoslojna membrana takođe sačinjena od polarnih lipida i proteina (slika 2). Između ova dva sloja nalazi se proteinski materijal koji je lociran na unutrašnjoj strani dvoslojne membrane. Takođe, citoplazmatični materijal se može nalaziti između unutrašnjeg i spoljašnjeg sloja (Danthine i sar., 2000; Evers, 2004; Michalski i sar., 2002).

Osnovni nosioci strukture MMG su fosfolipidi dvoslojnog dela membrana, na koji su slabo vezani periferni membranski proteini. Transmembranski proteini se šire kroz lipidnu dvoslojnu membranu, dok su glikolipidi i gliko-

proteini usmereni ka spoljašnjosti. Holesterol je prisutan i u unutrašnjem i spoljašnjem sloju membrana.

Proteini u membranama masnih globula su raspoređeni asimetrično. Adipofilin (ADPH), koji ima izražen afinitet prema trigliceridima, lociran je u unutrašnjem mono sloju polarnih lipida. XDH/XO nalazi se na unutrašnjoj strani monosloja, i usko je povezan sa BTN, koji predstavlja transmembranski protein spoljašnjeg sloja, kao i sa ADPH. BTN, zajedno sa ADPH i XOR/XO, igra značajnu ulogu u stabilizaciji MMG. Ostali proteini, kao što su PAS 6/7, locirani su na spoljašnjem delu membrane. Pojedini proteini MMG, kao što je npr. MUC1, su veoma glikolizovani (Mather, 2000)

Lipidi, kao i proteini, takođe su u strukturi MMG raspoređeni asimetrično. Fosfolipidi koji sadrže holin, kao što je fosfatidilholin, i sfingomijelin, glikolipidi, cerebrozidi i Gang su locirani pretežno na spoljašnjosti membrana, dok su PE, PS i PI uglavnom koncentrisani na unutrašnjoj površini membrana (Deeth, 1997).

Na strukturu, kao i sastav MMG, utiče veliki broj faktora kao što su: starost životinje, bakteriološki kvalitet mleka, stadijum laktacije, godišnje doba, a posebno procesni parametri. Skladištenje mleka na niskim temperaturama može dovesti do migriranja PL i proteina prema serum fazi mleka, pumpanje i inkorporacija vazduha indukuje oštećenja MMG, strogi termički tretman mleka uzrokuje denaturaciju proteina (Ye i sar., 2002), dok homogenizacija mleka dovodi do formiranja "novih" membrana u čiji sastav ulaze kazein i serum proteini (Evers, 2004).

SADRŽAJ MMG U PROIZVODIMA OD MLEKA

Sadržaj materijala MMG u mleku i proizvodima od mleka je generalno veoma teško definisati. Usled toga, s obzirom da polarni lipidi u mleku i proizvodima od mleka najvećim delom potiču od MMG (60–70%), sadržaj ovih lipidnih frakcija može se uzeti i kao parametar sadržaja MMG materijala. Sadržaj polarnih lipida u različitim proizvodima od mleka, prikazan je u tabeli 2.

U toku brojnih procesa u preradi mleka, biološke membrane se razaraju i kao takve se oslobađaju od masnih globula. MMG materijal, zajedno sa polarnim lipidima, kao osnovnim nosiocima njihovog sastava se, tokom procesa prerade mleka, pretežno distribuiraju u vodenu fazu posebno u toku proizvodnje maslaca. Kao što se iz podataka prikazanih u tabeli 2. uočava, proizvodi kao što su mlaćenica i serum maslaca odlikuju se veoma velikim sadržajem polarnih lipida. Usled toga, ovi proizvodi predstavljaju veoma podesan materijal za izolaciju MMG materijala, što je detaljnije razmatrano u narednom poglavlju.

Tabela 2. SADRŽAJ POLARNIH LIPIDA U RAZLIČITIM MLEČNIM PROIZVODIMA
Table 2. POLAR LIPIDS CONTENT OF VARIOUS DAIRY PRODUCTS (Rombaut i Dewettnick, 2006, Rombaut i sar., 2007)

Proizvod	g/100g proizvoda	g/100g SM proizvoda
Sirovo mleko	0,03–0,04	0,23–0,32
Obrano mleko	0,02	0,28
Pavlaka	0,19	0,40
Pasterizovana pavlaka	0,14	0,31
Maslac	0,14–0,23	0,17–0,26
Mlaćenica	0,16	2,03
Serum maslaca	1,25	11,54
Kvark od kisele mlaćenice	0,31	1,86
Surutka[1]	0,10	1,84
Čedar sir	0,15	0,25
Surutka[2]	0,02	0,26

[1] – Surutka iz proizvodnje kvarka od mlaćenice; [2] – Surutka iz proizvodnje Čedar sira

METODE IZOLACIJE MMG

Proces izolacije materijala MMG može se podeliti u sledeće četiri faze (Mather, 2000): (1) separacija masnih globula, koja se može vršiti laboratorijskom centrifugom ili industrijskim separatorima; (2) ispiranje pavlake različitim rastvorima (voda, fosfatni pufer i dr.); (3) oslobađanje MMG od masnih globula koje se može vršiti bućkanjem (Diaz-Maurino i Nieto, 1976; Dowben i sar., 1967; Fong i sar., 2007), ili pak mešanjem pri niskim temperaturama (Harrison i sar., 1975) i (4) sakupljanje odnosno koncentrisanje materijala MMG, koje se najčešće vrši primenom ultracentrifugiranja (Anderson i Brooker, 1974), mikrofiltracijom (Morin i sar., 2007) ili sušenjem (Rombaut i sar., 2006). Svi navedeni metodi izolacije su prilagođeni i pretežno primenjivi u laboratorijskim uslovima i koriste se pretežno za izolaciju MMG iz termički netretiranog mleka.

Poslednjih godina, industrija prehrambenih proizvoda je u sve većoj meri fokusirana na iskorišćenje prirodnih komponenata koje mogu poboljšati nutritivnu vrednost i funkcionalna svojstva proizvoda. S tim u vezi, proizvodi industrije mleka bogati sa MMG, kao što su mlaćenica i serum maslaca, još uvek se tretiraju kao prateći i niskovredni proizvodi i predstavljaju dobru osnovu za izolaciju ovog visokovrednog materijala. Stoga se poslednjih godina brojna istraživanja bave ispitivanjem mogućnosti lacije MMG materijala upravo iz ovih proizvoda. Najzastupljeniji postupak izolacije MMG materijala podrazumeva primenu mikro i ultrafiltracije koja se zasniva na odstranjivanju kazeina, serum proteina, laktoze i minerala iz koncentrata. Procesi izolacije MMG zavise od brojnih faktora kao što su: temperatura, pH vrednost, veličina pora i vrste membrana, kao i vrsta i sastav početnog materijala (mlaćenica, serum maslaca, surutka i dr.) (Morin i sar., 2004; Morin i sar., 2006; Rombaut i sar., 2007). Osnovna prepreka u procesu izolovanja MMG materijala je stepen njihovog razdvajanja od kazeinskih micela, usled veoma sličnih veličina čestica.

S tim u vezi, Sachdeva i Buchheim (1997) u svojim istraživanjima su, u cilju odstranjivanja kazeina pre procesa izolacije (mikrofiltracije i ultrafiltracije) vršili sirišnu ili kiselu koagulaciju mleka. Zadržavanje fosfolipida u MMG materijalu, kao faktor uspešnosti tehnike izolacije, iznosio je 70-77% i zavisio od primenjene metode.

Corredig i sar. (2003) i Roesch i sar. (2004) su, pre kocentrisanja MMG materijala procesom mikrofiltracije, vršili dodavali citrat, kako bi omogućili disocijaciju kazeinskih micela i na taj način postigli bolju izolaciju MMG. Međutim, Rombaut i sar. (2006) navode da se pri mikrofiltraciji seruma maslaca, kao materijala bogatog MMG, i upotrebom citrata za disocijaciju kazeina, stvaraju veliki gubici, posebno u pogledu fosfolipida (oko 44%). U procesu izolacije MMG se, u cilju odstranjivanja laktoze, naj-

češće primenjuje proces dijafiltracije. Povećavanje broja dijafiltracija tokom procesa mikro ili ultrafiltracije rezultira u smanjenju sadržaja kazeina u retentatu.

Pojedini autori smatraju da se, usled odsustva kazenskih micela, kao dobar početni materijal za izolaciju MMG, može koristiti surutka od mlaćenice (Morin i sar., 2006, Costa i sar., 2010), koja predstavlja vodenu fazu dobijenu tokom bućkanja pavlake koja je separisana od surutke, i surutku kisele mlaćenice, koja predstavlja vodenu fazu dobijenu acidifikacijom mlaćenice. Ovi materijali su veoma podesni jer omogućavaju dobijanje MMG sa velikim sadržajem fosfolipida (oko 98%).

TEHNOLOŠKI ASPEKTI MMG

Funkcionalna svojstva MMG

Struktura i sastav, kao i prirodna stabilišuća uloga MMG u mleku, doprinose da se one smatraju potencijalnim efikasnim emulzifikatorom i stabilizatorom (Corredig i Dalgleish, 1997, 1998c; Kanno i sar., 1991). S tim u vezi, poslednjih godina se, veliki broj istraživanja bavi ispitivanjem i dokazivanjem emulzifikujućih sposobnosti MMG u različitim vrstama emulzija.

Kanno i sar. (1991) ispitivali su emulzifikujuće sposobnosti MMG izolata dobijenih iz rekonstituisanih masnih globula kroz ispitivanja stabilnosti emulzija, sposobnost formiranja emulzija i stvaranja pene. Ustanovili su da koncentracija MMG materijala (20-80 mgMMG/g masti) značajno utiče na osobine rekonstituisanih emulzija odnosno povećanje sadržaja MMG rezultira u smanjenju prečnika masnih globula u emulzijama (Kanno, 1989; Kanno i sar., 1991). Emulzije sa 25% mlečne masti i 2% MMG se, u pogledu koalescencije i agregacije, odlikuju svojstvima sličnim svojstvima "prirodne" pavlake.

Suprotno ovim rezultatima, Wong i Kitts (2003) navode da se mlaćenica, i pored velikog sadržaja MMG, odlikuje inferiornijim emulzifikujućim sposobnostima u odnosu na obrano mleko u prahu. Takođe, prema rezultatima Corredig i Dalgleish (1997) MMG izolati dobijeni centrifugiranjem pri velikoj brzini uz dodavanje citrata odlikuju se slabijim emulzifikujućim svojstvima u odnosu na mlaćenicu koja je korišćena kao početni materijal. Ipak, emulzije proizvedene sa 10% sojinog ulja i velikim sadržajem MMG izolata (>8%) odlikuju se monomodalnom distribucijom veličina masnih globula što ukazuje na njihovu dobru stabilnost (Corredig i Dalgleish,1997). Generalno, ispitivanje tipa distribucije veličina čestica masnih globula je veoma važan parametar koji ukazuje na stabilnost emulzije, odnosno njihovu sposobnost ka agregiranju i koagulaciji.

Corredig i Dalgleish (1998b) pokazuju da stabilnost emulzija ulja u vodi proizvedenih uz dodavanje MMG materijala u velikoj meri zavisi od režima termičkog tretmana pavlake. S tim u vezi, MMG izolati dobijeni iz pavlake koja nije podvrgnuta termičkom tretmanu odlikuju se veoma dobrim emulzifikujućim svojstvima. Termički tretman mleka i pavlake, posebno na temperaturama > 65°C, kao i proces bućkanja koji se koristi u industrijskoj proizvodnji mlaćenice, dovode do denaturacije membranskih proteina i njihovog vezivanja sa serum proteinima (β laktoglobulin). Stvaranje kompleksa serum i membranskih proteina značajno utiče na svojstva, posebno emulzifikujuće sposobnosti membrana masnih globula (Corredig i Dalgleish, 1998a; Houlihan i sar., 1992; Wong i Kitts, 2003). Takođe, važno je napomenuti da denaturacija membranskih proteina kao posledica strogog režima termičke obrade može doprineti smanjenju rastovrljivosti MMG izolata što zahteva njihovu hidrataciju pre pripreme emulzija (Corredig i Dalgleish, 1998b).

Sodini i sar. (2006) smatraju da slatka i kisela mlaćenica, a posebno surutka od mlaćenice poseduju bolja emulzifikujuća svojstva i manji kapacitet stvaranja pene u odnosu na mleko i slatku surutku, što je posledica značajnog učešća fosfolipida i proteina u ovom materijalu.

Roesch i sar. (2004) ispitivali su svojstva emulzija sojinog ulja (10%) uz dodavanje 0,25% komercijalnih MMG izolata, dobijenih iz mlaćenice procesom mikrofiltracije uz dodavanje citrata. Autori ukazuju na usku monomodalnu distribuciju veličina masnih globula što doprinosi veoma dobroj stabilnosti emulzija, posebno prema izdvajanju pavlake. Suprotno tome, emulzije proizvedene uz dodavanje mlaćenice pokazale su veoma izražen stepen flokulacije.

Razmatranjem navedenih literaturnih podataka možemo ustanoviti da su rezultati brojnih istraživanja o emulzifikujućim sposobnostima MMG materijala često veoma kontradiktorni. Razlog tome je što funkcionalna svojstva MMG zavise od brojnih faktora kao što su vrsta početnog materijala korišćenog za izolaciju, metode njihove izolacije, režim termičke obrade mleka, pavlake i/ili maslaca u toku prerade mleka, temperatura pripreme emulzija i dr.

Poslednjih godina, MMG izolati se, usled dobrih emulzifikujućih i stabilizatorskih svojstava, koriste u različitim prehrambenim industrijama kao npr. u proizvodnji pekarskih proizvoda, kao poboljšivači disperzije masti, u proizvodnji čokolada za smanjenje viskoziteta i sprečavanje kristalizacije, u proizvodnji margarina i instant proizvoda kao stabilizatori i dr. Primena MMG, posebno u cilju izdvajanja polarnih lipida, može imati poseban značaj u farmaceutskoj industriji za stvaranje nosača lekova, a takođe i u proizvodnji kozmetičkih preparata kao materijal za proizvodnju keramida (Dewettnick i sar., 2008).

MMG i mlečni proizvodi

Osnova strukture mlečnih gelova nastaje interakcijama između masti i proteina koje se odvijaju preko membrana masnih globula. Generalno je poznato da mlečna mast odnosno masne globule imaju ulogu "punioca" tokom formiranja matriksa različitih vrsta gelova (Michalski i sar., 2002). Procesi tokom prerade mleka kao što su termički tretman, homogenizacija i dr., mogu dovesti do značajnih promena u sastavu MMG, smanjenju veličine masnih globula kao i do njihovog oštećenja i formiranja modifikovanih membrana. Takve promene značajno utiču na interakcije odnosno promenu strukture unutar matriksa i stoga menjaju funkcionalna svojstva finalnih proizvoda (Lopez i Dufour, 2001; Lucey i sar., 1998; Michalski i sar., 2002).

Mikrostruktura masnih globula je veoma važan parametar koji determiniše teksturu sireva, posebno onih sa zrenjem. S tim u vezi, mlečna mast u proizvodu, u zavisnosti od otpornost masnih globula prema stepenu njihovog razaranja različitim procesnim operacijama, može egzistirati kao male masne globule obavijene sa MMG, agregati masnih globula sa delimično narušenim membranama ili pak kao skupine triglicerida koje ispunjavaju praznine unutar proteinskog matriksa (Lopez i sar., 2007; Michalski i sar., 2007).

Lopez i sar. (2007) ispitivali su uticaj veličine masnih globula i struk-

ture MMG na mikrostrukturu i aromatski kompleks zrelog ementalskog sira. Ustanovili su da prisustvo masnih globula manjeg prečnika, usled veće otpornosti ka razaranju, doprinosi zadržavanju većeg sadržaja MMG u sirnoj grudi, što indirektno utiče na veći sadržaj vode u siru.

Goudédranche i sar. (2000) navode da MMG imaju izražen kapacitet vezivanja vode. Upravo ova činjenica objašnjava zašto ementaler i kamember sa većim sadržajem malih masnih globula imaju 5%, odnosno 2,2% veći sadržaj VBMS u odnosu na sir sa mlečnom masti u vidu velikih masnih globula (Michalski i sar., 2004; Michalski i sar., 2003). Formiranje kompleksa membranskih proteina sa serum proteinima, posebno β-laktoglobulinom, a koje nastaje usled termičkog tretmana mleka, takođe je može biti jedan od razloga povećanja randmana proizvodnje sireva (Dewettnick i sar., 2008).

Lilbæk i sar. (2006) navode da lizofosfolipidi koji se, nakon fosfolipaznog tretmana pre presovanja sirne grude oslobađaju iz MMG, deluju kao površinski aktivne materije i pomažu emulzifikaciji vode i masti, što doprinosi sveukupno manjim gubicima odnosno njihovom boljem zadržavanju u siru.

Novija istraživanja ukazuju da veći sadržaj vode u siru, kao posledica izraženog kapaciteta vezivanja vode MMG, može imati pozitivan učinak na aktivnost enzima u siru. To indirektno doprinosi formiranju intenzivnijeg ukusa i mirisa proizvoda sa većim sadržajem MMG. Takođe, hidrolizovane MMG komponente mogu biti potencijalni izvor ugljenika za pojedine bakterije mlečne kiseline (Laloy i sar., 1996; Lopez i sar., 2007; Michalski i sar., 2003). Ipak, ove tvrdnje još uvek nisu u potpunosti definisane i zahtevaju dodatna istraživanja.

Negativni efekti prisustva velikog sadržaja MMG ogledaju se u tome što su fosfolipidi, usled velikog sadržaja nezasićenih masnih kiselina, veoma osetljivi ka oksidaciji što može doprineti stvaranju sapunastog i gorkog ukusa mlečnih proizvoda (Lopez i sar., 2007).

Govindasamy-Lucey i sar. (2006) navode da dodavanje slatke mlaćenice u proizvodnji pica sira rezultira u poboljšanju svojstava proizvoda koja se ogledaju u smanjenju stepena izdvajanja ulja, povećanju randmana. Ipak, važno je odrediti adekvatnu količinu dodavanja mlaćenica, jer veći sadržaj može imati i negativne efekte na teksturu, sposobnost topljenja i posebno aromatski profil ovih sireva.

Poduval and Mistry (1999) iznose rezultate da dodavanje ultrafiltrirane mlaćenice u proizvodnji mocarele sa smanjenim sadržajem masti, rezultira povećanjem sadržaja vode i doprinosi smanjenju stepena izdvajanja ulja tokom homogenizacije.

Proizvodnja niskomasnog jogurta usled smanjenog sadržaja suve materije često se odlikuju lošim senzornim, posebno teksturalnim svojstvima. Pojedina istraživanja se bave ispitivanjem mogućnosti dodavanja mlaćenice u prahu i ultrafiltrirane mlaćenice u cilju poboljšanja ovih svojstava (Trachoo i Mistry, 1998).

Na osnovu ovih razmatranja može se zaključiti da primena MMG materijala može doprineti razvoju novih tehnologija kao i proizvoda sa različitim funkcionalnim i nutritivnim svojstvima. Takođe, važno je napomenuti da povećanje randmana kao i bolje iskorišćenje do sada manje vrednih mlečnih proizvoda, kao npr. mlaćenice, može imati pozitivan ekonomski učinak na proizvodnju mlečnih proizvoda.

ZAKLJUČAK

Saznanja o sastavu i strukturi MMG su se poslednjih nekoliko godina značajno proširila. Brojna istraživanja ukazuju da MMG komponente poseduju veoma složenu strukturu, ali i jedinstveni sastav proteina i masti koji se odlikuje specifičnim nutritivnim i tehnološkim svojstvima. Na osnovu njihovih svojstava, MMG materijal predstavlja potencijal za stvaranje novih ingredijenata podesnih za upotrebu u proizvodnji brojnih prehrambenih proizvoda, kao i drugim industrijama, ali i za razvoj tehnologija i novih proizvoda sa izraženim funkcionalnim svojstvima. Prepreke u iskorišćenju MMG ogledaju se u njihovoj osetljivosti tokom procesa izolacije i prerade. S tim u vezi osnovni cilj prilikom izolacije ovih bioaktivnih komponenata iz mleka i proizvoda od mleka je očuvanja njihovih veoma vrednih svojstava. U daljem radu neophodno je ispitivati mogućnosti poboljšanja tehnika izolacije MMG materijala, u cilju njihove bolje iskoristivosti i očuvanja svojstava, kao i metoda njihove kvantifikacije u brojnim proizvodima od mleka.

LITERATURA

Anderson, M., Brooker, B. E. (1974): Loss of material during the isolation of milk fat globule membrane. Journal of Dairy Science, 58, 1442–1448.

Bash, J. J., Harold M. Farrell, J., Greenberg, R. (1976): Identification of the milk fat globule membrane proteins: I. Isolation and partial characterization of glycoprotein B. Biochimica et Biophysica Acta, 448, 589–598.

Berglund, L., Petersen, T. E., Rasmussen, J. T. (1996): Structural characterization of bovine CD36 from the milk fat globule membrane. Biochimica et Biophysica Acta, 1309, 63–68.

Campagna, S., Cosette, P., Molle, G., Gaillard, J. L. (2001): Evidence for membrane affinity of the C-terminal domain of bovine milk PP3 component. Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes, 1513, 217–222.

Corredig, M., Dalgleish, D. G. (1997): Isolates from industrial buttermilk: Emulsifying properties of materials derived from the milk fat globule membrane. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 4595–4600.

Corredig, M., Dalgleish, D. G. (1998a): Buttermilk properties in emulsions with soybean oil as affected by fat globule membranederived proteins. Journal of Food Science, 63, 476–480.

Corredig, M., Dalgleish, D. G. (1998b): Effect of heating of cream on the properties of milk fat globule membrane isolates. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 2533–2540.

Corredig, M., Dalgleish, D. G. (1998c). Characterization of the interface of an oil-in-water emulsion stabilized by milk fat globule membrane material. Journal of Dairy Research, 65, 465–477.

Corredig, M., Roesch, R. R., Dalgleish, D. G. (2003): Production of a novel ingredient from buttermilk. Journal of Dairy Science, 86, 2744–2750.

Costa, M., R., Elias-Argote, X., E., Jiménez-Flores, R., Gigante, M. L. (2010): Use of ultrafiltration and supercritical fluid extraction to obtain a whey buttermilk powder enriched in milk fat globule membrane phospholipids, International Dairy Journal, 20, 598–602.

Danthine, S., Blecker, C., Paquot, M., Innocente, N., Deroanne, C. (2000): Progress in milk fat globule membrane research: A review. Lait, 80, 209–222.

Deeth, H. C. (1997): The role of phospholipids in the stability of milk fat globules. Australian Journal of Dairy Technology, 52, 44–46.

Dewettinck, K., Rombaut, K., Thienpont, N., Thien Trung Le, T., T., Messens, K., Van Camp, J. (2008): Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material, International Dairy Journal 18, 436–457.

Diaz-Maurino, T., Nieto, M. (1976): Milk fat globule membranes: Inhibition by sucrose of the alkaline phosphomonoesterase. Biochimica et Biophysica Acta, 448, 234–244.

Dowben, R. M., Brunner, J. R., Philpott, D. E. (1967): Studies on milk fat globule membranes. Studies on milk fat globule membranes, 135, 1–10.

Evers, J. M. (2004): The milkfat globule membrane-compositional and structural changes post secretion by the mammary secretory cell. International Dairy Journal, 14, 661–674.

Fong, B. Y., Norris, C. S., MacGibbon, A. K. H. (2007): Protein and lipid composition of bovine milk-fat-globule membrane. International Dairy Journal, 17, 275–288.

Girardet, J. M., Coddeville, B., Plancke, Y., Strecker, G., Campagna, S., Spik, G. (1995): Structure of glycopeptides isolated from bovine milk component PP3. European Journal of Biochemistry, 234, 939–946.

Girardet, J.M. Coddeville, B. Plancke, Y. Goude´dranche, H., Fauquant, J., Maubois, J. L. (2000): Fr.actionation of globular milk fat by membrane microfiltration. Lait, 80, 93–98.

Govindasamy-Lucey, S., Lin, T., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., Lucey, J. A. (2006): Influence of condensed sweet cream buttermilk on the manufacture, yield, and functionality of Pizza cheese. Journal of Dairy Science, 89, 454–467.

Harrison, R., Higginbotham, J. D., Newman, R. (1975): Sialoglycopeptides from bovine milk fat globule membrane. Biochimica et Biophysica Acta, 389, 449–463.

Houlihan, A. V., Goddard, P. A., Nottingham, S. M., Kitchen, B. J., Masters, C. J. (1992): Interactions between the bovine milk fat globule membrane and skim milk components on heating whole milk. Journal of Dairy Research, 59, 187–195.

Hvarregaard, J., Andersen, M. H., Berglund, L., Rasmussen, J. T., Petersen, T. E. (1996): Characterization of glycoprotein PAS-6/7 from membranes of bovine milk fat globules. European Journal of Biochemistry, 240, 628–636.

Kanno, C. (1989): Emulsifying properties of bovine-milk fat globule membrane in milk-fat emulsion-conditions for the reconstitution of milk-fat globules. Journal of Food Science, 54, 1534–1539.

Kanno, C., Shimomura, Y., Takano, E. (1991): Physicochemical properties of milk-fat emulsions stabilized with bovine-milk fat globule-membrane. Journal of Food Science, 56, 1219–1223.

Kim, D. H., Kanno, C., Mizokami, Y. (1992): Purification and characterization of major glycoproteins, PAS-6 and PAS-7 from bovine milk fat globule membrane. Biochimica et Biophysica Acta, 1122, 203–211.

Laloy, E., Vuillemard, J.-C., Soda, M. E., Simard, R. E. (1996): Influence of the fat content of Cheddar cheese on retention and localization of starters. International Dairy Journal, 6, 729–740.

Lilbæk, H. M., Broe, M. L., Høier, E., Fatum, T. M., Ipsen, R., Sørensen, N. K. (2006): Improving the yield of Mozzarella cheese by phospholipase treatment of milk. Journal of Dairy Science, 89 4114 – 4125.

Lopez, C., Camier, B., Gassi, J.-Y. (2007): Development of the milk fat microstructure during the manufacture and ripening of Emmental cheese observed by confocal laser scanning microscopy. International Dairy Journal, 17, 235–247.

Lopez, C., Dufour, E. (2001): The composition of the milk fat globule surface alters the structural characteristics of the coagulum. Journal of Colloid and Interface Science, 233, 241–249.

Lucey, J. A., Munro, P. A., Singh, H. (1998): Rheological properties and microstructure of acid milk gels as affected by fat content and heat treatment. Journal of Dairy Science, 63, 660–664.

Mather, I. H. (2000): A review and proposed nomenclature for major proteins of the milk-fat globule membrane. Journal of Dairy Science, 83, 203–247.

Michalski, M. C., Cariou, R., Michel, F., Garnier, C. (2002): Native vs. damaged milk fat globules: Membrane properties affect the viscoelasticity of milk gels. Journal of Dairy Science, 85, 2451–2461.

Michalski, M. C., Gassi, J. Y., Famelart, M. H., Leconte, N., Camier, B. (2003): The size of native milk fat globules affects physicochemical and sensory properties of Camembert cheese. Lait, 83, 131–143.

Michalski, M.-C., Camier, B., Briard, V., Leconte, N., Gassi, J.-Y., Goudédranche, H. (2004): The size of native milk fat globules affects physico-chemical and functional properties of Emmental cheese. Lait, 84, 343–358.

Michalski, M.-C., Camier, B., Gassi, J.-Y., Briard-Bion, V., Leconte, N., Famelart, M.-H. (2007): Functionality of smaller vs control native milk fat globules in Emmental cheeses manufactured with adapted technologies. Food Research International, 40, 191–202.

Morin, P., Britten, M., Jiménez-Flores, R., Pouliot, Y. (2007): Microfiltration of buttermilk and washed cream buttermilk for concentration of milk fat globule membrane components. Journal of Dairy Science, 90, 2132–2140.

Morin, P., Pouliot, Y., Jiménez-Flores, R. (2006): A comparative study of the fractionation of regular buttermilk and whey buttermilk by microfiltration. Journal of Food Engineering, 77, 521–528.

Nielsen, R. L., Andersen, M. H., Mabhout, P., Berglund, L., Petersen, T. E., Rasmussen, J. T. (1999): Isolation of adipophilin and butyrophilin from bovine milk and characterization of a cDNA encoding adipophilin. Journal of Dairy Science, 82, 2543–2549.

Pallesen, L. T., Andersen, M. H., Nielsen, R. L., Berglund, L., Petersen, T. E., Rasmussen, L. K. (2001): Purification of MUC1 from bovine milk-fat globules and characterization of a corresponding fulllength cDNA clone. Journal of Dairy Science, 84, 2591–2598.

Poduval, V. S., Mistry, V. V. (1999): Manufacture of reduced fat Mozzarella cheese using ultrafiltered sweet buttermilk and homogenized cream. Journal of Dairy Science, 82, 1–9.

Roesch, R. R., Rincon, A., Corredig, M. (2004): Emulsifying properties of fractions prepared from commercial buttermilk by microfilmtration. Journal of Dairy Science, 87, 4080–4087.

Rombaut, R. (2006): Enrichment of nutritionally advantageous milk fat globule membrane fragments present in dairy effluents. Ph.D. dissertation, Ghent University, Gent, The Netherlands.

Rombaut, R., Dejonckheere, V., Dewettinck, K. (2006): Microfiltration of butter serum upon casein micelle destabilization. Journal of Dairy Science, 89, 1915–1925.

Rombaut, R., Dejonckheere, V., Dewettinck, K. (2007): Filtration of milk fat globule membrane fragments from acid buttermilk cheese whey. Journal of Dairy Science, 90, 1662–1673.

Rombaut, R., Dewettinck, K. (2006): Properties, analysis and purification of milk polar lipids. International Dairy Journal, 16, 1362–1373.

Rombaut, R., Dewettinck, K., Van Camp, J. (2007): Phospho- and sphingolipid content of selected dairy products as determined by HPLC coupled to an evaporative light scattering detector (HPLC–ELSD). Journal of Food Composition and Analysis, 20, 308–312.

Sachdeva, S., Buchheim, W. (1997): Recovery of phospholipids from buttermilk using membrane processing. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 49, 47–68.

Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., Jimenez-Flores, R. (2006): Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. Journal of Dairy Science, 89, 525–536.

Sorensen, E. S., Petersen, T. E. (1993): Purification and characterization of 3 proteins isolated from the proteose peptone fraction of bovine milk. Journal of Dairy Research, 60, 189–197.

Sorensen, E. S., Rasmussen, L. K., Moller, L., Petersen, T. E. (1997): The localization and multimeric nature of component PP3 in bovine milk: Purification and characterization of PP3 from caprine and ovine milks. Journal of Dairy Science, 80, 3176–3181.

Spitsberg, V. L. (2005): Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical Journal of Dairy Science, 88, 2289–2294.

Trachoo, N., Mistry, V. V. (1998): Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. Journal of Dairy Science, 81, 3163–3171.

Vesper, H., Schmelz, E. M., Nikolova-Karakashian, M. N., Dillehay, D. L., Lynch, D. V., Merrill, A. H. (1999): Sphingolipids in food and the emerging importance of sphingolipids to nutrition. Journal of Nutrition, 129, 1239–1250.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T. J. (2006): Dairy science and technology. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

Wong, P. Y. Y., Kitts, D. D. (2003): A comparison of the buttermilk solids functional properties to nonfat dried milk, soy protein isolate, dried egg white, and egg yolk powders. Journal of Dairy Science, 86, 746–754.

Ye, A., Singh, H., Taylor, M. W., Anema, S. (2002): Characterization of protein components of natural and heat-treated milk fat globule membranes. International Dairy Journal, 12, 393–402.

SUMMARY

METHODS OF ISOLATION AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF MILK FAT GLOBULE MEMBRANES

[1]Jelena Miočinović, [2]Thien Trung Le, [2]Eveline Fredrick, [2]Koen Dewwetnick, [1]Predrag Puđa

[1] University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia
[2] Gent University, Faculty of Bioscience Engineering, Department of Food Safety and Food Quality, Laboratory of Food Technology and Engineering, Belgium

Milk fat globule membrane (MFGM) differ with unique composition and properties. The MFGM contain a significant amount of polar lipids, especially phospholipids and sphingolipids, as well as specific proteins, that possess specific nutritional properties and belong to bioactive components group. Also, specific properties of lipids and proteins contribute to good emulsifing and stabilizing properties of MFGM.

This review paper focuses on the overview of basic composition and structure of MFGM, potential techniques of their isolation on laboratory as well as on the industrial scales. The possibilities of application MFGM in production of milk and dairy products were induced or given by consideration of their nutritional and technological properties.

Key words: milk fat membrane globule • phospholipids • .proteins • .microfiltration • ultrafiltration

ZLATAN O. SARIĆ
TARIK A. DIZDAREVIĆ
SONJA N. BIJELJAC
NAIDA A. HUBANIĆ

Univerzitet u Sarajevu
Poljoprivredno-prehrambeni
fakultet, Bosna i Hercegovina

NAUČNI RAD

UDK: 658.8.012-1:[637.05:637.3]

SENZORNE KARAKTERISTIKE LIVANJSKOG SIRA U ODNOSU NA PREFERENCIJE POTROŠAČA

Livanjski sir je jedan od najpoznatijih bosansko-hercegovačkih sireva. Tradicionalno se proizvodi od sirovog miješanog ovčijeg i kravljeg mlijeka, ali se danas radi i industrijski, od pasterizovanog kravljeg mlijeka. Izbor tipa proizvodnje svakako zavisi od navika i preferencija potrošača. Cilj ovog rada je bio da se testira naklonost prema Livanjskom siru od sirovog i pasterizovanog mlijeka. Zato je sprovedena anketa potrošača. Livanjski sir je senzorno ocijenjen od strane potrošača i ekspertne komisije. Sirevi od sirovog mlijeka su uzeti sa malih farmi u Livnu, dok su sirevi iz industrijske proizvodnje, od pasterizovanog mlijeka, uz dodatak starter kulture, kupljeni u lokalnim prodavnicama.

Anketa je pokazala da je Livanjski sir popularan i da mnogo potrošača poznaje ovaj sir iz autohtone proizvodnje, pored industrijskog. Livanjski sir od sirovog mlijeka se i dosta konzumira uprkos činjenici da se on ne može naći u uobičajenim trgovinama hranom. Generalno, industrijski i autohtoni sirevi su se razlikovali. Dok su prvi uglavnom imali zatvoren presjek, drugi su imali rupice različitog oblika, broja i veličine. Neki sirevi od sirovog mlijeka su imali miris na štalu. Nekoliko sireva od malih proizvođača je imalo miris na plijesan i podrum usljed toga što mnogi sitni proizvođači koriste podrume za zrenje sireva. Ispitivanja su pokazala izrazito varijabilne senzorne karakteristike sireva.

Ključne reči: senzorne osobine • sirovo mlijeko • pasterizovano mlijeko • sir

Adresa autora:
Dr Zlatan Sarić, Institut za tehnologiju poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, 71000 Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, Bosna i Hercegovina

UVOD

Svakako najvažniji elemenat u procjeni kvaliteta sira su njegova senzorna svojstva. Potrošači kupuju sir radi poželjnih osobina koje im daju užitak, a ne radi zastupljenosti neke komponente, frakcije ili nekog drugog fizičkog svojstva sira. Za većinu, barem poznatijih vrsta sireva u svijetu, definisane su senzorne karakteristike kojima treba da se odlikuje svaki sir standardnog kvaliteta. Sirevi koji zadovoljavaju propisane norme u pogledu senzornih svojstava na ocjenjivanjima od strane ekspertne komisije dobivaju više ocjene. U dobro razrađenim sistemima ocjene se vrše od strane specijaliziranih komisija i samih proizvođača ali je možda najvažnija ocjena koju rade potrošači bilo kroz akcije udruženja potrošača ili neke druge slične prilike. Konačno, praksa je pokazala da kvalitetni proizvođači koji proizvode dobar sir, po pravilu nikada nemaju problema niti sa plasmanom niti sa cijenom.

Za mnoge sireve u svijetu njihove standardne senzorne karakteristike su dosta dobro opisane i definisane kroz dugogodišnju praksu, te brojna ispitivanja i istraživanja. Sir koji je možda najbolje karakteriziran u svijetu je Cheddar. Prema federalnim standardima koje su razradili stručnjaci USDA, Cheddar se, na osnovu senzornih osobina razvrstava u četiri kvalitetne klase, od čega zavisi i njegova cijena. Tako sir najviše (AA) klase treba da ima aromu lijepu, izrazito zadovoljavajuću, sa vrlo malo dozvoljenom notom na hranu za krave. Tijesto treba da je čvrsto, glatko, kompaktno, zatvoreno, sa nekoliko malih mehaničkih rupica ali bez rupica porijeklom od gasa koji nastaje radom starter kulture. Boja treba da je ujednačena, sa sitnim bijelim flekicama ako je zreo, dok je dozvoljena samo lagana naboranost. Sa spoljašnje strane kora treba da je dobro zaštićena, glatka, a oblik da je ujednačen (Partridge, 2009). Deskriptivna analiza se daje i za druge sireve. Na primer, za francuske sireve je daju Antoniou i sar. (2000), za španske Bárcenas i sar. (2001) koji je ispitivao preferencije potrošača u odnosu na tradicionalne španske sireve. Slični atributi su dati za veliki broj različitih vrsta sireva u svijetu.

Livanjski sir se može zaista smatrati tradicionalnim sirom Bosne i Hercegovine jer počeci njegove proizvodnje sežu u daleku 1886. (Manđeralo, 1999; Kirin i sar., 2003; Marijan, 2005; Franjić, 1983) odnosno 1888. godinu (Filjak i Baković, 1974; Kutle, 1996; Sarić, 2002; Bijeljac i Sarić, 2005; Sarić i sar., 2008). On spada u grupu tvrdih sireva. U početku se proizvodio od ovčijeg mlijeka, ali se kasnije prešlo na proizvodnju od mješavine ovčijeg i kravljeg mlijeka u različitim omjerima koja se ustalila pa se on tradicionalno i danas tako proizvodi (Zdanovski, 1947; Filjak i Baković, 1974). Prema nekim istraživanjima, kao najbolji omjer ovčijeg i kravljeg mlijeka preporučuje se 80:20 (Franjić, 1983). Ova istraživanja ipak nisu potvrđena kroz širu analizu koja bi svakako trebala uključiti i ispitivanja potrošača sa ciljem utvrđivanja njihovih percepcija. Od 1970. godine pogon Zagrebačke mljekare u Livnu počeo je industrijski proizvoditi livanjski sir (Filjak i Baković, 1974). Ova mljekara je u početku proizvodila sir od miješanog mlijeka, s tim da je obično omjer bio 50:50, ali je ponekad količina ovčjeg mlijeka bila i manja (Filjak i Baković, 1974). U daljem razvoju prešlo se na proizvodnju sira od kravljeg mlijeka, a zatim i od pasterizovanog sa dodatkom komercijalnih starter kultura (Ma-

rijan, 2005). Današnja industrijska proizvodnja livanjskog sira bazira se uglavnom na kravljem, a samo sporadično na ovčjem mlijeku (Kutle, 1996). Ipak, tradicionalna proizvodnja od miješanog ovčijeg i kravljeg mlijeka, bez pasterizacije i dodatka starter kultura zadržala se kod proizvođača na malim farmama. U periodu kada nema ovčijeg mlijeka (septembar-april) sir se proizvodi od kravljeg mlijeka. Kada je riječ o mješavini omjer je različit, što zavisi od perioda odnosno od količine ovčijeg mlijeka koja je na raspolaganju. Stoga na tržištu danas postoje bazično dva tipa livanjskog sira – industrijski, od pasterizovanog (uglavnom) kravljeg mlijeka i od sirovog (uglavnom) miješanog kravljeg i ovčijeg mlijeka. Legislativa je onemogućila legalnu prodaju sira od sirovog mlijeka, tako da se u komercijalnoj prodaji može naći samo industrijska varijanta livanjskog sira. Ovdje se može postaviti pitanje koji livanjski sir potrošači preferiraju – od sirovog ili pasterizovanog mlijeka: od kravljeg ili miješanog ovčijeg i kravljeg mlijeka. Takvih ili sličnih istraživanja do sada nije bilo.

Takođe, potrošači su vremenom razvili određenu percepciju o tome šta je Livanjski sir. Međutim, iako prvi radovi na Livanjskom siru datiraju od prije 100 godina, a istraživanja su donekle intenzivirana u posljednjih 50 godina, još uvijek nema preciznog i detaljnog opisa osobina kvalitetnog Livanjskog sira. Jedan od prvih takvih opisa je objavljen u Gospodarskom listu 1943. godine, a istog je dao i Zdanovski, 1947. godine: „Livanjski sir dozrijeva nakon 6 sedmica. Kod prereza zreli sir mora imati lijepu zlatno - žutu boju i ne prevelik broj pravilnih sitnih rupica“. Isti autor (1962) navodi da „zreli livanjski sir treba da ima žućkastu boju i ne preveliki broj pravilnih rupica srednje do krupne veličine“. Osobine sira upotpunjavaju Filjak i Dozet (1953) koji navode da Livanjski sir treba da ima okrugle pravilno poredane rupice srednje veličine koje pokazuju da je zrenje bilo pravilno, žućkaste boje, dok kora treba da je njegovana, žućkasta, okus pun, a miris ugodan i specifičan za tvrde ovčije sireve. Autori navode pogreške kod sira te daju slike presjeka nekoliko sireva sa pojavom nadimanja, sa žilavim i zbijenim tijestom, te sira sa nepravilnim rasporedom rupica. Ovo su bile prve zabilježene fotografije presjeka sireva. U senzornoj ocjeni 13 uzoraka sireva iz autohtone proizvodnje (Dozet i sar., 1981) daju se prve detaljnije opisne ocjene. Kora se navodi kao dobra, a veličina kao standardna (prosječno 2,46 kg, od 1 do 3,53 kg) dok se boja na presjeku definiše kao blijedo - žuta ili zlatno - žuta. U pogledu izgleda presjeka samo dva sira su označena terminom „presjek dobar“, a podjednak broj sireva je imao „pravilne rupice“ i „sitne rupice“. Samo jedan sir je bio zatvoren bez rupica sa pukotinama i surutkinim gnijezdima. Konzistencija je označena sa „čvrsta (6 sireva), meka (6 sireva) ili polumeka (1 sir)“. Okus i miris su označeni najčešće sa „mlad, prijatan, tipičan za ovčije mlijeko“, „vrlo dobar, tipičan za ovčije mlijeko“ ili „dobar, malo gorak netipičan“. Registrovani su i okusi „oštar“ i „malo kiseo“, ali samo po jedan sir. Različita senzorna svojstva kod livanjskog sira iz različitih domaćinstava utvrdio je i Franjić (1983). Konzistencija je varirala od mekane do mrvičaste, rupica različitog rasporeda i veličine, sa žućkastom bojom, nešto povećane slanosti. Prema većini literaturnih izvora, Livanjski sir dobrog kvaliteta „treba da na presjeku ima okrugle, pravilno raspoređene rupice, srednje veličine, žućkastu ili žutu boju tijesta i njegovanu odnosno glatku žućkastu koru sa ugodnim mirisom i punim ili punijim, dobro izraženim okusom oba karakteristična i specifična za ovčije sireve“ (Dozet i sar., 1974; Dozet i sar., 1996; Kirin i sar., 2003; Bijeljac i Sarić, 2005). Na kori je moguće naići na neravnine od sirne marame (Kirin i sar., 2003) ali se navodi da ona ne smije imati tragove krpe kao i da konzistencija treba biti čvrsta ali ne suviše tvrda, da se tijesto lagano reže i malo je elastično, a okus umjereno slan, pikantan (Kutle, 1996; Bijeljac i Sarić, 2005).

Senzorne karakteristike sireva zavise od mnogih faktora: vrste mlijeka, sastava i tipa sira, zrelosti itd. Međutim, možda najvažniji faktor je sirovo/pasterizovano mlijeko jer bitno mijenja čitav pravac biohemijskih promjena i razvoja senzornih osobina sira. Sirevi proizvedeni od sirovog mlijeka brže sazrijevaju, a njih karakterizira intenzivniji okus i miris u poređenju sa sirevima iste starosti dobivenim od pasterizovanog ili ultrafiltriranog mlijeka (Lau i sar., 1991). To potvrđuju i rezultati ispitivanja Livanjskog sira proizvedenog od kravljeg sirovog i pasterizovanog mlijeka uz dodatak starter kulture. Sirevi od sirovog mlijeka su bili senzorno bolji, na presjeku sa nešto više rupica i elastičnim tijestom (Sarić, 2002). Pored intenzivnog okusa i mirisa, sirevi od sirovog mlijeka se odlikuju i atributima kao što su: po životinji, po bijelom luku, opor, sumporast i nečist (Beuvier i Buhin, 2004).

Kada se sumiraju naprijed navedene činjenice, još uvijek je relativno malo pridjeva koji karakteriziraju kvalitetan Livanjski sir. Pored toga, tehnologija evoluira pa se mijenjaju i karakteristike sira. Stoga cilj rada je bio da se ocijeni stvarni kvalitet Livanjskog sira kakav se u ovom momentu proizvodi i kakav se može naći na tržištu, te da mu se bolje definišu senzorna svojstva. Ipak, glavni cilj je bio da se odredi sklonost potrošača prema tipu sira, odnosno da se vidi preferiraju li oni sir od sirovog ili pasterizovanog mlijeka. Radi lakšeg poređenja ispitan je sir od kravljeg mlijeka.

MATERIJAL I METODI

Da bi se ispitale navike i sklonost potrošača kada je Livanjski sir u pitanju, urađena je anketa sa osnovnom svrhom da se dobije odgovor na pitanja da li i u kojoj mjeri kozumiraju sir/vrste sira, da li kozumiraju Livanjski sir, te koju proizvodnju preferiraju (autohtonu ili industrijsku). Za anketu je formiran uzorak od 60 građana (centralna BiH). Metod formiranja uzorka bio je slučajni. Dobijeni podaci su obrađeni statističkom analizom i grafički predstavljeni.

Za senzornu ocjenu odabrano je 9 sireva različitih proizvođača. Da bi se bolje mogla uraditi komparacija, 8 sireva je bilo od čistog kravljeg mlijeka, a jedan je bio od miješanog kravljeg i ovčijeg mlijeka, sa većim procentom ovčijeg mlijeka. Pet sireva je bilo iz autohtone proizvodnje i to od pet različitih proizvođača u Livnu, od toga jedan od miješanog ovčijeg i kravljeg mlijeka (60:40). Sirevi su nabavljeni direktno od malih proizvođača i, prema njihovim navodima, starost im je bila najmanje dvadeset dana. Četiri sira su bila iz industrijske proizvodnje, kupljena u trgovačkom centru, također u Livnu. Starost ovih sireva se procjenjuje na 2-3 mjeseca. Senzorna ocjena obavljena je u laboratoriju za mlijeko na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu. Senzorna ocjena je urađena koristeći tri sistema ocjenjivanja sira. Za prvu ocjenu formiran je panel od 40 ocjenjivača laika, a za drugu i treću od tri ocjenjivača eksperta. Da bi se dobili rezultati, podaci su prvo statistički obrađeni po-

moću deskriptivne analize i dvofaktorijalne analize bez međudjelovanja i testiranje potrošačke prihvatljivosti.

Prva senzorna ocjena rađena je po metodi hedonske skale. Skala je sačinjena od ocjena 1, 2, 3, 4 i 5. Značenje ocjena je slijedeće: 1-izuzetno mi se dopada, 2-dopada mi se, 3-niti mi se dopada, niti mi se ne dopada, 4-ne dopada mi se i 5-izuzetno mi se ne dopada. Nakon ocjenjivanja rezultati su statistički obrađeni i predstavljeni grafikonima. Druga senzorna ocjena rađena je sistemom ocjenjivanja pojedinih osobina sa ukupno 20 maksimalnih bodova. Maksimalan broj bodova koji se dodjeljuje je: vanjski izgled-2, boja-1, kozistencija-2, izgled na presjeku-3, miris-2 i okus-10 bodova. Cilj ovog ocjenjivanja je takođe bio da se definišu tipične karakteristike ovog sira opisno. Treći sistem ocjenjivanja koristi metodologiju koja omogućuje opis i kvantifikaciju mirisnih i gustativnih karakteristika tvrdih i polutvrdih sireva. Komisija određuje opseg arome (veoma zrelo), mirisa (veoma jak), te okusa (slatko, slano, kiselo i gorko i mliječno), svaki sa rezultatom 1-7 bodova. Najviša ocjena se primjenjuje na najjače senzorske karakteristike atributa. Dobijeni rezultati su predstavljeni paukovom mrežom (Klantschitsch, 1999; Delahunty i Drake, 2004; Heinze, 2004).

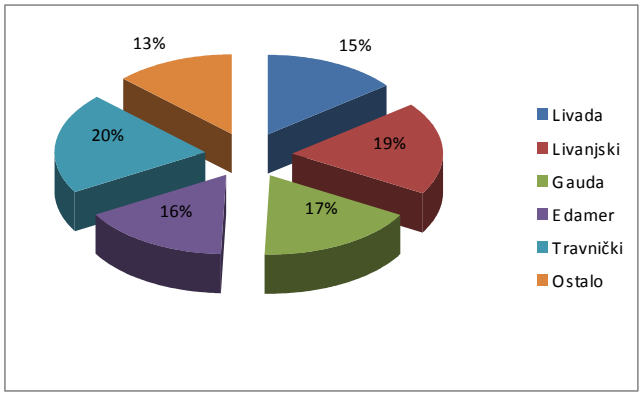
Sirevi za ocjenjivanje su šifrirani od 001 do 009. Sirevi od sirovog mlijeka proizvedeni na farmama označeni su šiframa 001, 002, 004, 005, dok je onaj od miješanog ovčijeg i kravljeg mlijeka bio pod šifrom 009. Industrijski sirevi od pasterizovanog kravljeg mlijeka su bili sa oznakama 003, 006, 007 i 008, a prikupljeni su iz tri mljekare na području Livna.

REZULTATI I DISKUSIJA

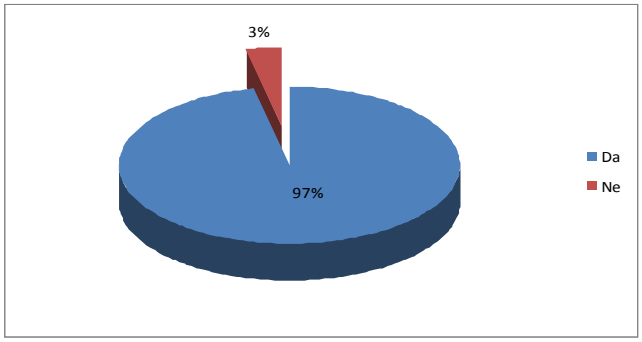
Obrada anketa

Da bi se procijenila informisanost potrošača o Livanjskom siru kao i naklonost u smislu sir od sirovog (autohtoni) / pasterizovanog (industrijski) mlijeka, urađena je anketa.

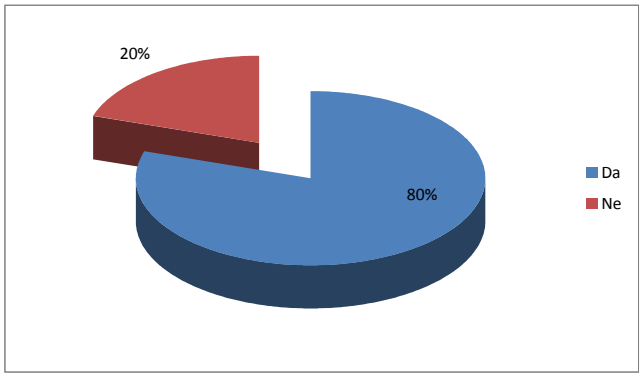
Od 60 anketiranih, 50% je bilo muškaraca i isto toliko žena. Na osnovu strukture prema godinama, anketirano je 23% građana do 20 godina, 17% od 20 do 30, 30% od 30 do 40, 13% od 40 do 50, dok je 17% ispitanika bilo starosti preko 50 godina. U pogledu zanimanja anketiranih ispitane su kategorije radnika/zanatlija (30%), stu-



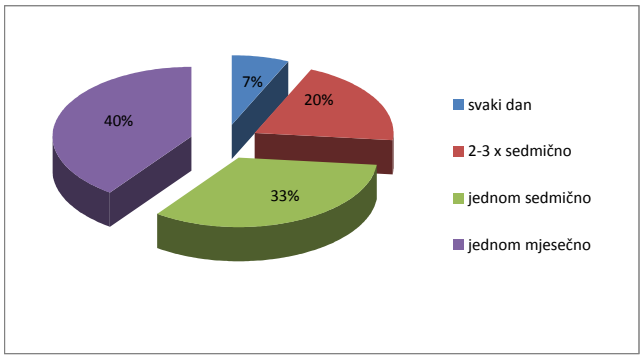
Slika 1. NAJPOPULARNIJE VRSTE SIRA
Figure 1. THE MOST POPULAR CHEESE TYPES



Slika 2. ZNANJE POTROŠAČA O LIVANJSKOM SIRU
Figure 2. CONSUMERS KNOWLEDGE OF LIVNO CHEESE



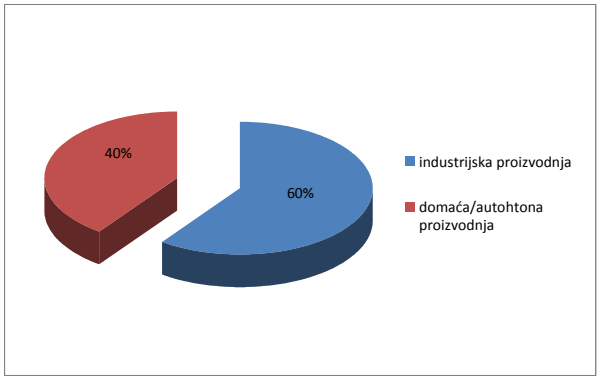
Slika 3. POTROŠNJA LIVANJSKOG SIRA
Figure 3. LIVNO CHEESE CONSUMPTION



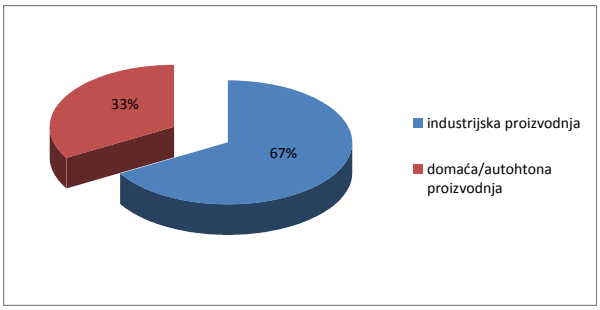
Slika 4. UČESTALOST KONZUMIRANJA LIVANJSKOG SIRA
Figure 4. LIVNO CHEESE CONSUMING FREQUENCY

Tabela 1. SENZORNA OCJENA SIRA OD STRANE EKSPERTNE KOMISIJE
Table 1. SENSORY EVALUATION OF CHEESE MADE BY EXPERT PANEL

		Ocjene/Scores								
Pokazatelji/Indicators	Max.	001	002	003	004	005	006	007	008	009
Vanjski izgled Appearance	2	1,75	2,00	1,50	1,75	2,00	1,75	1,50	1,50	2,00
Boja Color	1	0,75	1,00	1,00	0,75	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00
Kozistencija Texture	2	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,75	1,50	1,50	1,50
Presjek Cross section	3	2,00	1,50	2,00	1,50	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Miris Odour	2	1,75	1,00	1,50	1,50	1,00	1,75	1,75	1,75	1,50
Okus Taste	10	8,00	8,00	7,50	8,00	7,00	9,00	8,50	8,50	8,00
Ukupno Total	20	15,75	15,00	15,00	14,50	12,25	17,00	16,25	16,00	16,00



Slika 5. ZNANJE O TIPOVIMA LIVANJSKOG SIRA
Figure 5. KNOWLEDGE CONCERNING TYPES OF LIVNO CHEESE



Slika 6. OPREDELJENOST ZA TIP LIVANJSKOG SIRA
Figure 6. ORIENTIATION TOWARDS TYPE OF LIVNO CHEESE

denata (23%) i domaćica (17%). Rezultati su prikazani na slikama 1-6. Na postavljeno pitanje: „Koje vrste sira poznajete?“ odgovori su pokazali da je najpoznatiji Travnički sir (20%), dok je Livanjski sir (19%) bio na drugom mjestu. Na osnovu slike 2. može se uočiti da je većina ispitanika čula za Livanjski sir i to 97%, te da je ovaj tip sira prilično poznat i popularan među stanovništvom.

Može se konstatovati da velika većina ispitanika konzumira Livanjski sir, i to njih 80 %. Takođe se zapaža da potrošači Livanjski sir najčešće konzumiraju jednom mjesečno (40%), nešto manje jednom sedmično (33%) i 2-3 puta sedmično (20%) dok ga samo 7% ispitanika konzumira svaki dan.

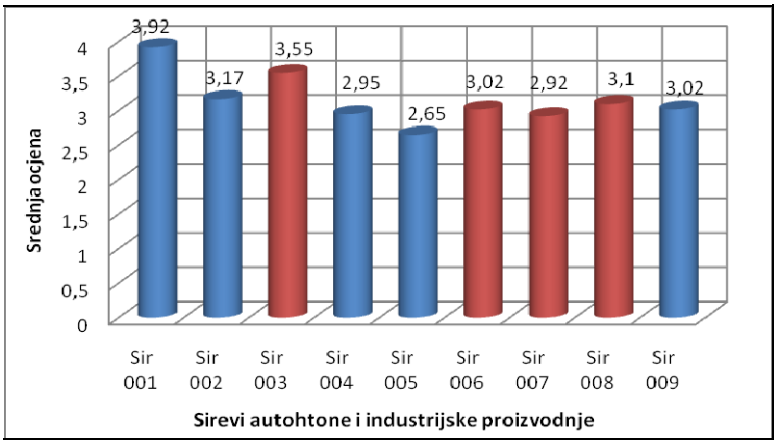
Očito je da više korisnika zna za industrijsku proizvodnju, i to njih 60%. Takođe, može se uočiti da dve trećine korisnika preferira industrijski tip sira od pasterizovanog mlijeka (67%). Na osnovu prikazanih rezultata može se konstatovati da se Livanjski sir nalazi među poznatijim sirevima kod ispitanih potrošača, što je jako dobro za njegovu proizvodnju. Za Livanjski sir je čulo čak 97% ispitanika, te taj isti sir kozumira 80% ispitanika. Autohtona proizvodnja nije nepoznata, pa je 40% ispitanika čulo za taj sir, a čak 33% ga konzumira, što je ohrabrujuće s obzirom da se on ne može naći u komercijalnoj prodaji, dok su industrijski sirevi dostupniji i mogu se naći gotovo u svakom tržnom centru.

Senzorna ocjena Livanjskog sira

Senzorna ocjena izvedena od strane priučenih laika sistemom hedonske skale je pokazala da se sir 001 najviše dopada ispitanicima, a zatim sirevi 003 (industrijski) i 002 (autohtoni).

Iz ovoga se može vidjeti da potrošači prilično preferiraju sir od sirovog mlijeka. Prosječne ocjene sireva od pasterizovanog mlijeka su bile prilično ujednačene što je očekivano. S druge strane, variranja ocjena sireva od sirovog mlijeka su bila značajna što ukazuje na prilično neujednačen kvalitet. Sir 009 ne odstupa od ocjena ostalih sireva što znači da u ovom slučaju ovčije mlijeko nije bilo značajan faktor. Sir 001 najviše odstupa od srednje vrijednosti (2,930) i može se zaključiti da se najmanje dopada ispitanicima od svih autohtonih sireva. Sir 009 ne odstupa od ocjena ostalih sireva, što znači da u ovom slučaju ovčije mlijeko nije bilo značajan faktor. Kod sireva 004, 006, 007, 008, 009 standardna devijacija je niža u odnosu na druge sireve, što znači da nije bilo ekstremnih vrijednosti pa se može reći da su sirevi 004 i 007 najbolje ocijenjeni od većine potrošača.

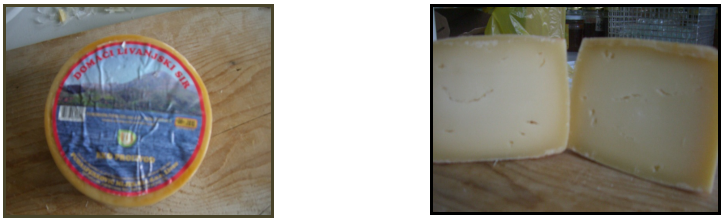
Panel sastavljen od 3 eksperta je ocijenio sireve sistemom bodovanja



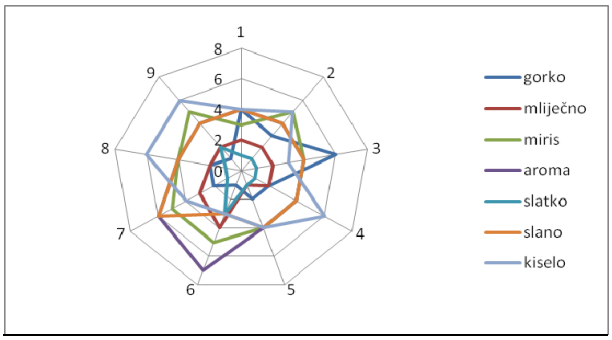
Slika 7. SENZORNA OCJENA LIVANJSKOG SIRA HEDONSKOM SKALOM
Figure 7. SENSORY EVALUATION OF LIVNO CHEESE BY HEDONIC SCALE

(tabela 1) ali je takođe, u svrhu definisanja karakteristika sira najboljeg kvaliteta, dao i opise pojedinih svojstava za svaki pojedini sir. Visina sireva je kod nekih bila nešto niža (001; 003), a kod sira 009 nešto viša od tipične (oko 8,5 cm) ali sve tri još uvijek u granicama. Kora je bez tragova jute, ali sa tragovima krpe (001; 003; 008) ili sa tragovima jute (009) koja se tradicionalno koristi za držanje sira pod presom, ili rebrasta (002), takođe zbog jute. Kod nekih sireva kora je debela i suha (007), debela i glatka (008), debela (004) ili nešto deblja (003). Konzistencija je žilava (001; 005), drobljiva i kratka (002; 004), čvrsta i kratka (007), gnjecava (003), elastična (008; 009) i zrnasta (006). Kod nekih sireva boja se označava kao neujednačena, mramorirana (005), šarena (004), netipična (001), svijetlija, tipična za ovčije mlijeko (009), dok su ostali imali tipičnu žućkastu boju.

Slika 8. VANJSKI IZGLED I PRESJEK SIRA OD SIROVOG MLIJEKA (009)
Figure 8. OUTER APPEARANCE AND CROSS SECTION OF RAW MILK CHEESE (009)



Slika 9. VANJSKI IZGLED I PRESJEK SIRA OD PASTERIZOVANOG MLIJEKA (006)
Figure 9. OUTER APPEARENCE AND CROSS SECTION OF PASTEURIZED MILK CHEESE (006)



Slika 10. ATRIBUTI SENZORNIH KARAKTERISTIKA MIRISA I OKUSA SIRA
Figure 10. ATTRIBUTES OF CHEESE ODOUR AND TASTE SENSORY PROPERTIES

Tijesto je bilo zatvoreno, netipično, sa puno rupica i pukotina (005), sa vlažnim presjekom, vjerovatno kao posljedica nedovoljnog cijeđenja, uz puno rupica koje su bile raskinute, netipične i izobličene (004), te sa puno gnijezdastih, nejednakih sitnih i krupnih rupica (002). Sir sa oznakom 003 imao je zatvoren presjek sa ponekom sitnom rupicom većinom uz koru, sa jednom stranom zatvorenijom od druge, što je, po svoj prilici, bilo posljedica nedovoljnog okretanja pod presom. Puno nejednakih (001), sitnih i netipičnih rupica (008) na presjeku je bila karakteristika nekih sireva. Sir sa oznakom 009 je imao netipične i ne jednake rupice, ali veće od ostalih sireva, što bi moglo ukazati na propionsko-kiselu fermentaciju. Neki sirevi su imali pukotine i gnijezdaste (007) ili sitne netipične rupice (006). Kod nekih sireva (sirovo mlijeko) miris je podsjećao na štalu (005), na plijesan i podrum (002; 004). Nekoliko sireva je imalo slabo izražen miris (001; 003; 008), netipičan (006; 007; 008; 009). Nijanse okusa su bile: netipičan, stran i lojav (005); kiseo (004; 008; 009); kiseo, sa malo gorčine, nečist i netipičan (002); gorak (003); metalan, gorak i kiseo (001); slan i kiselkast (007), te pikantan i oštar (006). Na slikama se može vidjeti vanjski izgled i presjek jednog industrijskog i jednog autohtonog sira.

Senzorna svojstva sireva su dodatno ocijenjena koristeći metodologiju koja omogućuje opis i kvantifikaciju mirisnih i gustativnih karakteristika tvrdih i polutvrdih sireva. Određen je opseg arome (veoma zrelo), mirisa (veoma jak), okusa (slatko, slano, kiselo i gorko) i mliječno, svaki sa ocjenom 1-7 bodova (slika 10). Na prikazanoj slici može se uočiti da je kod sira pod šifrom 003 najviše izražena gorčina, dok je kod sireva 004, 008 i 009 najviše izražena kiselost u odnosu na druge sireve. Sir 006 ima mliječnu notu i najviše izraženu aromu

od svih ocjenjivanih sireva. Sir 007 je slaniji u odnosu na druge sireve. Kod njega je izražena i aroma kao i miris. Miris je više izražen kod sireva 002, 006, 007 i 009. Poredeći industrijske sireve od pasterizovanog mlijeka i one od sirovog proizvedene od strane malih proizvođača na farmama može se konstatovati da kod prvih preovladava kiseo, gorak, slan, oštar i pikantan okus, dok su kod drugih to nijanse kiselog, netipičnog, metalnog okusa, ponegdje sa malo gorčine.

ZAKLJUČAK

Livanjski sir je jedan od najpoznatijih bosansko - hercegovačkih sireva, sa vrlo dugom tradicijom proizvodnje. Danas postoje dva segmenta ove proizvodnje: industrijski, od pasterizovanog mlijeka, i sir sa malih farmi, od sirovog mlijeka. Važan aspekt u izboru tipa proizvodnje je svakako ukus potrošača. Stoga je osnovni cilj ovog rada bio da se ispita preferencija potrošača prema Livanjskom siru u odnosu na to da li je proizveden od sirovog ili pasterizovanog mlijeka. Iako je puno rađeno na Livanjskom siru, senzorne karakteristike nisu dobro definisane pa je zadatak bio i da se one pobliže definišu. Konačno, kvalitet sira je vrlo varijabilan pa se postavlja pitanje šta je zapravo kvalitetan Livanjski sir.

Radi postizanja navedenih ciljeva urađena je anketa potrošača. Senzorna ocjena Livanjskog sira je urađena od strane potrošača i ekspertne komisije. U tu svrhu su uzeti sirevi od sirovog mlijeka, sa malih farmi, te sirevi iz industrijske proizvodnje, koji se proizvode od pasterizovanog mlijeka, uz dodatak starter kulture. S obzirom da se drugi rade gotovo isključivo od kravljeg mlijeka, uzeti uzorci sira sa farmi su također bili od kravljeg mlijeka.

Rezultati ankete su pokazali da je Livanjski sir popularan među stanovništvom, te da veliki udio potrošača poznaje i Livanjski sir iz autohtone proizvodnje, čak ga dosta njih i konzumira, što je obećavajuće obzirom da se on ne može naći u uobičajenim trgovinama hranom. Senzornom ocjenom od strane priučenih laika najbolju prosječnu ocjenu je dobio sir sa oznakom 005 iz autohtone proizvodnje, a zatim sir 007 (industrijski) i sir 004 (autohtoni). Ipak, uvidom u odstupanja od srednje vrijednosti, najbolje ocijenjeni sirevi, zbog ujednačenosti ocjena, bili su 004, 006, 007, 008 i 009, s obzirom da su na ocjenu sira 004 mogli uticati ocjenjivači sa ekstremnim ocjenama. Ekspertna komisija je najbolje ocijenila sir 006, 007, 008 i 009. Razlike između ocjene priučenih laika i eksperata ne treba da čude imajući u vidu činjenicu da prvi obično ocjenjuju samo okus, dok druga ocjena uključuje sve karakteristike. Tako je ocjena za okus dobivena od strane eksperata za navedene sireve varirala unutar jednog boda i bila je npr. visoka za sir 004 koji je ukupno dobio manje bodova zbog drugih osobina.

Generalno, razlike između industrijskih i autohtonih sireva su se sastojale u tome da su prvi uglavnom imali zatvoren presjek, dok je kod drugih bilo rupica različitog oblika, broja i veličine. Neki sirevi iz autohtone proizvodnje su imali miris na štalu što se u literaturi i navodi kao nešto što može biti prisutno kod sireva od sirovog mlijeka. Takođe nekoliko sireva je imalo miris na plijesan i podrum, što ne čudi s obzirom da mnogi sitni proizvođači zaista koriste podrume za zrenje sireva. Ispitivanja su pokazala izrazito varijabilne senzorne karakteristike sireva.

LITERATURA

Anon.: Livanjski sir. Mljekarstvo – prilog Gospodarskog lista, 2/1943, 9 (1943).

Antoniou, K.D., Petridis, D., Raphaelides, S., Omar, Z.B., Kesteloot, R.: Texture assessment of French cheeses. *J. Food Sci*. 65 (2000) 168–172.

Bárcenas, P., Pérez de San Román, R., Pérez Elortondo, F.J., Albisu, M.: Consumer preference structures for traditional Spanish cheese and their relationship with sensory properties. *Food Qual. Pref*. 12, (2001) pp.269–279.

Beuvier, E., Buchin S.: Raw Milk Cheeses. U: *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Vol.1. The third. ed. Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. Elsevier Ltd, London, UK (2004) pp. 319-343.

Bijeljac, S., Sarić, Z.: Autohtoni mliječni proizvodi sa osnovama sirarstva. Izd. Univerzitet u Sarajevu – Poljoprivredni fakultet, Sarajevo (2005).

Delahunty, C.M., Drake, M.A.: Sensory Character of Cheese and its Evaluation.: In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Vol 1. The third. ed. Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. Elsevier Ltd, London, UK (2009) pp. 455-487.

Dozet, N., Stanišić, M., Parijez, S., Sumenić, S.: Tendencije u proizvodnji autohtonih mliječnih proizvoda u Bosni i Hercegovini. Mljekarstvo 24:176-187 (1974).

Dozet, N., Stanišić, M., Perović, M., Bijeljac, S.: Izučavanje tehnologije, konzerviranja i kvalitetnih vrijednosti mliječnih proizvoda malih gazdinstava brdsko-planinskog područja Bosne i Hercegovine. Elaborat. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo (1981).

Dozet, N., Adžić, N., Stanišić, M., Živić, N. Autohtoni mliječni proizvodi, izd. Polj. institut - Podgorica, Silmir, Beograd (1996).

Filjak, D., Baković, D.: Livanjski sir. Memorijalni simpozijum posvećen akademiku prof. dr. Nikoli Zdanovskom na temu »Aktuelni problemi razvitka poljoprivrede brdsko-planinskog područja", Separat 1, Jajce (1974).

Franjić, B.: Ispitivanje kvaliteta i tehnoloških svojstava livanjskog sira. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Sarajevo (1983).

Heinze, G.: F-FD-DVS cultures for the production of semi-hard and pasta filata cheeses. Dairy Seminar, Banja Vrućica. Chr. Hansen GMBH – Germany (2004).

Kirin, S., Marijan, Ž., Mihaljević, D. Livanjski sir. *Mljekarstvo* 4 (2003) 281-291.

Klantschitsch, T.: Influence of microfiltration on the quality of semi-hard cheese from raw milk with particular emphasis on *Clostridium tyrobutyricum* spores. Diss. No. 13233, ETH Zürich (1999).

Kutle, M.: Proizvodnja Livanjskog sira. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb (1996).

Lau, K.Y., Barbano, D.M., Rasmussen, R.R. (1991). Influence of pasteurization of milk on protein breakdown in Cheddar cheese during aging. *J. Dairy Sci*. **74**, 727–740.

Manđeralo, S.: Zlatne ruke. Prilozi proučavanju prošlosti livanjskoga kraja. Svjetlo riječi, Sarajevo (1999) 250-258.

Marijan, Ž.: Kakvoća livanjskog sira proizvodnje livanjske mljekare. Magistarski rad, Veterinarski fakultet, Zagreb (2005).

Partridge, J.A.: Cheddar and Cheddar-type Cheese. U: *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. The sec. ed. Clark, S., Costello, M., Drake, M., Bodyfelt, F. Springer Science+Business Media, LLC, New York, USA (2009) pp.225-271.

Sarić, Z.: Izučavanje biohemijskih promjena kod tipova livanjskog i travničkog sira. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Sarajevo (2002).

Sarić Z., Bijeljac Sonja, Dizdarević T.: Autohtono sirarstvo u Bosni i Hercegovini – istorijski aspekt. Biotehnologija u stočarstvu Vol. 24. (2008).

Zdanovski, N.: Ovčje mljekarstvo. Poljoprivredni nakladni zavod. Zagreb (1947).

Zdanovski, N.: Mliječni proizvodi u NR Bosni i Hercegovini. *Mljekarstvo* 7-8 (1956) 179-186.

Zdanovski, N.: Naši tvrdi ovčji sirevi. *Mljekarstvo* 9 (1967) 199-205.

SUMMARY

SENSORY PROPERTIES OF LIVNO CHEESE IN RELATION TO CONSUMERS PREFERENCES

Zlatan O. Sarić, Tarik A. Dizdarević, Sonja N. Bijeljac, Naida A. Hubanić

Faculty of Agriculture and Food Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Livno cheese is one of the most popular cheeses in B&H. It is traditionally produced of mixed raw ewe and cow milk. However, nowadays it is made of pasteurized cow milk as industrial product. The choice for making Livno cheese type largely depends on habits and preferences of consumers. The aim of this work was to test consumer favour towards raw milk and pasteurized milk Livno cheese. Therefore, the survey was conducted among consumers. Sensory evaluation of Livno cheese was made by layman and an expert panel. Farmhouse raw milk cheeses were taken from small producers while industrial pasteurized milk cheeses were purchased at local a market.

The survey showed that many consumers have heard of autochthonous Livno cheese, besides the industrial one. Raw milk Livno cheese was the more frequently consumed type despite the fact it could not be found in regular food shops. In general, industrial and autochthonous Livno cheese were different. While former mostly had closed texture, the latter had different number of small, big, regular and iregular holes. Some raw milk cheeses were characterized by more „strong“ attributes, such as animal, mouldy, celler. This was usual property of raw milk cheeses and could be expected since Livno cheese producers had ripening rooms in their cellers. Investigation showed extreme variations in sensory properties of Livno cheese.

Key words: sensory properties • raw milk • pasteurized milk • cheese

MILICA M. VILUŠIĆ
TIJANA A. PEŠIĆ
ELMA J. PUŠKAREVIĆ

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet, Bosna i Hercegovina

NAUČNI RAD

UDK: 637.33(497.15)

KARAKTERIZACIJA PROIZVODNJE DOMAĆEG TOPLJENOG SIRA NA PODRUČJU OPĆINE DOBOJ ISTOK

Na području općine Doboj Istok, Tuzlanski kanton, domaći topljeni sir se proizvodi po tradicionalnoj recepturi i kao takav, dosta je zastupljen u domaćinstvima. Najčešće ima oblik koluta i debljine je do 5 centimetara, što opet ovisi o količini upotrijebljenog svježeg sira i mlijeka, kao i od veličine kalupa u koji se stavlja.

U radu je opisan postupak proizvodnje, karakteristike i senzorska svojstava domaćeg topljenog sira. Za proizvodnju se koristi svježi sir i svježe kravlje mlijeko, i mala količina kajmaka, maslaca i sode bikarbone.

Topljeni sir je glatke i sjajne površine, jednolično svijetlo žute boje, bez grudvica i šupljina, ali sa manjim brojem zračnih mjehurića u tijestu. Miris je bio ugodan, karakterističan za sir ovog tipa i bez ikakvih stranih mirisa. Okus je jasno izražen, karakterističan za proizvod, bez stranih okusa i umjerene arome.

Varijacije sadržaja suhe tvari, mliječne masti, te senzorskih svojstva topljenog sira ovise o načinu proizvodnje i kvaliteti korištenih sirovina, tako da se tri uzorka mogu svrstati u skupinu topljenih sireva za rezanje, a četvrti u skupinu sireva za mazanje.

Domaći topljeni sir je senzorski ocijenjen sa prosječnim ocjenama 18,38 do 19,71, koje daju dodatne mogućnosti za proizvodnju topljenog sira standardne kvalitete.

Ključne reči: domaći topljeni sir za rezanje i mazanje • suha tvar • mliječna mast u suhoj tvari • senzorska svojstva

Adresa autora:
dr. sc. Milica Vilušić, Tehnološki fakultet, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla, BiH, Tel. +387 35 320 784, e-mail: milica.vilusic@untz.ba

UVOD

Prerada mlijeka i proizvodnja sira su jedan od načina čuvanja mliječnih proizvoda na duže vrijeme. Specifičnost okusa pojedine vrste autohtonog sira posljedica je heterogene mikrobne kulture, sezonskih svojstava i samog geografskog područja na kojem se sir proizvodi.

Na području općine Doboj Istok, Tuzlanski kanton, domaći topljeni sir se proizvodi po autohtonoj tehnologiji i kao takav, dosta je zastupljen u domaćinstvima. Najčešće ima oblik koluta, debljine je do 5 centimetara, što opet ovisi o količini upotrijebljenog svježeg sira i mlijeka, kao i veličini kalupa u koji se stavlja.

Topljeni sirevi se primarno karakteriziraju po sastavu, sadržaju vode i konzistenciji, i svrstani su u tri osnovne skupine:

- topljeni sir za rezanje
- topljeni sir za mazanje i
- hrana na bazi topljenog sira (Carić i Kaláb, 1993).

Domaći topljeni sir priprema se od svježeg kravljeg sira i svježeg kravljeg mlijeka, čija je kvaliteta jako bitna. Zbog svoje dobre konzistencije, koja može biti i maziva i tvrda, te bogatog okusa može se koristiti i kao dodatak raznovrsnim jelima. Budući da se domaći topljeni sir proizvodi po autohtonoj tehnologiji, postoje određena variranja u kvaliteti, odnosno konzistenciji i teksturi topljenog sira. Inače, u literaturi nema podataka o domaćem topljenom siru sa područja općine Doboj Istok, pa je cilj ovog rada obuhvatio opis postupka proizvodnje, sadržaj suhe tvari i mliječne masti, te senzorska svojstva topljenog sira. Bašić i sur. (2003) su pisali o kvaliteti svježeg mlijeka na području ove općine i njegov utjecaj na proizvodnju i kvalitetu mliječnih proizvoda. Prema Bašić i sur. (2003) kvaliteta svježeg mlijeka ispitivanih uzoraka u pogledu fizikalno-kemijskih parametara je odgovarala propisima važećeg Pravilnika. Vilušić i sur. (2008) su dali pregled osobitosti proizvodnje autohtonog masnog sira u okolici Tuzle. Na taj način bi bilo moguće karakterizirati parametre proizvodnje, definirati senzorska svojstva i kvalitetu domaćeg topljenog sira sa područja općine Doboj Istok.

Topljeni sir ima nekoliko prednosti u odnosu na svježi, jer ima produženi rok trajanja i postojanost sirne mase pri zagrijavanju. Proizvode se od sireva različite zrelosti koji se zajedno usitnjavaju, miješaju i zagrijavaju. Može se dodati voda, emulgirajuće soli, boje i začini, a gotovi proizvod je homogena i glatka smjesa (Nath, 1993). Korištenje emulgatora u topljenom siru omogućava topljenje sira prilikom zagrijavanja. Dužim zagrijavanjem svježeg sira dolazi do odvajanja proteinskog gruša (gela) i tekuće masti, što nije slučaj kod topljenog sira. Emulgatori - natrij fosfat, kalij fosfat, tartarat ili citrat, smanjuju mogućnost odvajanja malih globula masti na površinu sira, i sprječavaju izdvajanje masti.

Topljeni sirevi mogu se prodavati pod nazivom jedne vrste sira ako sadrže najmanje 75% te vrste sira. Danas su to najomiljenije i najraširenije vrste sireva. Ono što mu daje omiljenost, jest njegov prijatan, osvježujući okus, dobra probavljivost i povoljna trajnost. Može da bude proizveden tako da ima tvrdu konzistenciju, pa se može rezati i biti posluživan kao tvrdi

sir. Također, može da posjeduje mazivu konzistenciju i da se posluži kao namaz.

Topljeni sir se razlikuju od drugih sireva, jer nije direktno napravljen od mlijeka, nego od raznih sastojaka, kao što je svježi ili neka druga vrsta sira, emulgirajućih soli, mlijeka, maslaca/ulja, mliječnih sastojaka, biljnih ili drugih sastojaka (Tratnik, 1998; Fox i sur., 2000). Zagrijavanjem spontano ukiseljenog mlijeka na temperaturu iznad 70°C, gruš se topi i nastaje tzv. „topljeni kiseli ili svježi sir" (Foissy, 2005). Iako poznavatelji sira smatraju da su topljeni sirevi slabije kvalitete od prirodnih sireva, ovi sirevi imaju prednost, stabilniji su, i predstavljaju rješenje za sireve koji su lošije kvalitete. Hranjiva vrijednost topljenog sira je uglavnom slična onoj u izvornom siru od kojeg je i napravljen. Smanjenje masti u topljenom siru ima manje neželjenih posljedica nego za druge vrste sireva. Budući da topljeni sir može biti proizveden u širokom rasponu okusa, oblika i konzistencije, posebno je popularan kao dodatak drugim jelima (McSweeney i sur., 2004). Zagrijavanjem mlijeka na visokim temperaturama denaturiraju se sirutkini proteini, koji zajedno sa kazeinom prelazi u gruš. Oni doprinose boljoj konzistenciji, okusu, povećanju prinosa i hranjivu vrijednost sira (Jovanović, 1994).

Domaći topljeni sir sa područja općine Doboj Istok, proizvodi se od svježeg mlijeka i svježeg sira, pa se okusom i teksturom značajno razlikuju od sireva proizvedenih u industrijskim razmjerama. Već dugi niz godina ovaj sir se tradicionalno proizvodi u domaćinstvima ovog dijela Tuzlanskog kantona po ustaljenoj recepturi. Inače, svaki autohtoni sir je karakterističan po području na kojem se proizvodi i jako je važno njihovo očuvanje.

U tradicionalnoj sirarskoj proizvodnji, gdje se koristi sirovo mlijeko, endogeni mikroorganizmi mlijeka vrlo su značajni u stvaranju konačne arome sira. Ovakva proizvodnja omogućava prisustvo šireg spektra bakterija u odnosu na sir dobiven od pasteriziranog mlijeka sa dodatkom starter kultura (Sarić, 2002). Važno je da sir ne bude star, jer se stariji sirevi ne tope onom brzinom kao mladi. Svježi sir sadrži veliki postotak tzv. nativnih bjelančevina, koje imaju veliku sposobnost vezivanja vode i lakše i brže se tope. Stariji sirevi daju topljenom siru izraženiju aromu i okus. Proizvodnja ovog sira iziskuje veliko iskustvo i umijeće izrade, postizanje odgovarajućeg viskoziteta topljenog sira radi okončanja topljenja sirne mase.

Pri proizvodnji domaćeg topljenog sira koristilo se mlijeko, ručno provedene, jutarnje mužnje jednog muznog grla. Od svježeg mlijeka pravio se domaći svježi sir, koji se dalje koristio za prozvodnju topljenog sira. Svježi domaći sir se dobivao spontanim kiseljenjem mlijeka do pH oko 4,6. Ukiseljeno mlijeko se zagrijavalo na temperaturi iznad 70°C, 30 do 60 minuta, sve dok se većina sirutke nije izdvojila iz sirnog gruša. Nakon zagrijavanja, samoprešanjem se gruš cijedio u plastičnim cjediljkama. Količina dobivenog svježeg sira ovisila je o količini korištenog mlijeka. Približno 800 g svježeg sira se usitnjavalo u posudi i potapalo sa 800 mL svježeg mlijeka. Smjesa svježeg sira i mlijeka zagrijavala se ponovo na nižoj temperaturi 45 do 60 minuta, kako bi se preostala sirutka izdvojila iz sira. Tretirani sir se cijedio 3 do 5 sati u plastičnoj cjediljki, ponovo usitnjavao u posudi u kojoj se prethodno otopilo 50 g maslaca, i dodata 1½ jušna kašika domaćeg kajmaka. Smjesa se lagano zagrijavala do postizanja homogene plastične mase jednolično žute boje. U sirnu masu se, uz lagano miješanje, zatim dodavala 1 čajna kašičica kuhinjske soli i isto toliko sode bikarbone. Dodatkom sode bikarbone podešavala se pH vrijednost od 5,5 do 6,0 (Kessler, 1981; Foissy, 2005). Kada se tijesto počelo dizati, nastavilo se sa miješanjem i zagrijavanjem oko 5 minuta. Tako otopljena sirna masa se prenosila u odgovarajuće kalupe, najčešće plastične zdjelice s okruglim dnom. Dobiveni topljeni sir može se čuvati u hladnjaku i do nekoliko mjeseci.

MATERIJAL I METODI

Proizvodnja domaćeg topljenog sira obavljena je u jednom domaćinstvu u općini Doboj Istok po autohtonoj recepturi, uz prethodnu analizu sastava korištenog mlijeka jednog muznog grla.

Fizikalno-kemijski sastav domaćeg kravljeg mlijeka za proizvodnju domaćeg topljenog sira je određen pomoću LactoStar 3510 (FUNKE GERBER Njemačka), sa ponavljanjem od tri puta.

U domaćem topljenom siru utvrđen je sadržaj suhe tvari i mliječne masti u suhoj tvari sira, te senzorsko ocjenjivanje kvalitete sira. Mliječna mast dobivenog domaćeg topljenog sira je određena po van Guliku (ISO 3433:2008), a suha tvar određivana je sušenjem u sušnici na 102 ± 2°C (IDF 4A:1982). Senzorsko ocjenjivanje domaćeg topljenog sira provela je panel skupina od 6 ispitivača, testiranjem u senzorskom laboratoriju opremljenom sa zasebnim kabinama osvjetljenim bijelim svijetlom (ISO 8589:1988). Uzorci topljenog sira su ocjenjeni nakon 7, 14 i 21 dan čuvanja u hladnjaku, bodovanjem: izgleda, boje, konzistencije tijesta, presjeka, mirisa i okusa, sa ukupno 20 bodova (ISO 22935-2:2009, ISO 22935-3:2009).

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosječni fizikalno-kemijski sastav svježeg kravljeg mlijeka, kao polazne sirovine za proizvodnju domaćeg topljenog sira, prikazan je u tabeli 1.

S obzirom da Pravilnik o kvalitetu mlijeka, mliječnih proizvoda, sirila i čistih kultura (Službeni list, 1983) propisuje minimalno 8,5% suhe tvari bez masti, prosječan uzorak mlijeka za proizvodnju topljenog sira u potpunosti je zadovoljavao sa 9,51%. Udio pojedinih sastojaka utječe na kvalitetu topljenog sira, pa veći sadržaj suhe tvari bez masti u mlijeku, ukazuje na bolju kvalitetu nastalog gruša i veći sadržaj suhe tvari u siru.

Sadržaj suhe tvari i mliječne masti u suhoj tvari domaćeg topljenog sira prikazani u tabeli 2.

Tabela 1. FIZIKALNO-KEMIJSKI SASTAV MLIJEKA ZA PROIZVODNJU DOMAĆEG TOPLJENOG SIRA
Table 1. PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION OF MILK USED FOR PRODUCTION OF DOMESTIC PROCESSED CHEESE

Parametri / Parameters	Sadržaj / Content (%)
Mliječna mast / Milk Fat	2,66
Proteini / Proteins	3,56
Laktoza / Lactose	5,18
Suha tvar bez masti / Fat free dry matter	9,51
Pepeo / Ash	0,72
Točka ledišta / Freezing-point (°C)	- 0,552

Tabela 2. KARAKTERISTIKE DOMAĆEG TOPLJENOG SIRA
Table 2. CHARACTERISTICS OF DOMESTIC PROCESSED CHEESE

Uzorak Sample	Suha tvar Dry matter (%)	Mliječna mast u suhoj tvari Milk fat in dry matter (%)
DTS1	50,87	50,16
DTS2	48,20	47,10
DTS3	43,71	44,38
DTS4	43,02	48,92

Tabela 3. SENZORSKA SVOJSTVA DOMAĆEG TOPLJENOG SIRA
Table 3. SENSORY PROPERTIES OF DOMESTIC PROCESSED CHEESE

Uzorak Sample	Čuvanje (dani) Storage (days)	Izgled Appearance (3,00)	Boja Colour (1,00)	Konzistencija Consistency (2,00)	Presjek Texture (4,00)	Miris Odour (2,00)	Okus Flavour (8,00)	Σ (20,0)
DTS1	7.	2,88	1,00	1,96	3,83	2,00	7,98	19,65
	14.	2,88	1,00	1,88	3,75	2,00	7,98	19,49
	21.	2,88	1,00	2,00	3,83	2,00	8,00	19,71
DTS2	7.	2,95	0,98	1,88	3,90	1,96	7,06	18,73
	14.	2,94	0,98	1,90	3,86	1,94	7,52	19,14
	21.	2,94	0,98	1,90	3,86	1,94	7,54	19,16
DTS3	7.	2,82	0,96	1,70	3,78	1,74	7,60	18,60
	14.	2,82	0,96	1,70	3,78	1,70	7,42	18,38
	21.	2,62	0,96	1,52	3,66	1,58	7,36	17,70
DTS4	7.	2,95	1,00	1,93	3,93	1,88	7,90	19,59
	14.	2,91	0,96	1,90	3,90	1,75	7,71	19,13
	21.	2,91	0,96	1,90	3,91	1,68	7,18	18,54

Suha tvar domaćeg topljenog sira kreće se u granicama od 43,02% do 50,87%.

Upotrebom 800 g svježeg sira i 800 g svježeg mlijeka dobije se oko 500 g domaćeg topljenog sira sa sadržajem suhe tvari od 43,02% do 50,87%. Mliječna mast u suhoj tvari topljenih sireva nalazi se u granicama 44,38% do 50,16%, što ukazuje da uzorci DTS1, DTS2 i DTS4 pripadaju skupini punomasnih sireva, a DTS3 se nalazi u skupini masnih sireva.

Podaci iz tabele 2 pokazuju varijacije pojedinih parametara, što je sasvim razumljivo s obzirom da mlijeko koje se koristilo i sam proces proizvodnje nisu standardizirani.

Tabela 3 daje pregled prosječnog senzorskog ocjenjivanja domaćeg topljenog sira nakon 7, 14 i 21 dan čuvanja u hladnjaku, iskazan bodovima od 18,38 do 19,65. Proizvedeni sir je cilindričnog oblika, promjera 17-18 cm i visine 4-5 cm, ali može biti i drugog oblika s obzirom na mogućnost korištenja različitih kalupa.

Domaći topljeni sir DTS1 imao je glatku i sjajnu površinu, jednolično svijetložute boje. Sirno tijesto je elastično-plastične konzistencije, bez grudvica i šupljina, ali sa manjim brojem zračnih mjehurića u tijestu. Miris je bio ugodan karakterističan za sir ovog tipa i bez ikakvih stranih mirisa. Okus je jasno izražen, karakterističan za proizvod, bez stranih okusa i umjerene arome.

Sir DTS2 po vanjskom izgledu bio je za nijansu bolji od domaćeg topljenog sira 1. Ravne, svjetle, sjajne i ujednačene svjetložute boje. Ukupan broj bodova ovog topljenog sira ukazuje na neznatno mekšu konzistenciju i slabije izraženi miris i okus.

Svijetlu boju površine je imao domaći topljeni sir DTS3 i najveću visinu od svih sireva. Pravilnog je oblika, glatke i sjajne površine. Presjek je ujednačene boje kao i površina, sa više sitnih rupica raspoređenih po čitavom sirnom tijestu. Tijesto je elastičnije i mekše za razliku od sira DTS1 i DTS2. Miris i okus slabije izraženi nego ostali uzorci. Ljepljivost u ustima je karakteristična za proizvod.

Žutu boju, glatku, ravnu i sjajnu površinu imao je i sir DTS4. Pravilnog je oblika sa presjekom jednolično žute boje bez rupica i grudvica, skoro mazive i gusto - pastozne konzistencije sa izraženijim lijepljenjem po ustima. To može biti posljedica većeg sadržaja mliječne masti u siru, koja uvjetuje mazivost sira.

Inače, ni jedan od uzorak domaćeg topljenog sira nije pokazivao znakove kristalizacije mineralnih tvari i laktoze, jer se nije zamjećivala pjeskovita struktura prilikom kušanja.

ZAKLJUČAK

Domaći topljeni sir proizvodi se tradicionalno u domaćinstvima na području općine Doboj Istok.

Za proizvodnju se koristi svježi sir i svježe kravlje mlijeko, i mala količina kajmaka, maslaca i sode bikarbone.

Sastav i svojstva topljenog sira ovise o načinu proizvodnje i kvaliteti korištenih sirovina, te se prva tri uzorka mogu svrstati u skupinu punomasnih sireva za rezanje. Četvrti uzorak, prema sadržaju suhe tvari i mliječne masti u suhoj tvari, sličniji je topljenom siru za mazanje.

Domaći topljeni sir je senzorski ocijenjen sa prosječnim ocjenama 18,38 do 19,71, koje daju dodatne mogućnosti u proizvodnji topljenog sira standardne kvalitete.

LITERATURA

Bašić, M., Vilušić, M., Avdaković, S. (2003): Kvalitet svježeg mlijeka na području općine Doboj Istok i njegov utjecaj na proizvodnju mliječnih proizvoda, Prehrambena industrija, Vol 14 (1-2), 114-117.

Carić, M., Kaláb, M. (1993): Processed cheese, in Encyclopedia of Food Science & Technology, vol. 3, ed. Y. H. Hui, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2161.

Foissy, H. (2005): Technologie der Milch, IMB Verlag, Universität für Bodenkultur Wien.

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2000): Fundamentals of Cheese Science, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

IDF Standard. (1982): Cheese - Determination of total solids content in cheese and processsed cheese. Volume 4A.

ISO 22935-2:2009: Milk and milk products – Sensory analysis - Part 2: Recommended methods for sensory evaluation.

ISO 22935-3:2009: Milk and milk products – Sensory analysis - Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with pro-

duct specifications for sensory properties by scoring.
ISO 3433:2008: Cheese — Determination of fat content — Van Gulik method.
ISO 8589:1988: Sensory analysis – General guidance for desing of test rooms.
Jovanović, S., (1994): Uticaj pojedinih faktora i thenoloških operacija u proizvodnji kiselinskih sireva. Magistarski rad, Univerzitet u Banjoj Luci.
Kessler, H. G. (1981): Cheese Manifacture, in Food Engineering and Dairy Technology, Verlag A. Kessler, Freising, 426-449.
McSweeney, P.L.H., Ottogalli, G., Fox, P.F. (2004): Diversity of Cheese Varieties: An Overview, in Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 2, 1-23.
Nath, K. R. (1993): Cheese, Chapter 3, in Dairy Science and Technology Handbook 1 Principles and Properties (Hui, Y. K.), Wiley-VCH, Inc., 229.
Pravilnik o kvaliteti mlijeka, mliječnih proizvoda, sirila i čistih kultura, Službeni list 32/1983.
Sarić, Z. (2002): Izučavanja biohemijskih promjena tokom tehnološkog procesa kod tipova livanjskog i travničkog sira. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
Tratnik, Lj. (1998): Mlijeko-tehnologija, biokemija i mikrobiologija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
Vilušić, M., Bašić, M., Pešić, T. (2008): Osobitosti proizvodnje autohtonog masnog sira u okolici Tuzle, 1st International Conference ˝Vallis Aurea˝ Focus On: Regional Development: 993-997.

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF DOMESTIC PROCESSED CHEESE PRODUCTION IN THE AREA OF DOBOJ EAST

Milica M. Vilušić, Tijana A. Pešić, Elma J. Puškarević
University of Tuzla, Faculty of Technology, Bosnia and Herzegovina

In the area of Doboj Istok, Tuzla Canton, domestic processed cheese produced by the traditional recipe and as such, is fairly represented in local households. Most commonly, it is in the form of rings and up to 5 cm thick, depending on the amount of recovered fresh cheese and milk, as well as on the size of the mold.

This paper describes the process of production and characteristics and sensory properties of the domestic processed cheese. Fresh cheese and fresh cow milk, and a small amount of cream, butter and baking soda were used for the production of the processed cheese.

Processed cheese is smooth and glossy on surface, uniform light yellow in color, without blob and holes, but with few air bubbles in the cheese dough. The odour was pleasant, characteristic for this type of cheese with no additions of foreign odours. Taste is clearly defined, characteristic of the product, without foreign tastes and with moderate flavour.

Variation of dry matter, fat, and sensory properties of processed cheese depends on the mode of production and quality of raw materials used. The three samples used in this research can be classified into a group of processed cheese for cutting, while the fourth sample can be classified into a group of spreadable cheeses.

Homemade processed cheese is sensory evaluated with average scores from 18.38 to 19.71, which provide additional opportunities for the production of processed cheese standard quality.

Key words: domestic processed cheese for cutting and spreading • dry matter • fat in dry matter • sensory properties

[1]MIHAILO S. OSTOJIĆ
[2]LJUBIŠA M. TOPISIROVIĆ
[1]RENATA R. RELIĆ
[1]GORAN M. JEŽ

[1] Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Srbija
[2] Univerzitet u Beogradu, Biološki Fakultet, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.12.639:637.04(497.11)

AUTOHTONA TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE GOLIJSKOG SIRA

Autohtona proizvodnja sireva na području Srbije ima veoma dugu tradiciju. Ovi sirevi se proizvode bez korišćenja starter kulture. Iz tog razloga, proučavanje svih aspekata proizvodnje takvih sireva je veoma važno. Ovakav pristup će obezbediti nastavak tradicionalnog načina proizvodnje sireva na područjima odakle i potiču. Osim toga, ovakva istraživanja stvoriće mogućnost predstavljanja proizvodnje autohtonih sireva, bilo na poluindustrijskom ili industrijskom nivou, kao i njihovo prezentovanje na različitim tržištima.

Golijski sir pripada grupi mekih sireva. Proizvodi se od nepasterizovanog (sirovog) kravljeg mleka, koje se u tu svrhu koristi odmah posle muže. Uobičajeno je da sir ostaje u planinskom domaćinstvu jedan ili dva meseca dok traje period zrenja. Sir se tradicionalno seče u kriške i pakuje u odgovarajuću ambalažu. Ovu proizvodnju uglavnom vrše mali proizvođači, što ima za posledicu neujednačen kvalitet i nestandardizovanu vrednost sira. Međutim, proizvodnjom u zaštićenim regionima, zadovoljeni su zahtevi za oznaku geografskog porekla.

Cilj ovog rada bio je istraživanje autohtone proizvodnje, hemijski sastav i mikrobiološki kvalitet sira proizvedenog na planini Golija. Ispitivanje promena u populaciji bakterija mlečne kiseline (BMK) u siru sa Golije izvršeno je analizom na prisustvo BMK u mleku za proizvodnju sira, kao i u siru za vreme zrenja. Sastav mikroflore sira praćen je posle 1, 10, 20, 30, 45 i 60 dana zrenja sira.

Ključne reči: Golijski sir • tehnologija • hemijski sastav • bakterije mlečne kiseline

UVOD

Planina Golija okružena je na severu planinom Jelicom, na istoku Kopaonikom, Čemernim i Radočelom, na zapadu Javorom, a na jugu Zlatarom, Jadovnikom i visoravni Pešter. U obliku je potkovice. Područje Golije ograničeno je dolinom Ibra na istoku, Raške i Ljutske reke na jugu, Moravice na zapadu i srednjim delom doline Studenice na severu i severoistoku. Nalazi se 40 km jugozapadno od Ivanjice i 32 km severno od Novog Pazara.

Vlada Republike Srbije donela je Uredbu (Sl. glasnik RS, 2001) kojom se područje planine Golija i Radočelo stavljaju pod zaštitu kao „Park prirode Golija“ prirodno dobro izuzetnog značaja.

Zbog nepropusne geološke podloge i obilja padavina, Goliju karakteriše veliki broj izvora dobre i pitke vode. Predeo je izbrazdan dubokim rečnim dolinama, između kojih su uzvišenja različitog oblika i veličine. Vode ovih izvora stvaraju reke koje su inače bogate raznovrsnom ribom (potočnom pastrmkom, lipenom, krkušom, jošankom itd.). Simbol Golije i okosnicu hidrografije predstavljaju reke Moravica i Studenica.

Biodiverzitet je sveukupna raznolikost oblika i funkcija biljnog i životinjskog sveta, između vrsta, unutar različitih vrsta i ekosistema. U cilju harmoničnog saživota čoveka i prirode, potrebno je da se očuva i održivo koristi biodiverzitet. Zaštita biodiverziteta podrazumeva očuvanje i obnavljanje narušenih ekosistema, prirodnih staništa i svih vrsta flore i faune.

Golija ima gotovo idealne prirodne uslove, vezane za stočarsku proizvodnju, što podrazumeva vazduh, vodu, klimu, pašnjake i poljoprivredne površine. Uz zadovoljavajuće uslove u pogledu brojnosti i rasnog sastava muznih krava, zdravstvene zaštite, ishrane, nege, držanja i smeštaja krava, kao i uz nedovoljnu razvijenost regiona i nešto slabiju starosnu strukturu stanovništva, odvija se i proizvodnja mleka i sira.

Postoje prirodni preduslovi za razvoj stočarstva na Goliji. Oni se ogledaju u prisustvu livadskih i pašnjačkih prostora koji su brdskog, brdskoplaninskog i planinskog tipa. U pogledu stočnog fonda, u periodu od 1991-2002. beleži se pad na nivou Golijskih opština: broj goveda se kretao od 25,6% do 44,0%, ovaca od 32,0% do 55%. Ovo kontinuirano smanjenje stočnog fonda, kao i sve manji broj aktivnih bačišta povezuje se sa izraženim trendom napuštanja sela, i poljoprivrede kao i činjenicom da su ljudi koji ostaju na selu i bave poljoprivredom uglavnom starije osobe. Na ovom području, na ivanjičkoj strani postoji manji broj registrovanih bačišta (Manojlović, 2009). Osim toga, postoje dve registrovane stočne farme: „Golijska reka“ za priplod ovaca i „Preko brdo“ za letnju ispašu. Na strani koja pripada raškoj opštini postoji manji broj privatnih mini farmi. U naselju Vrujici/Duga Poljana, koje pripada opštini Sjenica, postoji savremeno opremljena „ekološka“ farma na površini od 220ha. Privatna gazdinstva se bave stočarstvom uglavnom za svoje potrebe. Otkup mleka je retko organizovan u većem obimu i obavlja se još uvek na nivou lokalnih prodavnica.

U klimatskim uslovima koji karakterišu brdsko-planinski deo naše zemlje uspešna proizvodnja mleka je jedino moguća uz unapređenje dominantno pašnog sistema ishrane. Sadašnje stanje nije zadovoljavajuće jer se uglavnom radi o pašnjacima lošijeg kvaliteta, sa niskim stepenom primene agrotehničkih mera u smislu zasnivanja i nege. Visoka proizvodnja mle-

*Rad je deo istraživanja u okviru projekta TR 20111 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Adresa autora:
Dr Mihailo Ostojić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
Tel.: 064162 44 65,
e-mail: mostojic@agrif.bg.ac.rs

ka, naročito u govedarstvu, biće moguća tek ako se ovom problemu ozbiljnije pristupi. Farmeri koji žele da na ovaj način zasnuju svoju proizvodnju mleka, neizbežno moraju da se orijentišu na formiranje sejanih travnjaka, baziranih na smešama trava i leguminoza.

Područje planine Golija raspolaže obiljem travnatih površina, koje pružaju mogućnost kretanja i prirodan način ishrane životinja na paši. Ovakvi uslovi pozitivno utiču na dobrobit mlečnih krava, njihovu produktivnost i dobro zdravstveno stanje. To predstavlja potencijal za unapređenje proizvodnje mleka i mlečnih proizvoda u ovim krajevima. Detaljnom analizom i procenom uslova smeštaja i muže krava u stajama domaćinstava sa ovog područja dobijeni su brojni podaci o načinu gajenja muznih grla, koji ukazuju na određene nedostatke u izgradnji i održavanju staja, kao i o načinu i učestalosti vršenja pojedinih mera. Tako su prostorni i mikroklimatski uslovi u stajama prosečno ocenjeni kao dobri. Kao najveći propusti zapaženi su: rešenje ventilacije staja i stanje prozora, intenzitet osvetljenja i brzina strujanja vazduha. Higijenski uslovi su lošije procenjeni, čemu najviše doprinose higijena prozora, kanala i hodnika za izđubravanje, higijena ležišta i zidova. Ocene higijene vimena i tela životinja pokazuju da se nezi životinja ne posvećuje dovoljna pažnja, kao ni higijeni muže i posuda za transport i čuvanje mleka (Relić i sar., 2009).

Predmet istraživanja u ovom radu je utvrđivanje autohtone tehnologija Golijskog sira i stvaranje uslova za njegovu standardizaciju sa krajnjim ciljem zaštite oznaka geografskog porekla (Ostojić i sar., 2001; Ostojić i Topisirović, 2006a, 2006b).

MATERIJAL I METODI

Za izradu sireva korišćeno je kravlje mleko. Izvršene su osnovne hemijske analize mleka, kao i svežeg sira nakon proizvodnje i do 35 dana zrenja, sledećim metodama (Carić i sar., 2000):

- određivanje količine suve materije standardnom metodom sušenja na 102±1°C
- određivanje količine mlečne masti mleka metodom po Gerber-u,
- određivanje količine mlečne masti sira metodom po van Gulik-u,
- određivanje količine proteina preko sadržaja ukupnog azota metodom po Kjeldahl-u,
- određivanje količine pepela metodom žarenja na 550°C .

Analize su vršene u dva ponavljanja, a osnovne karakteristike serija dobijenih podataka za ispitivana obeležja prikazane su preko srednjih vrednosti (X).

Izolacija BMK je rađena tako što je 20g svakog uzorka sira, prethodno homogenizovanog u sterilnom avanu, dodavano u 180mL sterilnog 2% (w/v) tri-natrijum citrata, čime je dobijeno prvo razređenje. Ostala razređenja (10^{-2} - 10^{-7}) su pripremana u sterilnom fiziološkom rastvoru, tj. 0,85% (w/v) natrijum hloridu. Po 1mL svakog razređenja je zasejavano na razne hranljive podloge. Za utvrđivanje ukupnog broja bakterija korišćena je podloga PCA (Oxoid), pH 7,0. Inkubacija zasejane podloge trajala je 72 sata na 30ºC u aerobnim uslovima. Laktobacili su izolovani na hranjivoj podlozi Rogosa agar (Oxoid) pH 5,4, a koke na M17 bujonu (Merck) uz dodatak 0,5% (w/v) glukoze i 2% (w/v) agara (Torlak), čime je dobijena podloga GM17 agar, pH 7,2. Inkubacija zasejanih podloga vršena je posebno na 30ºC i 45ºC u aerobnim, kao i na 30ºC i 45ºC u anaerobnim uslovima u toku 3 do 5 dana. Za postizanje anaerobnih uslova korišćen je Anaerocult A (Merck), koji je stavljan u lonce za anaerobiju zajedno sa inkubiranim podlogama. Kultivacija laktobacila nakon izolacije vršena je u MRS bujonu ili agaru (Merck), pH 5,7, zavisno od potreba eksperimenta.

Čiste kulture laktobacila i koje su čuvane u MRS i GM17 bujonu uz dodatak 15% glicerola (w/v) na -80ºC.

REZULTATI I DISKUSIJA

U vezi sa zahtevom za kompozitnim kvalitetom mleka nema razlike između Golijskog i drugih sireva. Mleko za proizvodnju Golijskog sira mora da bude pogodno za podsiravanje. To znači da ima potrebnu količinu osnovnih sastavnih delova, na prvom mestu masti i proteina. Potrebno je da ima normalne fizičke osobine, normalnu mikrofloru i da ima normalan miris, ukus, boju i konzistenciju. Veoma je važno da mu je sposobnost zgrušavanja dobra. Organoleptička svojstva mleka su vrlo važna o čemu se mora voditi računa prilikom proizvodnje. Isto kao i kod drugih sireva, loša svojstva mleka prenose se na Golijski sir (Ostojić, 2006a; 2010).

U proizvodnji mleka se preduzimaju određene mere kako bi se sačuvao njegov kvalitet. Ipak, u njemu se nađu nepoželjni mikroorganizmi, koji svojim radom dovode do promena mleka ili kasnije sira. Pored loših osobina koje mogu nastati radom štetnih mikroorganizama, može se desiti da sir od ovakvog mleka bude direktno opasan za potrošača. S obzirom da se mleko prerađuje ponekad i posle 12 časova od muže, nužno se postavlja pitanje regulisanja njegove mikroflore (Ostojić, 2007).

To se postiže kuvanjem, a u industriji pasterizacijom mleka. Visina primenjene temperature je u zavisnosti od stepena zagađenja i namene mleka. Termički tretman će biti efikasno sredstvo u borbi protiv lošeg kvaliteta, samo ako se postigne sledeće:

1. što manja promena fizičko-hemijskih osobina mleka kako bi se dobio gruš normalnih osobina;
2. uništavanje štetnih i patogenih mikroorganizama i stvaranje uslova za dodavanje čistih kultura i obezbeđivanje normalne mikroflore mleka.

Koagulacija mleka je, uz sinerezis, najznačajnija faza u procesu proizvodnje sireva. Koagulacijom se ostvaruje prelaz tečnog sistema mleka u sistem gela. Time se menja agregatno stanje početnog supstrata i postavljaju se osnove strukture sira. Gel nastao koagulacijom mleka obuhvata celokupan serum. Stvara se sistem kontinuiteta tečne i čvrste faze.

Mleko se dogreje do temperature od 28-32°C u zavisnosti od godišnjeg doba, odnosno spoljne temperature, pa mu se doda toliko sirila (maje) da se podsirivanje obavi za 45 minuta.

Završetak faze koagulacije mleka je početak faze obrade gruša. U tehnološkom smislu, izdvajanje surutke, odnosno sinerezis, predstavlja proces poznat pod nazivom obrada gruša.

Značaj određivanja trenutka pristupanja početku obrade gruša je vezan za započinjanje procesa sinerezisa. Zato je važno izbeći rano sečenje ili zakasnelo sečenje gruša. U tim slučajevima sinerezis može da ima neželjeni tok, sa mogućim posledicama na kvalitet proizvedenog sira.

Izrezan gruš se ostavi nekoliko minuta da miruje, a zatim otpočne s laganim mešanjem koje traje oko 5 minuta. Odlivanje surutke je završna operacija obrade gruša gde se obavlja razdvajanje faze gruša od faze surutke. Značaj operacije odlivanja surutke se ogleda u tome što tada više nije

Tabela 1. AUTOHTONA TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE GOLIJSKOG SIRA
Table1. THE AUTOCHTHONOUS TECHNOLOGICAL PROCESS OF GOLIJA CHEESE PRODUCTION

Faze proizvodnog procesa **Phases of production process**		**Detalji procesa** **Details of the process**
1.	MLEKO Milk	Uveče kuvano, obrano i pomešano sa jutarnjim nekuvanim ili kuvanim mlekom Boiled in evening, skimmed and mixed with uncooked or cooked milk
2.	Temperatura podsiravanja Temperature of coagulation	18 - 20°C ili 25-30°C 18 - 20°C or 25-30°C
3.	Trajanje podsiravanja Duration of coagulation	60 - 90 min. 60 - 90 min.
4.	Sirilo Rennet	Tečno sirilo jačine 3,000 - 5,000 Liquid rennet strong 3.000 - 5.000
5.	Obrada gruša Processing of curd	Rezanje gruša drvenom varjačom ili kutlačom Cuting of curd with mixing spoon or ladle
6.	Ceđenje gruša Filtration of curd	U cedilu 5 - 15 minuta, ponegde i do 30 minuta By filter 5 -15 min., if needed until 30 min.
7.	Presovanje grude Pressing of curd	Specijalnim pločastim kamenom težine 0,5 - 1,0kg Special crimping plate stone weighing 0.5 to 1.0kg
8.	Vreme presovanja Pressing time	Od 60 minuta do nekoliko sati 60 minutes to several hours
9.	Dimenzije sirne pogače Dimensions cheese cake	Prečnik 30 - 35cm, debljina 4 - 5cm Diameter 30 - 35cm, thickness 4 - 5cm
10.	Sečenje grude Cutting of curd	Gruda u obliku pogače se seče na kriške nepravilnog oblika Curd in the form of bread cut into slices of irregular shape
11.	Dimenzije kriški sira Dimensions of cheese slices	5 x 5 x 3cm
12.	Soljenje Salting	Soljenje kriški je sa suvom kuhinjskom solju Salting the slices dry with kitchen salt
13.	Sušenje sira Drying of cheese	Do 10 minuta To 10 minutes
14.	Salamura Salt brine	Slana i prokuvana surutka Salt and boiled whey
15.	Zrenje Ripening	10 do 30 dana na ambijetalnoj temperaturi (16 - 18°C) 10 to 30 days in ambiental temperature (16 - 18°C)
16.	Skladištenje sira The storage of cheese	U ostavama na temperaturi do 10°C On the store room on the temperature to 10°C
17.	Dužina čuvanja sira Duration of cheese storage	Od 30 dana leti do 180 dana u zimskom periodu From 30 days in summer to 180 days in winter
18.	Randman Yield	5,5 - 7,0 litara mleka za 1,0 kg sira From 5.5 to 7.0 liters for 1.0 kg of cheese
19.	Pakovanje Packaging	Plastične kante od 5 ili 10 kg Plastic cans of 5 or 10 kg

moguće vršiti značajnije korekcije sastava sirnih zrna. Prethodne promene na sirnim zrnima su obavljene posredstvom surutke. Ona je predstavljala medijum za sve promene sastava sirnih zrna. Odlivanjem surutke umanjuje se ta mogućnost. Hemijski sastav i struktura sira je regulisana u toku obrade gruša, a pre odlivanja surutke.

Gruš se prenosi u ramove preko kojih je razapeto platneno cedilo. Način prenošenja zavisi od suda u kojem je vršeno podsirivanje. Ova operacija mora da se izvoditi veoma pažljivo, bez nepotrebnog talasanja, da ne bi došlo do usitnjavanja gruša. Surutka se vrlo brzo izdvaja iz obrađenog gruša, pa je ceđenje praktično završeno kada se u ovaj sud prenese zadnja količina gruša. U ovom slučaju može se dobiti gruš debljine 3 - 5cm. Sa stola za ceđenje treba obezbediti odtok surutke tako da se ista ne rasipa nekontrolisano po okolnoj sredini.

U početku presovanja primenjuje se pritisak malog intenziteta koji je dovoljan da potisne preostalu surutku. Ona treba da otiče kroz međuprostore između zrna gruša. Važno je da u ovoj fazi ne izazove veću deformaciju zrna gruša u površinskoj zoni sira i time zatvori put daljem oticanju surutke iz centralnih delova sira. Gruš se opterećuje najpre sa oko 2kg tereta po 1kg sirne mase i ostavi tako oko 20 minuta**.** Posle ovoga se gruda pregleda, isprave savijena mesta cedila, iscedi platno i ponovo pažljivo previje. Sada se poveća pritisak - opterećenje na 4kg tereta po 1kg sirne mase i tako ostavi još 40 do 60 minuta. Kraj presovanja treba odrediti iskustveno.

Zrenje

Posle punjenja sudova za zrenje Golijskog sira treba obezbediti anaerobne uslove za sve komade, a to znači da ovi moraju biti u salamuri. Ne sme se dozvoliti da komadi na površini budu izloženi vazduhu ili plivaju. Na kraju, sudovi se prenose u prostoriju za zrenje gde temperatura treba da je oko 15°C (14-16°C).

Zrenje Golijskog sira je najdinamičnije u toku prvih dana posle izrade, dok kasnije ide mnogo sporije. Tehnološko zrenje traje minimalno 20 dana. Ukoliko zrenje traje duže moraju biti promenjeni uslovi držanja. Tokom

Tabela 2. PROMENE HEMIJSKOG SASTAVA GOLIJSKOG SIRA TOKOM ZRENJA
Table 2. THE CHEMICAL COMPOSITION OF AUTOCHTHONOUS GOLIJA CHEESE DURING RIPENING

Dani zrenja Days of ripening	Suva mat. Dry matter (%)	Mast Fat (%)	MuSM[1] (%)	VBMS[2] (%)	pH	NaCl
1	40,63	17,50	43,32	71,96	5,09	1,98
7	42,67	18,00	42,18	69,91	5,03	2.06
15	43,20	19,00	43,98	70,12	4,98	2.20
20	43,53	20,00	45,94	70,59	4,80	2.21
30	44,20	20,50	46,38	70,19	4,70	2.35
35	44,91	21,00	46.76	69,73	4,65	2,41

[1]MuSM-mast u suvoj materiji-Fat in dry matter
[2]VBMS-voda u bezmasnoj materiji-Water in non fat matter.

zrenja sireva neophodna je njegova nega. Ne sme se dozvoliti da sir stoji bez kontrole sve do potrošnje. Najbolje je ako se sudovi sa sirom u toku prvih 15 dana pregledaju svakih 5 dana, a kasnije nešto ređe. Neuobičajene pojave treba otklanjati u momentu kada se one pojave. Postoji mogućnost da dođe do raznih nepoželjnih situacija, na primer, da iscuri salamura, isplivaju kriške, da se udubljeni deo poklopca ispuni salamurom gde obično nastaje razlaganje proteina i slično. Sve ovo mora se nadgledati, a uzroci otklanjati brzo. Pored nege sira, neophodno je obratiti posebnu pažnju na ambalažu. Najbolje je da se sudovi za zrenje osuše posle nalivanja salamure i zatvaranja poklopca.

Promene hemijskog sastava Golijskog sira tokom zrenja date su u tabeli 2.

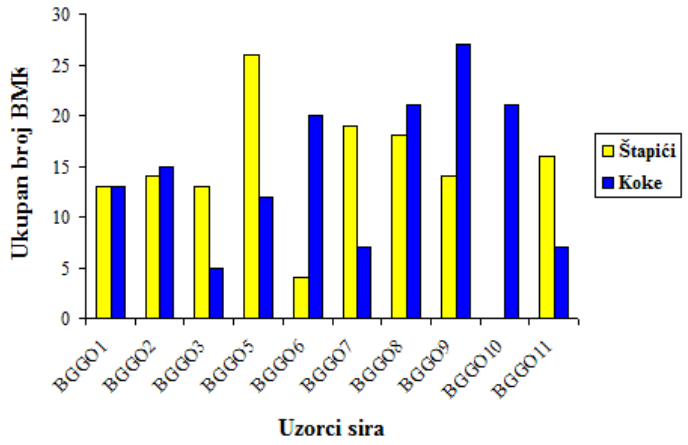
Dinamika zrenja, odnosno razlaganja proteina data je u tabeli 3.

Skladištenje Golijskog sira

Intenzitet promena proteina, što predstavlja suštinu zrenja, najveći je u toku prvih dana. Kod Golijskog sira, prema našim ispitivanjima, najintenzivnije promene su u toku prvih 15 dana, a zatim nešto sporije do oko 30. dana zrenja. I posle ovog perioda promene sira se nastavljaju, mada slabijim intenzitetom. To znači da će, ukoliko ne budu promenjeni uslovi, razlaganje postepeno napredovati, a to može da dovede do pogoršanja kvaliteta. Sprečavanje promena sira u individualnoj proizvodnji se postiže dodavanjem veće količine soli. Ona deluje inhibitorno na razvoj mikroorganizama. Ne postoji nikakvo opravdanje za većim količinama soli, jer onda sir gubi karakterističan - prijatan ukus. Pri temperaturi od 7-8°C sir, koji je proizveden od kvalitetnog mleka, može stajati duže vreme bez bitnih promena. I pri ovim uslovima sir mora da bude konstantno nadgledan.

Tabela 3. DINAMIKA ZRENJA GOLIJSKOG SIRA
Table 3. DYNAMICS OF RIPENING GOLIJA CHEESE

Dani zrenja Days of ripening	SM Dry matter (%)	Ukupne azotne materije Total nitrogen (%)	Proteini Proteins (%)	Azotne materije rastvorene u vodi Nitrogen substances dissolved in water (%)	Koef. zrelosti Coefficient of ripening
1	40,63	2,7123	17,30	0,1252	4,62
7	42,67	2,8258	18,03	0,1941	6,87
15	43,20	2,8087	17,92	0,2721	9,69
20	43,53	3,0581	19,51	0,3411	11,15
30	44,20	3,1263	19,95	0,3538	11,32
35	44,91	3,2264	20,58	0,3721	11,53



Slika 1. DISTRIBUCIJA BAKTERIJA MLEČNE KISELINE (BMK) U GOLIJSKIM SIREVIMA
Figure 1. DISTRIBUTION OF LACTIC ACID BACTERIA (LAB) IN GOLIJA CHEESE

Kvalitetan Golijski sir mora da je umereno kiselo -slanog ukusa s primesom ukusa na mladi orah. U početku ovaj je ukus jače izražen, dok se odmicanjem zrenje nesto smanjuje. Na preseku sme da sadrži samo nekoliko okruglih rupica ili da je bez njih. Vidljive su mehaničke šupljike, jer je to sir sa malim presovanjem. Zreli sir mora da se topi u ustima, mada je čvrst pod prstima.

Bakterije mlečne kiseline u autohtonim Golijskim sirevima

Bakterije mlečne kiseline (BMK) su široko rasprostranjene u prirodi i dominantna su mikroflora u hrani bogatoj ugljenim hidratima, proteinima, vitaminima i hrani sa niskim sadržajem kiseonika (Litopoulou-Tzanetaki i Tzanetakis, 1992; Ostojić i Topisirović, 2006). One predstavljaju heterogenu grupu nesporogenih, Gram pozitivnih i katalaza negativnih mikroorganizama, koji fermentišu laktozu i proizvode mlečnu kiselinu (Topisirović i Ostojić, 2000; 2002; Topisirović i sar., 2002). Njihova sposobnost da snižavaju pH vrednost proizvodnjom kiseline iz šećera onemogućava rast pojedinih patogenih mikroorganizama, čime se osigurava stabilnost i bezbednost finalnog proizvoda. Osim toga, proizvodnjom mlečne kiseline, kao selektivnog faktora, osigurava se dominacija BMK u proizvodu. Na ovaj način BMK svojom biohemijskom aktivnošću igraju značajnu ulogu u formi-

ranju ukusa i arome pojedinih fermentisanih proizvoda, a naročito sireva u procesu njihovog zrenja (López-Diaz i sar., 2000; Vafopoulou-Mastrojiannaki i sar., 1996).

Na osnovu predstavljenih preliminarnih rezultata ispitivanja BMK u Golijskim sirevima vidi se da postoje znatne razlike u broju i sastavu BMK u pojedinim sirevima (slika 1). Na to značajno utiče način proizvodnje sireva, kao i način manupulacije mlekom od početnih do krajnjih stadijuma proizvodnje sira. Zato je i cilj ovih ispitivanja da se što detaljnije izvrši karakterizacija i identifikacija BMK i predloži starter kultura sastavljena od bakterija sa dobrom antimikrobnom i proteolitičkom aktivnošću i tehnološkim karakteristikama. Na ovaj način bi se stekli preduslovi za proizvodnju Golijskog sira ujednačenog i standardizovanog kvaliteta, autentičnih organoleptičkih karakteristika autohtonog proizvoda.

ZAKLJUČAK

Izučavanje autohtone proizvodnje Golijskog sira treba da ima za cilj očuvanje tradicije, organizovanu proizvodnju i plasman na tržišta van domicilnog regiona.

Korišćenje specifičnosti regiona (nadmorska visina, kvalitet vode i hrane) nije dovoljno za stalno održavanje kvaliteta autohtonog Golijskog sira. Neophodno je izučiti specifičnosti proizvodnje u domaćoj radinosti, identifikaciju i karakterizaciju BMK iz sireva.

Na osnovu standardizovanja tehnoloških postupaka i primene selekcionisanih sojeva BMK, može se proizvoditi sir sa prepoznatljivim karakteristikama.

Patentiranjem izolovanih i karakterističnih sojeva BMK zaštitnim znakom, geografskim oznakama i standardizacijom proizvodnje, mogu se izrađivati sirevi sa geografskim poreklom.

Kvalitetan Golijski sir mora da je umereno kiselo -slanog ukusa s primesom ukusa na mladi orah. U početku ovaj je ukus jače izražen, dok se odmicanjem zrenja nešto smanjuje. Na preseku sme da sadrži samo nekoliko okruglih rupica ili da je bez njih. Vidljive su mehaničke šupljike, jer je to sir sa malim presovanjem. Zreli sir mora da se topi u ustima, mada je čvrst pod prstima.

LITERATURA

Carić, Marijana, Milanović, Spasenija, Vucelja, Dragica: Standardne metode analiza mleka i mlečnih proizvoda. Prometej, Novi Sad (2000).

Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N.: Microbiological study of white-brined cheese made from raw goat milk. Food Microbiol., 10, (1992) 31-41.

López-Diaz, T.M., Alonso, C., Román, C., Garcia-López, M.L., Moreno, B.: Lactic acid bacteria isolated from a hand-made blue cheese. Food Microbiol., 17, (2000) 23-32.

Manojlović, D.: Strategija razvoja stočarstva opštine Ivanjica. Strategija razvoja poljoprivrede opštine Ivanjica za period 2009-2014. godina (2009).

Ostojić, M., Topisirović, Lj., Vukašinović, M.: Sirevi sa geografskim poreklom. "Savremeni trendovi u mlekarstvu", Vrnjačka Banja, (2001)133-142.

Ostojić, M.: Zlatarski sir. Monografija, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd (2006a).

Ostojić, M.: Proizvodnja mleka-poznavanje i obrada mleka. UB-Poljoprivredni fakultet, Beograd (2007).

Ostojić, M., Topisirović, Lj.: Autohtone bakterije mlečne kiseline kao osnov definisanja geografskog porekla zlatarskog sira. Biotehnologija u stočarstvu, 22, (2006) 305-315.

Ostojić, M., Topisirović Lj.: Geografska oznaka porekla autohtonih sireva. Ekonomika poljoprivrede Vol. LIII, 3., (2006a) 591-604.

Ostojić, M., Topisirović, Lj.: Sirevi sa geografskom oznakom porekla. Simpozijum: Unapređenje poljoprivredne proizvodnje na teritoriji Kosova i Metohije, Zbornik kratkih sadržaja, Vrnjačka Banja, (2006b) 109.

Ostojić, M.: Golijski sir. Monografija. Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, 1- 195 (2010).

Relić, Renata, Ostojić, M., Vuković, V., Jež, G.: Uslovi smeštaja i kvalitet mleka krava sa područja Golije. Prehrambena industrija, Vol.20, 1-2, (2009) 95-99.

Sl. glasnik RS: Uredba kojom se područje planine Golija i Radočelo stavljaju pod zaštitu kao park prirode Golija kao prirodno dobro izuzetnog značaja. ("Sl. glasnik RS", br. 45/01) (2001).

Topisirović, Lj., Ostojić, M.: Prirodni izolati bakterija mlečne kiseline i izrada autohtonih mlečnih proizvoda. Arhiv za poljoprivredne nauke, vol. 61 (212), 1-2, (2000) 357-368.

Topisirović, Lj., Ostojić, M.: Genetički modifikovani organizmi i proizvodnja hrane. Hrana i ishrana, Vol. 41, 1-2 (2002)19-23.

Topisirović, Lj., Ostojić, M., Vukašinović, M.: Kriterijumi korišćenja genetički modifikovanih bakterija mlečne kiseline (GM-BMK) u industriji hrane. Jugoslovenski mlekarski simpozijum "Savremeni trendovi u mlekarstvu", Vrnjačka Banja, (2002)140-147.

Vafopoulou-Mastrojiannaki, A., Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N.: Esterase activities of cell free extracts from wild strains of leuconostocs and heterofermentative lactobacilli isolated from traditional Greek cheese. Lett. Appl. Microbiol., 23, (1996) 367-370.

SUMMARY

AUTOCHTHONOUS TECHNOLOGY OF GOLIJA CHEESE

[1]Mihailo S. Ostojić, [2]Ljubiša M. Topisirović., [1]Renata R. Relić, [1]Goran M. Jež

[1] University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia
[2] University of Belgrade, Faculty of Biology, Serbia

Autochthonous cheese manufacturing within the area of Serbia has very long tradition. These cheeses are produced without using any known starter culture. Therefore, studying of all aspects of such cheese manufacturing is very important. This approach will assure continuation of traditional way of manufacturing cheeses at the places of their origin. Moreover, research of this kind will open possibility for introduction of autochthonous cheese production at either semi-industrial or industrial level, or their presentation on different markets as well.

Golija cheese belongs to the group of white soft cheeses. It is produced from nonpasteurized raw cow milk immediately after milking. Normally it is kept on the mountain for one to two months for ripening. Cheese is traditionally cut into slices and packed in distribution packaging. This production is mostly carried out by small manufacturers, what results in uneven quality and ungraded value of cheese. However, due to production in reserved region of origin, demands for Protected Denomination of Origin (PDO) were satisfied.

Aim of this work was to investigate autochthonous cheese manufacturing, chemical composition and microbiological quality of cheese produced on mountain Golija. Investigation of the fluctuation of lactic acid bacteria (LAB) population in Golija cheese was made by analysis of the presence of LAB in the milk of which the cheese was made, as well as in the cheese during ripening. The composition of cheese microflora was recorded in cheeses after 1, 10, 20, 30, 45 and 60 days of ripening.

Key words: Golija cheese • technology • chemical composition • lactic acid bacteria

[1]DRAGANA PEŠIĆ MIKULEC
[2]PREDRAG D. PUĐA
[2]JELENA B. MIOČINOVIĆ
[2]MARIJA D. SLOVIĆ
[3]GORDANA S. BLAGIĆ

[1] Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Beograd, Srbija
[2] Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun, Srbija
[3] Marquies commerce, Beograd, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.35:[66.013.8:621.528]

ISPITIVANJE EFEKATA PRIMENE BIPOLARNE JONIZACIJE VAZDUHA U ZANATSKOJ PROIZVODNJI SIRA I KAJMAKA

Mleko i mlečni proizvodi su namirnice pogodne za razvoj brojnih, posebno patogenih mikroorganizama. Pogoni za proizvodnju mlečnih proizvoda moraju se odlikovati visokim stepenom higijene, u cilju dobijanja proizvoda visokog kvaliteta i bezbednosti. S tim u vezi, savremena proizvodnja prehrambenih proizvoda u sve većoj meri podrazumeva primenu različitih tretmana vazduha.

U radu je vršeno ispitivanje mikrobiološkog statusa i radnih površina u uslovima zanatske proizvodnje sira i kajmaka pre i nakon primene tretmana vazduha primenom bipolarne jonizacije. Ustanovljena je visoka efikasnost ovog tretmana u poboljšanju mikrobiološke slike vazduha, kao i radnih površina koje su u kontaktu sa vazduhom.

Ključne reči: bipolarna jonizacija • vazduh • sir • kajmak

UVOD

Mleko i mlečni proizvodi predstavljaju izuzetno pogodnu podlogu za razvoj brojnih grupa mikroorganizama, posebno patogenih. Stoga pitanja koja utiču na mikrobiološki status proizvoda od izuzetnog značaja za bezbednost, kvalitet i održivost proizvoda od mleka. Postupci karakteristični za obradu i preradu mleka u industrijskim uslovima velikim delom se obavljaju u uređajima i instalacijama zatvorenog tipa, u kojima je mogućnost uticaja okolnog vazduha bitno smanjena. Međutim, uticaj vazduha u zoni pakovanja proizvoda je veoma izražen.

Adresa autora:
Dr Dragana Pešić Mikulec, Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Vojvode Toze 14, 11000 Beograd, tel: +381 11 2604 – 020
e-mail: dpesic@sbb.rs

Tu proizvodi od mleka dolaze u direktan kontakt sa okolnim vazduhom, a rizik negativnog uticaja vazduha se povećava sa povećanjem površine i vremena kontakta proizvoda sa vazduhom. U tom smislu, trajnost proizvoda proizvedenih u uslovima masovne industrijske proizvodnje u velikoj meri zavisi od statusa vazduha koji okružuje proizvode u periodu njihovog pakovanja. Stoga je pravilna obrada vazduha jedan od bitnih preduslova bezbedne proizvodnje.

Nasuprot industrijskom načinu rada, zanatska prerada mleka se odlikuje korišćenjem znatno jednostavnije procesne opreme. To uslovljava da je kontakt vazduha intenzivan, ne samo sa gotovim proizvodima u fazi pakovanja, već i sa sirovinama tokom postupka prerade mleka. U tom smislu, u zanatskoj preradi mleka odgovarajući tretman vazduha ima dodatni smisao, jer se adekvatnim tretmanom vazduha obezbeđuje bezbednije odvijanje postupka zanatske proizvodnje i samim tim doprinosi većoj bezbednosti finalnih proizvoda.

Zanatska proizvodnja mlečnih proizvoda u Srbiji pretežno obuhvata proizvodnju sireva, posebno sireva u salamuri, i kajmaka, kao jednog od prepoznatljivih tradicionalnih mlečnih proizvoda ovog regiona. Proizvodnja kajmaka koja se danas najčešće obavlja tradicionalnim postupkom proizvodnje obuhvata sledeće faze: kuvanje sirovog mleka, proces kajmačenja koji se vrši u toku 24 - 48h, sakupljanje, soljenje i zrenje proizvoda (Puđa i sar., 2008). Vazduh se u procesu kajmačenja javlja kao nezamenljiva komponenta, jer predstavlja radni fluid u postupku proizvodnje. Činjenice da proces kajmačenja dugo traje, kao i da su površine mleka i kasnije kajmaka sve vreme u kontaktu sa vazduhom ukazuju da u tehnološkom postupku proizvodnje kajmaka adekvatna obrada vazduha ima poseban značaj.

Mleko koje zaostaje nakon proizvodnje kajmaka najčešće se koristi za proizvodnju sireva, posebno sireva u salamuri, te stoga njegov kvalitet je od posebnog značaja. Pored toga, tokom zrenja kajmaka, proizvod je tokom stajanja na određenoj temperaturi izložen konstantnom kontaktu sa okolnim vazduhom. Ove činjenice ukazuju na značaj statusa vazduha u cilju dobijanja proizvoda visokog kvaliteta i zahtevane bezbednosti, što predstavlja dobru osnovu za njihovo bolje pozicioniranje na domaćem a posebno stranom tržištu proizvoda od mleka.

Tema ovog rada je prikaz osnovnih tehnika koje se koriste u tretmanima vazduha, sa posebnim osvrtom na bipolarnu jonizaciju vazduha. Takođe, eksperimentalni deo rada pokazuje početne rezultate u ispitivanju uticaja primene bipolarne jonizacije na mikrobiološki kvalitet vazduha i pojedinih prostorija u zanatskoj proizvodnji sira i kajmaka.

Tehnike tretmana vazduha

U savremenoj proizvodnji prehrambenih proizvoda sve više pažnje se posvećuje povećanoj higijeni vazduha. Proces dezinfekcije vazduha može biti zasnovan na tehnici uništavanja i/ili izdvajanja mikroorganizama (Kuburović i Stanojević, 1997). U poslednje vreme sve više se govori i o kombinovanim metodama dezinfekcije vazduha.

Istorijski gledano, prva ideja dezinfekcije vazduha šezdesetih godina

XIX veka bila je zasnovana na uništavanju mikroorganizama. Kada je lord Lister u Royal bolnici u Glasgowu raspršivanjem antiseptičkog rastvora (ugljene kiseline) u vazduh operacione sale smanjio broj aerogenih infekcija (William, 2001).

Posle drugog svetskog rata dezinfekcija vazduha, zasnovana na principu izdvajanja mikroorganizama iz vazduha primenom mehaničke filtracije, sve je prisutnija. Filtracijom se iz vazduha izdvajaju čestice koje su veće ili jednake od neke kontrolisane veličine čestica. Jedan od problema dezinfekcije vazduha filtracijom je što se već izdvojene spore mogu razvijati kroz filterski medijum i vremenom prodirati kroz filter, tako da opasnost kontaminacije postoji i na strani čistog vazduha (Recknagel i sar., 2002). Dodatni nedostatak tretmana vazduha ovim postupkom je nemogućnost redukcije hemijskog zagađenja.

Ostali postupci dezinfekcije vazduha zasnovani na uništavanju mikroorganizama su: (1) termički postupci; (2) tehnike zračenja (infracrveno zračenje, ultravioletno, ultrazvuk, jonizujuće zračenje); (3) upotreba hemijskih agenasa (fenoli, aldehidi, soli teških metala, oksidi etilena).

Dezinfekcija vazduha termičkim postupcima i hemijskim agensima se danas retko koristi. zbog visoke cene, složene manipulacije, kao i toksičnosti hemijskih agenasa i sl. Ove metode se češće koriste za sterilizaciju instrumenata, odeće, radnih površina i sl.

Ostale navedene metode dezinfekcije vazduha sve češće se koriste u vidu višestepenog, kombinovanog prečišćavanja vazduha, jer svaka od navedenih metoda ima svoje prednosti i mane.

Bipolarna jonizacija vazduha

Kao specifičan vid dezinfekcije vazduha sve češće se primenjuje bipolarna jonizacija vazduha. Bipolarna jonizacija se ostvaruje električnim pražnjenjem na dielektričkim barijerama, eng. Dielectric Barrier Discharge (DBD), proizvodeći aktivne kiseonične vrste. Ovim putem dobijaju se pre svega osnovni primarni joni. Pozitivan primarni jon okuplja oko sebe 10 do 12 molekula vode stvarajući relativno stabilan nanometarski pozitivan jon. Preostali slobodan elektron iz primarne jonizacije pripaja se nekom od kiseonikovih molekula, pošto azot nema elektronski afinitet. Tako se nagrađuje negativan jon, koji privlači 4 do 10 molekula vode i formira nanometarski negativan jon. Ovo je uslovljeno dipolnošću molekula vodene pare koja iznosi 1,87 D. Zbog evidentne razlike masa nagrađenih jona, pokretljivost malih negativnih jona je oko 30% veća od pokretljivosti malih pozitivnih jona (Kolarž, 2005). U ovoj činjenici leži osnovni razlog bržeg trošenja negativnih jona u zagađenim sredinama.

Prečišćavanje vazduha uređajima za bipolarnu jonizaciju vazduha na bazi DBD dovodi do biološke i hemijske dekontaminacije vazduha. To uključuje redukciju mikroorganizama, neutralizaciju mirisa i lakoisparljivih organskih komponenti, kao i izdvajanje veoma finih čestica (PMx) (Daniels, 2001., Kolarž, 2005). Osim što se vrši inaktivacija mikroorganizama u vazduhu, dolazi i do zaustavljanja rasta i uništavanja mikroorganizama na svim površinama koje su u kontaktu sa vazduhom. Hemijska dekontaminacija je zasnovana na razgradnji i uklanjanju potencijalno opasnih lakoisparljivih organskih materija, dok se fine čestice, koje predstavljaju potencijalno fizičko zagađenje, eliminišu aglomeracijom i taloženjem. Tretiranjem vazduha na ovaj način smanjuje se i opterećenje vazduha od izvora zagađenja u prostoriji i povećava higijena samog prostora u kom se vazduh tretira. Ovo čini velike prednosti ovakvog tretmana vazduha u odnosu na primenu samo mehaničke filtracije vazduha.

Uređaji za bipolarnu jonizaciju vazduha su veoma mali potrošači električne energije, a njihovo održavanje se svodi na redovno čišćenje jonizacionih cevi, te su eksploatacioni troškovi niski. S druge strane, uticaj jonizovanog vazduha na zdravlje ljudi je pozitivan, te se rad ovih uređaja čak preporučuje za radne i boravišne prostore, o čemu svedoče ruske sanitarne i epidemiološke norme (New SanPiN, 2003). Ovo daje veliku prednost tretmanu vazduha bipolarnom jonizacijom u odnosu na tretman samo UVC-lampama.

MATERIJAL I METODI

Ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta radnog prostora i vazduha obavljeno je u zanatskom objektu za preradu mleka “Natura” u blizini Čačka, na obroncima planine Ovčar, u mestu Dučalovići.

Ispitivanje je sprovedeno u uslovima pre započinjanja tretmana vazduha u radnom prostoru bipolarnom jonizacijom i 15 dana nakon uključivanja instalacije za bipolarnu jonizaciju.

Obrada vazduha ostvarena je kontinuiranim korišćenjem uređaja za bipolarnu jonizaciju vazduha Aeromat 400 CAT sa DBD pražnjenjem na 3 standardne cevi tipa D (Bioclimatic GmbH, Nemačka) (Operation and Service Manual, 2004), koji je instalisan u radnom prostoru pogona. Uređaj u toku rada obezbeđuje tretman vazduha ostvarujući protok od 150 m^3/h, čime je obezbeđen kontinuitet prisustva visokog nivoa jona u vazduhu, uključujući i intenzivnu izmenu vazduha, koja je neophodna za normalno odvijanje postupka proizvodnje kajmaka.

Uzorkovanje je obuhvatilo ispitivanje radnih površina i vazduha.

Radna površina testirana je uzimanjem briseva sa odgovarajućih pozicija, dok je kvalitet vazduha ispitivan ekspozicijom hranljivih podloga u petri šoljama u toku 10 minuta i to u proizvodnom prostoru, prostoru za toplu fazu kajmačenja, kao i prostoru za hladnu fazu kajmačenja. Uzorci briseva i vazduha su uzorkovani na identičnim pozicijama pre početka tretmana vazduha i 15 dana nakon otpočinjanja kontinuiranog tretmana vazduha bipolarnom jonizacijom (Đukić i Mandić, 2009).

Brisevi su uzimani sa većeg broja pozicija u pogonu (radne površine i ruke radnika) posle fizičke sanitacije i dezinfekcije. Uzimanje briseva sa radnih površina i ruku radnika je obavljeno standardnom metodom, uzorkovanjem sa površine od 10 cm^2 pomoću sterilnog štapića, prenošenjem u 9 mL fiziološkog rastvora, zasejavanjem na odgovarajućim podlogama za pojedine bakterije (endo agar, hranljivi agar i krvni agar) i inkubiranjem na 37°C u toku 24 do 48 h (Đukić i Mandić, 2009).

Mikrobiološki kvalitet vazduha određivan je testiranjem vazduha u toku trajanja radnog procesa, ekspozicijom petrijevih šolja sa hranljivim i krvnim agarom u periodu od 10 minuta. Za mikrobiološko uzorkovanje vazduha posebno je značajno mesto uzorkovanja, broj uzoraka i frekvencija uzorkovanja. Mesta uzorkovanja su određena na osnovu značajnosti pojedinih tehnoloških operacija koje se obavljaju u toku postupka proizvodnje. Broj uzoraka je određen na osnovu površina prostorija a frekvencija uzorkovanja je određena metodom slučajnog izbora i procenjene klase vazduha.

Tabela 1 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA VAZDUHA RADNIH PROSTORIJA PRE I NAKON TRETMANA VAZDUHA
Table 1. MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF AIR BEFORE AND AFTER TREATMENT

Mesto analize vazduha	Broj i vrsta mikroorganizama pre tretmana vazduha	Broj i vrsta mikroorganizama nakon tretmana vazduha
Prostorija za termičku obradu mleka	45 kolonija *Micrococcus* spp., *Bacillus* spp. kvasci, plesni	Bez prisustva
Pretkomora	34 kolonija *Micrococcus* spp., *Bacillus* spp. kvasci, plesni	Bez prisustva
Komora za skladištenje	Bez prisustva	Bez prisustva
Prostorija za proizvodnju sira	300 koliformnih mikroorganizama	Bez prisustva

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1. su prikazani rezultati mikrobiološke analize vazduha u pojedinim radnim prostorijama pre i nakon tretmana vazduha.

Analizom rezultata iz tabele 1 uočava se da je u vazduhu pojedinih prostorija nađen veći broj nepoželjnih koliformnih mikroorganizama, posebno u prostoriji za proizvodnju sira. Broj mikroorganizama je, nakon primene tretmana vazduha bipolarnom jonizacijom, znatno smanjen, što potvrđuje efikasnost ovakvog tretmana.

U tabeli 2 su prikazani rezultati mikrobiološke analize briseva radnih površina i ruku radnika pre otpočinjanja tretmana vazduha i 15 dana nakon uspostavljanja kontinuiranog tretmana vazduha bipolarnom jonizacijom.

Prema rezultatima u tabeli 2 uočava se da u brisevima radnih površina i ruku radnika i pre i nakon primene bipolarne jonizacije nisu nađene patogene bakterije. Na površinama kao što su prohromski sto, polica za kajmačenje i nož nađen je određen broj mikroorganizama pretežno iz rodova *Micrococcus* spp. i *Bacillus* spp., kao i kvasci. Prema rezultatima iz tabele 2 uočava se da je broj mikroorganizama na prohromskom stolu pre tretmana vazduha iznosio 3 000 000. Nakon tretmana vazduha nije ustanovljeno prisustvo mikororganizama, što ukazuje na značajan pozitivan učinak postignut tretmanom bipolarne jonizacije vazduha. Broj mikroroganizama na polici za kajmačenje, koji je pre tretmana iznosio 4,500.000, nakon tretmana se smanjio za oko 30%. Manji efekat delovanja tertmana vazduha na polici za kajmačenje je verovatno posledica prisustva izvesnih količina organskih materija na polici za kajmačenje. Naime, tokom procesa kajmačenja dolazi do intenzivnog isparavanja vrućeg mleka. Formirana para sa sobom nosi sitne čestice mleka koje se talože na okolnim površinama, formirajući depozit organskih materija. Poznata je činjenica da dezinfekcija, bez obzira kojom metodom se sprovodi, daje efekat isključivo ukoliko se obavlja na prethodno očišćenim površinama, pa se time može objasniti manji učinak tretmana vazduha na takvoj površini. Ovakav rezultat istovremeno ukazuje na potrebu odgovarajućih korekcija u postupku kajmačenja u funkciji povećanja stepena bezbednosti ambijenta u kojem se realizuje proizvodnja.

ZAKLJUČAK

U preradi mleka u zanatskim uslovima, zahvaljujući intenzivnijem kontaktu proizvoda sa vazduhom, povećani je rizik mikrobiološke kontaminacije, što ukazuje na potrebu odgovarajućeg tretmana vazduha. Primenom bipolarne jonizacije vazduha obezbeđuje se veoma kvalitetna dezinfekcija vazduha, kao i površina koje dolaze u kontakt sa vazduhom. Proverom mikrobiološkog statusa vazduha i radnih površina u uslovima zanatske proizvodnje sira i kajmaka ustanovljena je visoka efikasnost primene bipolarne jonizacije u tretmanu vazduha, kao i adekvatno očišćenih radnih površina koje su u kontaktu sa vazduhom.

LITERATURA

Daniels, S., L. (2001): On The Ionization Of Air For Removal Of Noxious Effluvia, Second International Symposium on Nonthermal Medical/Biological Treatments Using Electromagnetic Fields and Ionized Gases, Portsmouth, VA, May 20-23.

Đukić, D., A., Mandić G. L. (2009): Praktikum iz mikrobiologije, Stylos Art, Novi Sad

Kolarž, P. (2005): Merenje koncentracije nanometarskih jona u prizemnom sloju atmosfere, Magistarski rad, Fizički fakultet, Beograd.

Kuburović, M., Stanojević, M. (1997): Biotehnologija procesi i oprema, SMEITS, Beograd.

Operation and Service Manual (2004): Aeromat 400CAT, Bioclimatic GmbH, Nemačka.

Puđa, P., Đerovski, J., Radovanović, M. (2008): Autochthonous Serbian product – Kajmak. Characteristics and production procedures, Dairy Science and Technology, 88, 163-172.

Tabela 2. MIKROBIOLOŠKA ANALIZA RADNIH POVRŠINA I RUKU PRE I NAKON TRETMANA VAZDUHA
Table 2. MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF SURFACES AND HANDS BEFORE AND AFTER AIR TREATMENT

Mesto uzimanja brisa	Broj patogenih bakterija pre tretmana	Broj patogenih bakterija posle tretmana	Ukupan broj mikroorganizama pre tretmana	Vrste mikroorganizama	Ukupan broj mikroorganizama posle tretmana
Posuda spremna za rad	Bez prisustva	Bez prisustva	Bez prisustva	-	Bez prisustva
Prohromski sto	Bez prisustva	Bez prisustva	3.000.000	Kvasci *Micrococcus* spp	Bez prisustva
Polica za kajmačenje	Bez prisustva	Bez prisustva	4.500.000	*Bacillus* spp. *Micrococcus* spp. Kvasci	3.000.000
Sto za sirenje	Bez prisustva	Bez prisustva	Bez prisustva	-	Bez prisustva
Kalupi za gruš	Bez prisustva	Bez prisustva	Bez prisustva	-	Bez prisustva
Nož za sečenje sira	Bez prisustva	Bez prisustva	30	*Bacillus* spp. Kvasci	Bez prisustva
Radnik 1	Bez prisustva	Bez prisustva	Bez prisustva	-	Bez prisustva
Radnik 2	Bez prisustva	Bez prisustva	Bez prisustva	-	Bez prisustva

Recknagel, H., Springer, S., Čeperković, S. (2002): Grejanje i klimatizacija, Interklima, Vrnjačka Banja.
SanPiN (Sanitary and Epidemiologial Norms) 2.2.4.1294-03 (New SanPiN from June, 16, 2003), Ministry of Health of Russian Federation, 2003.
William, W. (2001): Cleanroom Technology: Fundamentals of Design, Testing and Operation, University of Glasgow.

SUMMARY

INVESTIGATION OF AIR BIPOLAR IONIZATION EFFECTS IN CHEESE AND KAJMAK CRAFT PRODUCTION

[1]Dragana Pešić Mikulec, [2]Predrag D. Puđa, [2]Jelena B. Miočinović, [2]Marija D. Slović, [3]Gordana S. Blagić

[1]Scientific Veterinary Institute of Serbia, Beograd, Serbia
[2]University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia
[3]Marquies commerce, Belgrade, Serbia

Milk and dairy products are sustainable to the development of numerous micro-organisms, especially pathogens. Therewith, it is necessary to achieve a high level of hygiene in dairy plants, in order to get safe and high quality products. Based on that, modern food production implies application of different air treatments.

Microbiological status of air and working surfaces in the cheese and kajmak craft production, before and after air treatment by bipolar ionization, was investigated. It is concluded that bipolar ionization may be considered as an eficient method for improving of microbiological status of air, as well as surfaces that are in contact with the air.

Key words: bipolar ionization • air • cheeze • kajmak

[1]ANKA M. POPOVIĆ-VRANJEŠ
[1]RADOVAN V. PEJANOVIĆ
[2]SLOBODAN J. JOVANOVIĆ
[2]MILA S. SAVIĆ
[3]MIHAILO S. OSTOJIĆ
[4]MIROSLAV D. GRUBAČIĆ
[1]DAVID P. CVETANOVIĆ

[1]Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija
[2] Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, Srbija
[3] Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija
[4] Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH

NAUČNI RAD

UDK: 631.115.1:637.05

UPRAVLJANJE KVALITETOM U ORGANSKOJ PROIZVODNJI I PRERADI MLEKA*

Organska poljoprivreda predstavlja sveukupan sistem upravljanja poljoprivredom i proizvodnjom hrane. Kombinovan sa zaštitom životne sredine uz očuvanje biodiverziteta i prirodnih resursa je osnova za kvalitetnu i bezbednu hranu, socijalnu sigurnost i održivi razvoj. U ovom radu istraživanje je skoncentrisano na specijalne teme, tačnije rečeno na bezbednost mleka na farmama koje rade po principima organske proizvodnje, zatim na kvalitet mleka i kontrolu kvaliteta. Sumirani su koraci uvođenja HACCP sistema na porodičnim farmama koje su specijalizovane za proizvodnju sirovog mleka. Kvalitet sirovog mleka je osnovni preduslov za proizvodnju kvalitetnih mlečnih proizvoda a kako je praksa u Srbiji malo drugačija od zahteva EU, njegova važnost će biti još veća posle ulaska u EU. Rezultati istraživanja na oglednim farmama i mlekari u Južnobačkom okrugu (Fruška gora) su dobijeni u okviru projekta BTN 20100. Okolnosti proizvodnje bile su dosta dobre, s obzirom da je područje Fruške gore dosta izolovano i izgleda kao prava prirodna oaza. Nema zagađenja iz okoline, stoka dosta vremena provodi na pašnjacima, rasni sastav je većinom domaće šareno goveče koje je otporno i zdravo, voda je dobrog kvaliteta i ima niz drugih predispozicija za organsku stočarsku proizvodnju. Ova istraživanja imala su nekoliko različitih koraka u upravljanju kvalitetom, od ispitivanja postojećih uslova, zatim ulazak u period konverzije i priprema za organsku proizvodnju.

Ključne reči: bezbednost hrane • organsko mleko • kvalitet mleka • HACCP sistem

*Rad je deo istraživanja u okviru projekta BTN 20100 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Adresa autora:
Prof. dr Anka Popović Vranješ, Poljoprivredni Fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija
e-mail: vranjes@polj.uns.ac.rs

UVOD

S obzirom da Srbija ima sve preduslove za proizvodnju organske hrane, neophodno je što pre preći na upavljanje kvalitetom koje će obezbediti uslove za sertifikaciju i dobijanje znaka „organski proizvod“. Prema ciljevima i principima biološke proizvodnje datim u Regulativi (CE) 834/2007, biološka poljoprivreda je sistem trajnog upravljanja koji ima za cilj da proizvede namirnice visokog kvaliteta. Veliki je broj istraživanja koja pokazuju da intenzivni sistem proizvodnje hrane, koji je visokoproduktivan, donosi različite ekonomske, zatim socijalne i naročito probleme u oblasti životne sredine. Agrarna politika koja favorizuje velike farme, specijalizovanu proizvodnju, monokulturu i mehanizaciju, manje ili više utiče negativno na okruženje ali i na kvalitet proizvoda. Dokazano je da preveliko oslanjanje na monokulturu i agroindustrijske inpute (pesticidi, mineralna đubriva) negativno utiče na kvalitet hrane i njenu bezbednost, životnu sredinu i ruralni razvoj. Hrana koja sadrži razne hemijske rezidue (antibiotike, herbicide) ili aditive (nitrate, boje i dr.) ima negativan uticaj na zdravlje ljudi, posebno dece.

Većina sektora u poljoprivredi je pod uticajem novih propisa vezanih za važnost kvaliteta i bezbednost, ali najveći zahtevi su u stočarstvu a naročito u proizvodnji mleka. Standardi u Srbiji i zakonski propisi su dobrim delom prilagođeni direktivama i regulativama EU, ali u samom procesu primarne proizvodnje kao i manjim pogonima za preradu potrebna su određena poboljšanja. Cilj rada je da se definiše upravljanje kvalitetom u organskoj proizvodnji mleka na farmi i u preradi organskih mlečnih proizvoda, koristeći metod osiguranja kvaliteta.

Aktuelna problematika

Organska proizvodnja doživljava sve veću ekspanziju na globalnom nivou. Zemlje EU i zemlje u okruženju organsku proizvodnju postavljaju na viši nivo i organski proizvodi se nalaze u centru strategije trajnog razvoja. Organska proizvodnja će ulaskom naše zemlje u EU sigurno naići na visoku finansijsku podršku, te će ovaj vid proizvodnje biti jedan od konkurentnih i izvoznih kapaciteta naše zemlje.

U Srbiji se vode intenzivne aktivnosti u oblasti organske proizvodnje, kako u pogledu donošenja Zakona o organskoj proizvodnji (maj 2010), zatim ostalih dokumenata, te direktih finansijskih stimulacija za proizvođače, do stvaranja uslova za certifikaciju po povoljnim cenama, kao i razni oblici edukacije.

Potrebno je primeniti pravila iz Regulative (CE) 834/2007, gde je organska poljoprivreda definisana kao „sistem trajnog upravljanja koji ima za cilj da proizvede namirnice visokog kvaliteta“. Koristi se obrazac u kome je organsko- referenca za životnu sredinu, a takođe organsko- oblik trajne potrošnje proizvoda koji su sigurniji za zdravlje potrošača, prirodni, imaju veću nutritivnu vrednost, mogu se proizvesti na jeftiniji način i prodati po višim cenama. Zna se da kupci koji preferiraju proizvode koji utiču na kvalitet-

nije i zdravije življenje nisu posebno osetljivi na cene.

Regulativa EU 1991, revidirana 1999. zatim nove 834/2007, 889/2008, 1235/2008 i Zakon o organskoj poljoprivredi RS, maj 2010, definišu da je organska proizvodnja sveukupan sistem upravljanja poljoprivredom i proizvodnjom hrane, kombinovan sa zaštitom životne sredine uz očuvanje biodiverziteta i prirodnih resursa - osnova za kvalitetnu i bezbednu hranu, socijalnu sigurnost i održivi razvoj, slika1.

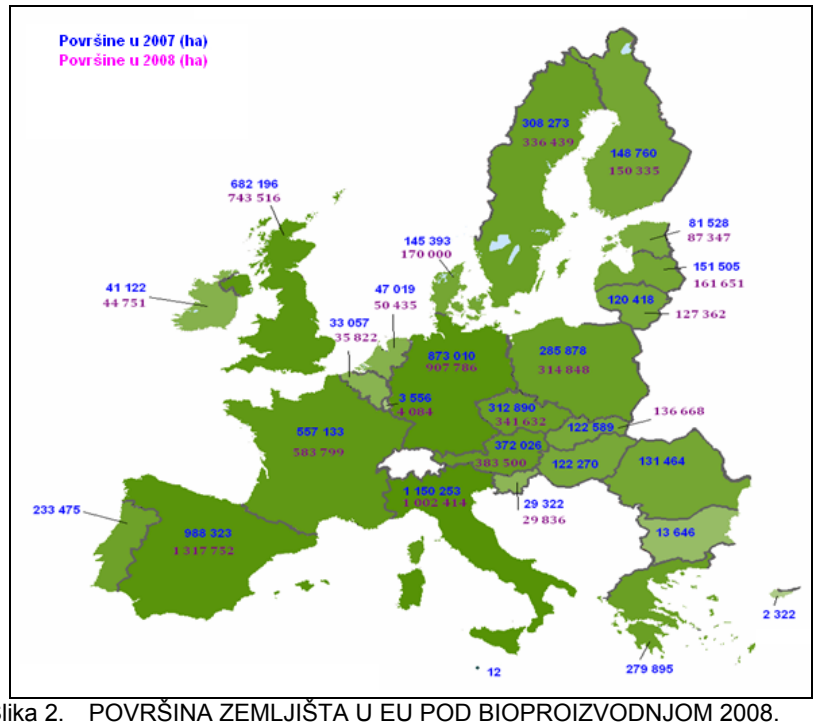
Rast svetskog tržišta u organskim proizvodima (u milijardama USD) je iz godine u godinu sve veći, što se vidi po tome što je 1999. godine promet bio 15,2 milijarde USD a u 2007. već 46,1 milijarde. Trend svetskog tržišta organskim proizvodima nastavlja da raste. Prema podacima istraživanja Agence Bio (2010), u 2009 godini 84% kupaca-potrošača organskih proizvoda je izjavilo da su zadržali (74%) ili povećali (za 10%) svoje troškove za kupovinu bioloških proizvoda.

Prema podacima SOEL – Survey (2008) u 2008. godini, pod organskom proizvodnjom se nalazilo 24 miliona ha površina širom sveta. Najveći deo tih površina nalazi se u Australiji (10 miliona ha), Argentini (2,9 miliona ha) i Italiji (1,2 miliona ha). Površine pod organskom poljoprivredom u Evropi su oko 6,3 miliona hektara, a njihov raspored po pojedinim državama je prikazan na slici 2.

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, u Srbiji je 2009. godine ukupan broj proizvođača, tj. poljoprivrednih gazdinstava koja primenjuju metode organske proizvodnje, iznosio 224 subjekta (od čega 37 proizvođača ima ugovore sa ovlašćenim organizacijama za sertifikaciju, a ostalih 187 sarađuje sa sledećim preduzećima: Sirogojno, Berry Frost, Bio-kooperativna farma Miletićevo, Bio-kooperativna farma Bašaid, Žitohem, Eko Telečka). Ukupna površina pod organskom proizvodnjom u 2009. godini iznosila je 596 ha od čega je 265 ha bilo u procesu konverzije. Prema Nacionalnom akcionom planu razvoja organske proizvodnje u Srbiji krajnji cilj je 50.000 ha ukupne površine obradivog zemljišta, kao organski sertifikovanog ili u procesu konverzije. Na tržištima koja su bogato snabdevena organskom hranom, potrošači kupuju organske proizvode uglavnom iz zdravstvenih razloga (46%) ili stoga što takva hrana ima bolji ukus (40%)

Slika 1. ORGANSKA PROIZVODNJA – OSNOVA ZA KVALITETNU I BEZBEDNU HRANU, SOCIJALNU SIGURNOST I ODRŽIVI RAZVOJ, mod., Mai – The (2009)

Figure 1. ORGANIC PRODUCTION – BASE FOR QUALITY AND SAFE FOOD, SOCIAL SECURITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, mod., Mai – The (2009)



Slika 2. POVRŠINA ZEMLJIŠTA U EU POD BIOPROIZVODNJOM 2008. GODINE (Agence Bio 2008.)

Figure 2. SURFACE IN EU UNDER BIOPRODUCTION IN 2008. YEAR (Agence Bio 2008.)

(Jošt, 2003). Prema podacima Organic Monitor (2010), FiBL (2009), u kategoriju svežih i zdravih proizvoda u prvih 5 grupa koji se najviše prodaju spada:

1. organsko voće i povrće;
2. organski mlečni proizvodi;
3. organski pekarski proizvodi;
4. organsko meso i jaja;
5. organski napici.

Organski proizvodi su na vrhu piramide visokokvalitetnih proizvoda. Poznato je da u Srbiji postoje prirodne predispozicije za organsku proizvodnju mleka, kao i činjenica da zbog nedostatka finansijskih sredstava mnogi farmeri nisu u većoj meri ni koristili veštačka đubriva i pesticide, te sa malo promena i adaptacija (koje se obično reše u periodu konverzije) dobijaju mleko i mlečni proizvodi koji mogu nositi oznaku „organski proizvod“.

Istraživanje koje je rađeno na evropskom nivou, Salvadori (2002) s ciljem da se pokuša definisati šta prosečni potrošač podrazumeva pod „kvalitetom“ kada su u pitanju mlečni

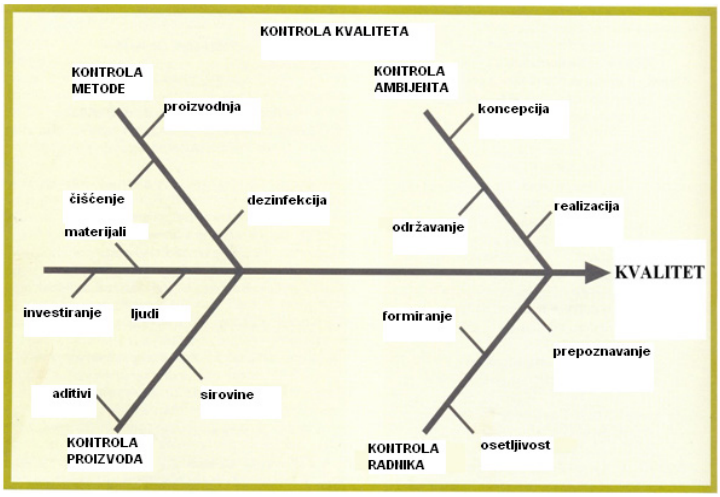
Tabela 1. KVALITET MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA
(KAKO GA DANAS VIDI EVROPSKI POTROŠAČ?)
Table 1. MILK AND MILK PRODUCTS QUALITY
(HOW THE EUROPEAN CONSUMER SEE IT TODAY?)

1 Apsolutna zdravstvena bezbednost i hranljivost proizvoda (potrošač ne prihvata ni najmanji zdravstveni rizik koji bi bio povezan sa korišćenjem proizvoda)
2 Što duži rok upotrebe proizvoda (potrošač zahteva postojanost sastava i ukusa proizvoda određeno vreme)
3 Optimalna nutritivna vrednost (potrošač zahteva da proizvodi imaju standardnu nutritivnu vrednost koja se lako može utvrditi)
4 Tipičnost i poznavanje porekla proizvoda (potrošač više traži proizvode koji su sa poznatog područja i koji imaju poznato poreklo)
5 Dobar odnos između navedenih osobina i cene proizvoda (potrošač pozitivno ocenjuje odnos garancije između prve četiri tačke i cene proizvoda)

proizvodi, iznelo je na videlo izvesne zaključke, koje je širok krug potrošača smatrao esencijalnim u gotovo svim zemljama za priznavanje kvaliteta mlečnih proizvoda. Ti zaključci su dati u tabeli 1.

Zdravstvena ispravnost mleka i mlečnih proizvoda u organskoj proizvodnji kao i u konvencionalnoj, zavisi od stepena sprovođenja savremene koncepcije nadzora i kontrole namirnica. To je pre svega poštovanje načela dobre proizvođačke prakse, striktno sprovođenje opšteprihvaćenih međunarodnih standarda i potreban nadzor kritičnih tačaka proizvodnje od farme do gotovih proizvoda. Zdravstvena ispravnost namirnica zavisi od nivoa njihovog zagađenja, odnosno nalaza štetnih materija koje mogu ugroziti zdravlje potrošača. Kontaminacija hemijskim komponentama koje ugrožavaju zdravlje ljudi, dolazi upotrebom veterinarskih lekova u terapijske svrhe i dodatkom u stočnoj hrani te upotrebom hemijskih sredstava u zemljištu. U istraživanju Kaša (2004), u 10 % ispitivanih uzoraka mleka je utvrđena pozitivna reakcija na rezidue sulfonamida u mleku. Veliki je broj radova koji upozoravaju na opasnost prisustva antibiotika u mleku i na njihovu primenu (Samardžija i sar., 2002, Fališevac, 1971).

U organskoj kao i u konvencionalnoj proizvodnji koristi se metoda osiguranja kvaliteta. To je metoda, koja se oslanja na modernija zapažanja do kojih je posle rata došao Kaouru Ishikawa, otac koncepta Totalnog kvaliteta ili „Total Quality control“ (Salvadori 2002).Radi se o postupku gde se svaka faza od proizvodnje sirovog mleka do prerade, čuvanja itd., drži konstantno pod kontrolom. Tako je finalni kvalitet osiguran tokom proizvodnog ciklusa bez potrebe za kasnijim velikim analitičkim proveravanjem i tiče se svih faza kroz koje je proizvod prošao.



Slika 3. DIJAGRAM ISHIKAWA, (Salvadori, 2002)
Figure 3. ISHIKAWA DIAGRAM, (Salvadori, 2002)

Ovaj koncept, koji je u potpunosti inovativan, izražava se takozvanim „Ishikawinim“ dijagramom, slika 3, koji je doprineo u svojoj industrijskoj primeni, aktualizaciji sistema za osiguravanje ukupnog kvaliteta, koji se ogledaju u potvrdi kvaliteta od strane firmi proizvođača putem tzv. Evropskih normi ISO. Osnova sistema za osiguranje kvaliteta su metode kontrole koje se danas temelje na metodologiji HACCP sistema. Sistem HACCP (Hazard Analisys and Critical Control Points - Analiza opasnosti i kritične kontrolne tačke) nastao je iz potrebe da se stvore uslovi koji omogućavaju higijenu proizvodnje (pod kojom se podrazumeva proširena koncepcija proizvodnje sirovina i njihove obrade pre korišćenja od strane potrošača) i samim tim garantuju ispravnost hrane. Korišćenjem ovog sistema obezbeđuje se monitoring u proizvodnom lancu od samog početka proizvodnje mleka do gotovog proizvoda.

Kako bi se mogli kontrolisati rizici, treba detaljno analizirati sve pojedinačne operacije, odrediti za svaku operaciju tip, ozbiljnost i učestalost rizika, naglasiti način kontrole i analize s tim u vezi, i na kraju, kodifikovati sve u dokumentima za registraciju tako da sve bude precizno, pouzdano i da služi kao dokaz.

U cilju proizvodnje bezbednog svežeg mleka iz organske proizvodnje i gotovih proizvoda, koriste se nove regulative (EC), 834/2007, 889/2008, 1235/2008, i Zakon o organskoj poljoprivredi RS, maj 2010. kao i Pravilnik o metodama organske stočarske proizvodnje (Sl.SRJ, 51/2002). Što se tiče izvoza organskih proizvoda, od značaja je pored navedenih Regulativa, zakona i pravilnika, poštovanje opštih propisa EU o prehrambenim proizvodima (EC), br. 178/2002, (EC), br. 852/2004, (EC), br. 853/2004, (EC) br. 882/2004 itd., (Lazić, 2005).

Navedeni zakoni stavljaju u prvi plan korisnost proizvoda u odnosu na kupca, što treba imati u vidu i to mora biti imperativ.

REZULTATI I DISKUSIJA

Metod rada u primarnoj proizvodnji svežeg mleka

Na malim porodičnim farmama na području Fruške gore gaje se goveda domaće šarene rase i u ovom istraživanju su se pokazala veoma prikladno

Tabela 2. MINIMALNE POVRŠINE ZA UZGOJ PO ŽIVOTINJI (PRAVILNIK, Sl. SRJ, 51/2002)
Table 2. MINIMAL PRODUCTION SURFACES PER ANIMAL HERDS (Sl. SRJ, 51/2002)

Kategorija/ Categories Goveda, ovce/ Herds, sheep	**Unutrašnja površina objekta (površina dostupna životinjama)/ Inside stall surface**		**Spoljna površina (površina zakretanje, ne uključujući pašnjak)/ Outside stall surface**
	Minimalna telesna masa, kg	**m^2/grlu**	**m^2/grlu**
Goveda/ Herds	Do 100 Do 200 Do 350 Preko 350	1,5 2,5 4,0 5 sa minimumom od 1m ^{2}/100 kg	1,1 1,9 3,0 3,7 sa minimumom od 0,75 m^2/100 kg
Mlečne krave/ Dairy cows Bikovi/ Bulls		6 10	4,5 30

za organsku proizvodnju. Prema podacima iz literature (Lazarević, 2008) prednost se daje otpornijim rasama (buša, podolsko goveče, simentalac), mada ima primera i visokoproduktivnih rasa (crveni i crno-beli holštajn) koje se npr. u Austriji veoma uspešno drže u uslovima organske proizvodnje.

Potrebe za krmivima (izračunavanje potreba – energija, proteini, minerali, voda, suva materija) – izrada tablica mora biti u skladu sa potrebama životinja za njihove uzdržne potrebe i za produkciju koja je moguća a i u skladu sa Pravilnikom o organskoj stočarskoj proizvodnji. Da bi se moglo uspešno upravljati kvalitetom proizvodnje na farmi, mora se obezbediti takvo držanje na farmi, kako bi krave imale pristup pašnjaku, ispustu i otvorenom prostoru, kako je prikazano u tabeli 2.

Broj životinja u ispustu je određen pristupačnom površinom kako bi se izbegla preterana ispaša i erozija, omogućilo pravilno korišćenje đubriva životinjskog porekla (stajsko đubrivo) i izbegao negativan uticaj na prirodnu sredinu u vidu zagađenja zemljišta, površinskih i podzemnih voda.

Potrebno je voditi evidencije o životinjama, kako se leče (homeopatski lekovi) i kad se mleko može koristiti.

Konstantnom kontrolom mleka na određenim kritičnim kontrolnim tačkama, mogu se sprečiti moguće opasnosti, tako da se kvalitet mleka može poboljšati i tako ga treba dalje održavati.

Opasnosti za kvalitet mleka i njegovu bezbednost su prikazane velikim slovima i to: **P** - fizičke, **C** - hemijske i B - biološke, tabela 3. Prema planu provođenja HACCP sistema planirano je pet kritičnih faza, sledećim redom (Vágány, 2003):

- početak proizvodnje;
- formiranje proizvodnih grupa (krave sa istom produkcijom);
- ispitivanje mleka;
- filtriranje mleka;
- hlađenje.

Ostali koraci u proizvodnji mleka nisu opasni sa aspekta bezbednog kvaliteta. Radnici na farmi (muzači) moraju se prethodno obučiti da rade u skladu sa procedurom utvrđenom po principima HACCP sistema.

U stajama za organski uzgoj koristi se slobodan način držanja, tako da se krave sa mastitisom moraju izdvojiti i uvek musti zadnje ili se mora koristiti posebna muzna jedinica za njih. Tokom muže moraju se nositi rukavice, kako bi se prevenirala kontaminacija, zatim se moraju koristiti odgovarajuća dezinfekciona sredstva, te čiste krpe za svaku kravu posebno. Dalje, važno je vršiti mikrobiološku analizu mleka u periodu zasušenja, kao i kod mleka prvotelki koje treba izdvojiti ukoliko su rezultati pozitivni. Potrebno je onemogućiti prisustvo muva u staji, zatim na propisan način upravljati prostorom, tako da je minimalna mogućnost kontakta sa blatom, izmetom i vlagom. Važno je obezbediti čistu i suvu prostirku na predviđenim mestima.

Veoma je važno aktivno praćenje zdravstvenog stanja vimena i rano otkrivanje mastitisa. Kod krava koje imaju mastitis (koje treba da pređu preći na organsku proizvodnju) treba provesti sledeće mere: identifikovati, lečiti (homeopatskim lekovima) i/ili transportovati bolesne životinje na druge farme (a sve pre prelaska na

Slika 4. STAJA ZA DRŽANJE KRAVA U ORGANSKOJ PROIZVODNJI MLEKA U AUSTRIJI
Figure 4. STALL FOR COWS IN AUSTRIA FOR ORGANIC MILK PRODUCTION

Slika 5. METODE DRŽANJA ŽIVOTINJA MORAJU BITI USMERENE NA DOBROBIT I BLAGOSTANJE ŽIVOTINJA
Figure 5. ANIMAL KEEPING METHODS MUST PROVIDE WELFARE AND PROSPERITY

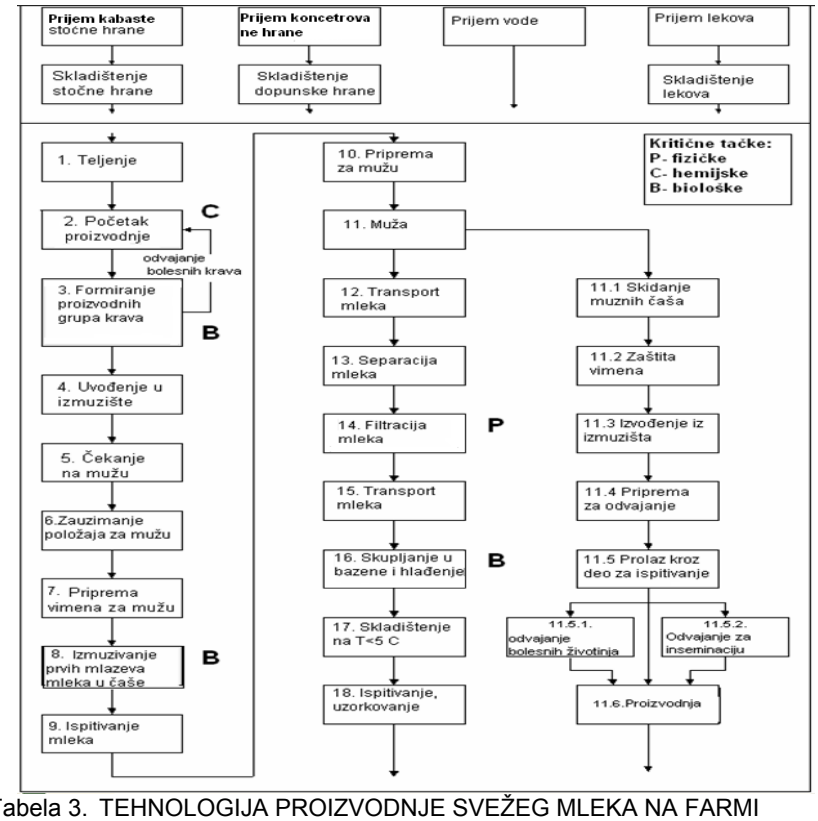


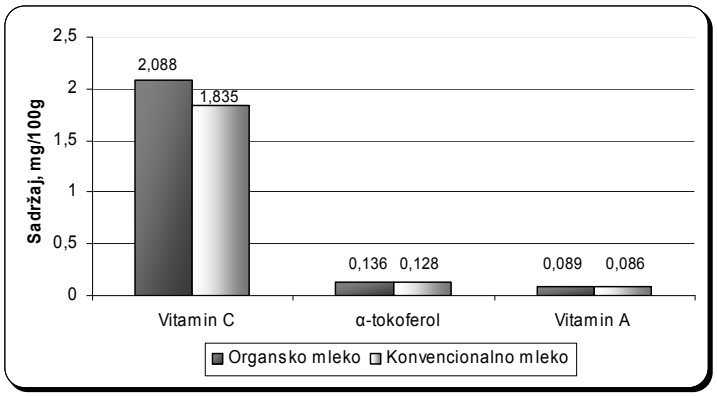
Tabela 3. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE SVEŽEG MLEKA NA FARMI KRAVA (Vágány, 2003)

Table 3. TECHNOLOGY OF RAW MILK PRODUCTION ON DAIRY FARM (Vágány, 2003)

organsku proizvodnju). Mnoge evropske zemlje zahtevaju da svi tretmani antibioticima budu evidentirani u nacionalnoj bazi podataka, dok se evi dentiranje upotrebe alternativnih biljnih i homeopatskih tretmana još ne zahteva. Homeopatski tretmani dominiraju na organskim farmama i kad se certifikuju farme moraće se koristiti i o tome voditi posebna evidencija. Na ispustima mora biti obezbeđen odgovarajući prostor za zaštitu od kiše, vetra, sunca i ekstremnih temperatura. Životnje se ne drže stalno u objektu. One moraju imati stalan ili vremenski ograničen prostor koji je najvećim delom pokriven pašnjacima. Dužina boravka na ispustu je određena prema mlečnim kravama, godišnjem dobu, njihovom uzrastu i kondiciji. Potrebno je da životinje koriste ispust kad god to njeno fiziološko stanje i vremenski uslovi dozvoljavaju, osim u slučaju bolesti o čemu odlučuje veterinarska inspekcija. U slučaju kada životinje slobodno koriste ispuste tokom ispaše, a sistem držanja tokom zime omogućava slobodu kretanja, može se dozvoliti da životinje nemaju otvoreni ispust tokom zimskih meseci. Objekti za držanje životinja moraju imati glatke, ali ne klizave podove. Najmanje 50% ukupne površine poda mora biti bez nagiba. Ovaj deo poda mora biti izrađen od čvrstog materijala.

Pod je pokriven prostirkom od slame ili drugih prirodnih materijala proizvedenih u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Ishrana na paši i veća konzumacija sveže trave kod krava u organskom uzgoju rezultirala je u našem istraživanju u većem sadržajem vitamina C, A i α-tokoferola u organskom u odnosu na konvencionalno mleko, slika 5. Ipak, razlike nisu bile dovoljno velike da bi bile statistički značajne. Istraživanja Bergamo i sar., (2003) pokazala su da organsko mleko sadrži značajno veći sadržaj vitamina A i α-tokoferola u odnosu na konvencionalno mleko.



Slika 6. SADRŽAJ VITAMINA C, α – TOKOFEROLA I VITAMINA A U ORGANSKOM I KONVENCIONALNOM MLEKU

Figure 6. CONTENT OF VITAMINE C, α – TOCOPHEROL AND VITAMINE A IN ORGANIC AND CONVENTIONAL MILK

Metod rada u pogonu za preradu organskog mleka

Pogoni za organsku preradu mleka i mlečnih proizvoda mogu da funkcionišu samo za organske proizvode ili pod određenim uslovima i za organske i za konvencionalne proizvode. Proizvodi po organskim principima ne mogu se mešati s neorganskim. Svi organski proizvodi moraju biti jasno identifikovani i kao takvi se mogu skladištiti i transportovani na način koji onemogućava kontakt s konvencionalnim proizvodima tokom čitavog procesa. Dobar primer mlekare koja pored konvencionalnih proizvoda (cca 800.000 L/dan), prerađuje i organske mlečne proizvoda (cca 100000 L/dan) je mlekara Nöm u Austriji.

Mlekarski tehničari i ostali operateri treba da poduzmu sve neophodne mere da spreče kontaminaciju proizvoda iz organske proizvodnje sa zagađivačima i kontaminantima, uključujući čišćenje, dekontaminaciju i dezinfekciju objekata i opreme. Ovo uključuje sprečavanje kontaminacije organskih proizvoda nakon korišćenja sredstava za čišćenje, sanitaciju i dezinfekciju.

Svi sastojci korišćeni u izradi mleka i proizvoda od mleka treba da budu organski proizvedeni, izuzev aditiva i pomoćnih sredstava dozvoljenih u proizvodnji organskih proizvoda.

Voda (bakteriološki i hemijski ispravna) i so mogu se koristiti kao sastojci u proizvodnji organskih proizvo-

da. Tehnike koje se koriste za preradu organskog mleka i proizvodnju organskih proizvoda mogu biti biološke, fizičke i mehaničke prirode. Jonsko zračenje se ne sme koristiti u organskoj proizvodnji i preradi mleka.

Mogu se koristiti uslovi i metode skladištenja kao što su kontrolisana atmosfera, kontrolisana temperatura, sušenje i regulacija vlažnosti.

Kao i u konvecionalnoj prozvodnji, moraju se suzbijati štetočine ali na način primeran organskoj proizvodnji. Metode koje su zabranjene za kontrolu štetočina i bolesti u organskoj proizvodnji su: fumigacija s pojedinim sredstvima i jonizirajuća radijacija.

Materijali za pakovanje ne smeju kontaminirati proizvod iz organske proizvodnje. Na tržištu zemalja koje obiluju organskim mlečnim proizvodima, oni se pakuju u staklenu ambalažu koja je sigurno najbolja, ali i u ostale vrste (plastične boce, kartonska ambalaža i dr.).

Za vreme skladištenja, proizvodi iz organske proizvodnje moraju da budu jasno označeni i da se osigura odvajanje kako bi se izbegao bilo kakav oblik kontaminacije ili mešanja.

Kod transportovanja organskih proizvoda treba voditi računa da proizvodi budu pravilno označeni a rukovanje na način koji će sprečiti bilo kakvu kontaminaciju ili mešanje.

Za uspešno rukovanje u proizvodnji organskog mleka i organskih mlečnih proizvoda posebno je važna dokumentacija. Pre svega to je dokumentacija o poreklu sirovina i pomoćnih sastojaka i kvalitetu vode. Evidencija treba da ispuni dva zahteva: sledljivost i provere bilansa mleka i masnih jedinica ulaza – izlaza organskih sastojaka i organskih proizvoda, uključujući trenutno stanje (zalihe).

Da bi se izbegla mogućnost falsifikovanja organskog mleka (misli se na podmetanje mleka iz konvencionalne proizvodnje) mora se voditi evidencija prijema sirovina, skladištenja, proizvodnje, pakovanja, opsluživanje, transporta i prodaje.

U organskoj proizvodnji treba izraditi dijagrame tokova tehnološkog procesa, zatim situacioni plan mlekare koji prikazuje: lokaciju objekta, svu opremu, i područja prijema i skladištenja sirovina, mesta obrade/proizvodnje, pakovanja, skladištenja gotovih proizvoda i otpremanje, što pomaže efikasnijem upravljanju kvalitetom.

ZAKLJUČAK

Upravljanje kvalitetom u organskoj proizvodnji i preradi mleka, podrazumeva sprovođenje principa savremenog koncepta organske proizvodnje od ishrane i držanja životinja, zatim proizvodnje svežeg mleka te prerade u organskim uslovima i, na kraju, sertifikacije do dobijanja znaka „organski proizvod“. Važniji principi koji treba da budu uključeni u upravljanje kvalitetom odnose se na:

1. kreiranje harmoničnog balansa između biljne proizvodnje i stočarstva;
2. osiguranje uslova za životinje koji omogućavaju izražavanje osnovnih aspekata njihovog prirodnog ponašanja;
3. životinje koje se nalaze na farmi u trenutku prelaska na organsku proizvodnju mleka moraju proći kroz određen period konverzije;
4. uvođenje HACCP koncepta i u primarnu proizvodnju mleka kao i preradu u organskim uslovima;
5. široka mogućnost dodavanja aditiva (nitrati, boje i dr.) legalna kod konvencionalne proizvodnje, mora biti svedena na minimum u organskoj proizvodnji;
6. homogenizacija mleka u organskoj preradi mleka je zabranjena;
7. unapred određenom procedurom moguće je obezbediti u istom pogonu konvencionalnu i organsku preradu a da ne dođe do mešanja i bilo kojeg oblika kontaminacije značajne za organski proizvod.

LITERATURA

Arndt G., Bicker M.,Götz ,Köberrle K.: Tirgesundheit für Wiederkäuer (2009).

Arvanitoyannis I., Hadjicostas E.: Quality assurance, safety guide for the food and drinks industry, Mediterranean Agronomic institute of chania, (2001).

Bergamo, P., Fedele, E., Iannibelli, L., Marzillo, G.: Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products, *J. Food Chem.* (2003): 82 (4):625-631.

Eugénie MAI-THE E.: Sengager dans Bio Entreprise Durable d.s aujourd'hui c'est possible (predavanje) , (2009) ; www.gfrs.de.

Fališevac J.: Utjecaj primjene antibiotika u stočarstvu na zdravlje čoveka i na efikasnost antibiotske terapije. Antibiotici u stočarskoj proizvodnji. Poslovno udruženje proizvođača krmnih smješa, Zagreb, (1971), 105-119.

Jošt M., Cox T.: Intelektualni izazov tehnologije samouništenja, Ogranak Matice hrvatske Križevci . (2003).

Kaša D.: Dokaz ostataka sulfonamida brzim laboratorijskim testom, Mljekarstvo; 54(2)139-143,. (2004).

Lazarević R.: Stočarstvo u organskoj proizvodnji, Novi Sad, (2008).

Lazić B.: Eko farma, Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane, 1-359, Novi Sad, (2005).

Lazić B., Malašević M.: Osnovni principi organske poljoprivrede.Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Novi Sad, (2003).

Nacionalni akcioni plan za razvoj organske proizvodnje u Srbiji, (2010).

Paul van den Berge, FiBL: Uslovi za izvoz organskih proizvoda iz Srbije, (2010); www.fibl.org.

Pravilnik o metodama organske stočarske proizvodnje, Sl. list 51/2002.

Samardžija D., Antunac N.: Važnost dokazivanja prisutnosti antibiotičkih ostataka u mlijeku, Mljekarstvo, (2002); 52(1) 61-70.

Sattler F., Wistinghausen C.: Kmetovanje po biološko-dinamički metodi, Društvo za biološko-dinamično gospodarjenje Ajda, MVrzdenec, (1995).

Vágány J., Dunay A., Székely S., Pető I. Development and Introduction of HCCP System in Jozsffmajor, Experimental and Demonstration Farm, a Dairy Farm MilkProduction Hungary, (2004); juditv@gtk.gau.hu.

Wistinghausen C.: Biodinamička poljoprivreda, Poljoprivreda budućnosti. Društvo za biološko-dinamično gospodarjenje Ajda, Vrzdenec (2001). www.schatte.de.

Zakon o organskoj proizvodnji, Sl. gl. 30/10 od 7.05.2010.

Zakonski okvir – propisi u EU: (CE) 834/2007; 889/2008 i 178/2002 EC .

SUMMARY

QUALITY MANAGMENT OF ORGANIC MILK PRODUCTION AND PROCESSING

[1]Anka Popović-Vranješ, [1]Radovan Pejanović, [2]Slobodan Jovanović, [2]Mila Savić, [3]Mihailo Ostojić, [4]Miroslav Grubačić, [1]David Cvetanović

[1]Faculty of Agriculture, Novi Sad, [2]Faculty of Veterinary Medicine, Beograd, Serbia
[3]Faculty of Agriculture, Zemun, [4]Faculty of Agriculture, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

Organic production of milk and milk products with the mark of „organic products" requires certain acquaintance of some rules that have been established through the organic production standards. Producers as well as the processors must completly and timely be informed about the necessary conditions and how to manage in accordance with organic production standards. Proper quality managing in farm milk production as well as in the milk processing generate some preconditions for manufacturing of milk products that are more healthy, high nutrition valued, with better flavour properties and which positively influence the sustainable development of the human society, environmental protection and better social quality.

Key words: food safety • organic milk • milk quality • HACCP system

[1]VESELINA T. RADANOV PELAGIĆ
[2]DANIJELA N. KRSTIĆ
[3]DUŠAN I. PETKOVIĆ
[4]VERICA B. JURIĆ
[4] DUŠKO B. MILIĆ
[5]ELDON K. UHLENHOPP.

[1]SFS centar Novi Sad, Srbija
[2]Agencija za ruralni razvoj Irig, Srbija
[3]Privredna komora Kragujevac, Srbija
[4]Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Srbija
[5]ISU, Ames US, USA

PREGLEDNI RAD

UDK: 637.1:338.439.4

BEZBEDNOST I KVALITET MLEKA NA NIVOU FARME - GLOBALNI TREND U INDUSTRIJI MLEKA

Vlade i proizvođači mleka širom sveta dogovorili su se da bi mleko trebalo da bude prozvedeno na način, koji bi obezbedio siguran i kvalitetan proizvod za ljudsku upotrebu. Zato je bezbednost mleka postala sastavni deo proizvodnog procesa od farme do trpeze. Potrošači sve više postaju zabrinuti za bezbednost mleka i mlečnih proizvoda poslednjih nekoliko godina, zbog incidenata koji se javljaju širom sveta. Ukupni globalni lanci za snabdevanje imaju nedostatak mehanizama za odgovarajuću kontrolu. Proizvođači i trgovci moraju da ulože više napora za rešavanje nedostataka u svojim linijama za snabdevanje mlekom i mlečnim proizvodima. Zato su predloženi i prilagođeni standardi kontrole i šeme osiguranja bezbednosti u proizvodnji mleka. U integrisani sistem kontrole kvaliteta mleka i mlečnih proizvoda informacije sa farmi krava su suštinski elementi bezbednosti. Mikrobiološki agensi predstavljaju najveću opasnost za javno zdravlje. Uzročnici zoonoza se mogu preneti direktno preko mleka i direktnim kontaktom i širenjem kontaminiranom životnom sredinom, organskim otpadom sa farme. Nov prilaz u rešavanju ovog problema je biosigurnost na farmama. Novije metode koje se danas primenjuju su HACCP i analiza rizika. Briga o zdravlju krava muzara, dobrobit, uslovi držanja, medicinska nega, vakcinacija i ishrana, uključuje redovne veterinarske preglede jednom, dva puta mesečno, ili nedeljno.

Ključne reči: bezbenost • mleko • farma • biosigurnost • HACCP

Adresa autora:
Dr Veselina Radanov Pelagić, SFS Centar, 21000 Novi Sad, Srbija, tel.: +381 63 8398075
e-mail: vpelagic@gmail.com

UVOD

Opreznost u svakoj fazi u proizvodnji mleka, obrada i distribucija doprinose bezbednosti mlečnih proizvoda. Njihov kvalitet i sigurnost su u svakoj zemlji rezultat aktivne podrške vlade koja donosi nacionalnu, usklađenu sa međunarodnim standardima, regulativu i program kontrole s jedne strane i industrije koja to primenjuje s druge. Važnu ulogu u održavanju kvaliteta igraju i potrošači. Kvalitet i bezbednost sirovog mleka obezbeđuje se na samoj farmi, prodajnim mestima i u proizvodnji. Farmeri stvaraju uslove smeštaja, kvalitetnu i bezbednu hranu, redovnu veterinarsku kontrolu i higijensku mužu. Henri Fichju, Bivši direktor, Vinrok međunarodnog instituta za razvoj poljoprivrede izjavio je: "U zemljama u razvoju konzumiranje mleka će se udvostručiti do 2020. godine." Povećanje broja stanovnika stvara potrebu i za povećanom proizvodnjom hrane. I to je dobro, ali sa druge strane to postaje "hrana rizika " jer veći zahtevi u potrošnji povećavaju kretanje hrane. To svakako dovodi do većeg rizika za kvalitet i bezbednost.

Prema tome, sprečavanje rizika za prenos bolesti i toksičnih materija prvi je zadatak u lancu proizvodnje hrane. Smanjenje rizika u proizvodnji mleka i mlečnih proizvoda treba da je obuhvaćeno u dobrom planu upravljanja, koji treba da se bavi smanjenjem mogućnosti da se bolest pojavi na samoj farmi. S tim je u vezi i vođenje dobre evidencije na farmi, monitoring kontrole sirovog mleka u nacionalnim servisima svake zemlje, uslov da do potrošača stigne bezbedan mlečni proizvod bez rezidua antibiotika, pesticida i toksina mikroorganizama. „Ne može se rešavati ono što se ne meri" i to je razlog za usavršavanje test metoda u laboratoriji u skladu sa priznatim naučnim i istraživačkim standardima. Proizvodnja je u efektu bezbedne hrane i profitabilnosti. „Bezbedna hrana je emisija i sadržaj o životu i propasti naše industrije" čulo se u diskusiji bogatih.

NOVA PARADIGMA U POLJOPRIVREDI – PROIZVODNJA BEZBEDNE HRANE

U XXI veku u poljoprivrednoj proizvodnji došlo je do promene koncepta prema kojem su prva karika u lancu proizvodnje i potrošnje zahtevi potrošača kvalitetan i siguran prehrambeni proizvod. Kvalitet u proizvodnji mleka i mlečnih proizvoda zahteva da budu ispunjena tri zajednička cilja: prihvatljivost za potrošača, bezbedni proizvodi od mleka i mleko za konzum i naučna osnova istraživačkih organizacija u oblasti poljoprivrede. Obezbeđenje kvaliteta i sigurnost sirovog mleka započinje na samoj farmi (D.Bickett-Weddle).

Nova paradigma u poljoprivredi svakako datira još od prve radionice za farmere koja je održana 1987. Ona označava snagu jedne nove vizije u poljoprivredi. Potrebe farmera u pogledu boljeg potencijala u proizvodnji, zatim oporavka kad se nađu u složenim i rizičnim situacijama mnogo je veća nego u predhodnom periodu. Tako sada imamo zahteve koji traže velike i brze promene profesionalaca, struke i institucija u kojima rade. Velike klimatske promene koje prate po-

ljoprivrednu proizvodnju imaju potrebu za bržim i efikasnijim odgovorima zasnovanim na znanju i nauci. U prenosu znanja novijih tehnologija paradigma jesu istraživanja i širenje dobijenih rezultata. Potrebe farmera i prioriteti u proizvodnji mleka su prvi zadatak, tako da farmeri učestvuju u istraživanjima i njihovom proširenju. U razvijenim delovima sveta nauka se formira i odvija u integrisanim i multidisciplinarnim istraživačkim jedinicama povezanim u mrežu više zainteresovanih zemalja. U njihovim laboratorijama se izučavaju metode zasnovane na naučnim standardima i rezultati se daju farmerima. Realno učešće takvih istraživačkih jedinica omogućava analizu dobijenih podataka i podršku njihovog eksperimentisanja od strane farmera i proizvođača hrane i svih steikholdera u lancu. Ono zahteva mnogo rada koji jemoguć samo kroz lične, profesionalne i institucionalne promene. Nova i komplementarna paradigma za poljoprivredna istraživanja, njen razvoj i proširenje pojavila se priznanjem neuspeha postojećih pristupa i napretka u drugim domenima.

PRISTUPI O BEZBEDNOSTI HRANE, MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA

Koncept proizvodnje hrane *continuum* integrisani je multidisciplinarni pristup koji najbolje obezbeđuje kvalitet i sigurnost hrane u čitavom lancu proizvodnje i potrošnje.

- Kontrola mleka na izvornom mestu i eliminisanje neželjenih uticaja po zdravlje ljudi je preventivni pristup, koji je efikasniji od tradicionalnog u kojem se kontroliše krajnji proizvod i koji se još uvek primenjuje u nekim nerazvijenim i zemljama u razvoju. U Srbiji je donešen Zakon o hrani, koji još uvek nije u potpunosti zaživeo.
- Kontrola kvaliteta zasniva se na Dobroj Poljoprivrednoj Praksi, Dobroj Higijenskoj Praksi i drugih, zasnovani na analizi rizika i kritičnih kontrolnih tačaka, HACCP proces zasnovan na analizi rizika i smanjenju štetnih uticaja na bezbednost hrane (Uhlenhopp, 2002).

U cilju održavanja visokog kvaliteta i bezbednosti sirovog mleka i mlečnih proizvoda process kontrole mora da počne na farmi i doslednost u celom lancu je ključ uspeha, naglasio je (Uhlenhopp 2007). Isti autor i istraživači ISU ističu dokaze koji ukazuju da je pitanje biosigurnosti na farmi suština borbe sa štetnim agensima po zdravlje ljudi. Misija ovakvog rada je u novim metodologijama za partnerstvo, dijalog, učešće u analizi i širenju rezultata, nova učenja za profesionalce savetodavnih službi i razvijanje kapaciteta ljudi u seoskim sredinama. U tom pravcu potrebna su odgovorna nova institucionalna okruženja, uključujući i poboljšanje veza unutar i između institucija u zemlji i na međunarodnom nivou.

U SAD i Kanadi godinama su se koristile ove komponente. One su podrška USDA i AAFC da pokuša da se sačuva i unapredi zdravlje životinja i indirektno zdravlje ljudi. HACCP i analiza rizika na samoj farmi i prozvodnji hrane su novije metode.One se koriste danas i za njih su uloženi napori na poboljšanju metoda u prošlosti. Tako da se danas koristi više načina za zaštitu životinja na farmi.

Preduslov za implementaciju HACCP u proizvodnji mleka je primena Dobre proizvođačke prakse GMP. Sprovođenje ovih postupaka ima za rezultat kvalitetan krajnji proizvod. To je skup uputstava za posebne zadatke u kojima se koriste standardne operativne procedure SOP. Na taj način treba da se spreči falsifikat proizvoda. Standardne operativne procedure su u direktnoj vezi sa predoperativnim i operativnim radnjama u proizvodnji mleka i mlečnih proizvoda.

Biosigurnost – šta je? "To su radnje koje se preduzimaju da bi se sprečilo širenje infektivnih bolesti". Ovo izgleda široko objašnjenje pojma i ostavlja zbunjenost šta zapravo znači biosigurnost kod individualnih proizvođača i industrije. To je jedna od najkritičnijih tema sa kojom se suočava stočarska proizvodnja u svetu (Uhlenhopp, 2002; 2007). Da bi opisali ovaj pojam mora se imati u vidu granica razmišljanja o infektivnim bolestima misleći pri tome na simptome uzrokovane bakterijama, plesnima, virusima i parazitima. Definicija nas zapravo upućuje samo na preduzete mere. Znači akcija da se zaustavi kretanje zaraznih bolesti od naroda do naroda, od države do države, farme do farme i od životinja do životinja. Međutim, biosigurnost mora stalno da nas podseća da je reč o infektivnim bolestima, odnosno kliničkim promenama, a ne samo o nužnom kretanju zaraznih agenasa.

Zašto biosigurnost predstavlja važnu alatku u prozvodnji na farmi? Kretanje životinja i rizik od prenošenja zaraznih bolesti je veoma velika briga u celom svetu. Daje se više milijardi dolara godišnje za industiju. Povećana otpornost interesa stanovništva, smanjenje kontakta (broj izlaganja, opterećenje, vreme) kao rezultat imaju prenos, odnosno eliminasnje infektivnih agenasa. Povećanje otpora: stimulacija imunog sistema - vakcinacija, genetika, preventivni lekovi, ishrana, smeštaj i držanje životinja.

Infektivno oboljenje je proces u kojem učestvuje više faktora do pojave prvih simptoma. Epidemiološki trougao obuhvata kompleks zarazne bolesti, interakciju agensa, odbranu organizma i pritisak zaštite životne sredine. Bolest je proces koji uključuje prisustvo agensa u prijemčivoj i osetljivoj populaciji i prenošenje agensa sa životinje na životinju. Sve ovo mora da se uzme u obzir u analizi i proceni rizika.

Preveniranje oboljenja

Koraci biosigurnosti mogu biti predstavljeni uticajem svakog od ove tri kritične komponente bolesti. Znaci bolesti se neće pojaviti kada infektivni agens nije dovoljan da nadvlada odbranu. Otpornost na bolesti se može povećati stimulacijom imunog sistema. Najvažniji mikroorganizmi koji se putem hrane životinjskog porekla prenose na čoveka su *Campylobacter* spp., *Salmonella enterica, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, pathogenic Escherichia coli* i *Yersinia.* Na primer epidemiološke analize ljudskih bolesti izazvanih hranom, u Holandiji, na primer, pokazuju da su u većini slučajeva vezanih za hranu bakterije poreklom iz namirnica životinjskog porekla. Za holandsku situaciju, radna grupa Health Council Netherlands (2000) procenjuje da je 75% gastrointestinalnih bolesti izazvano hranom životinjskog porekla.

Menandžment stada krava. Propisi i programi za postupke u proizvodnji kvalitenog i bezbednog mleka obuhvata postulate "Good Manufacturing Practice GMP" – dobra proizvodna praksa (FAO). GMP će sigurno osigurati koristan efekat sa što manjim rizikom od štetnih materija kroz opšti nadzor.Da bi se rešio kvalitet mleka potrebno je uraditi više koraka. Veoma često su na farmama neuredne arhive sa relevantnim podacima o

proizvodnji na nivou svake pojedinačne krave, podaci o izolovanim bakterijama u mleku na samoj farmi, zatim podaci od zbirnog uzorka iz cisterne, bakterijske vrste i koncentracija bakterija, protokol i podaci o lečenju svake krave, standardu i operativni postupci, podaci o muži i procena vremena muže. Često nedostaju podaci o mastitisima krava (kliničkim i subkliničkim). Bezbednost ponekad predstavlja smetnju, jer da bi se ona sprovodila vrata farme se mogu predstaviti kao vrata sa dva katanca, jedan se preseca za zakonit ulaz, a drugi lanac mogu preseći i ući nepoželjni. Termin bezbednost farmskih životinja je sličan izrazu bezbednost hrane i u njemu su sadržane tri komponente: 1. održiva proizvodnja, 2. dostupnost distribucija i upravljanje, 3. analiza rizika (sistemska procena farme i rizici po grupama, identifikacija i suma potencijalnih problema ili rizika, upravljanje rizikom, rizik komunikacije, odlike i akcije i smanjenje uticaja rizika). Svi ovi koraci imaju zapravo jedan cilj, a to je preventiva infektivnih bolesti, posebno zoonoza.

Uspeh svakog proizvođača u poboljšanju procesa proizvodnje sirovog mleka treba da je nezavisan od eksperata kvaliteta. Program u proizvodnje naslonjen najšire na obrazovanje, nove metode i promišljenu implementaciju (Notermans, 2003). On mora biti u kontinuitetu progresivnog poboljšanja, kao i deo kulture ovako važne industrije. Ključni deo programa kvaliteta je radni tim na farmi ili prerađivačkoj kompaniji u čijem sastavu svakako mora biti veterinar bilo kao stalno zaposlen ili kao ugovorni saradnik. Kvalitet i bezbednost je osigaran samo kroz rad.

HACCP/Risk Analysis. Upoznavanje preventivnih tehničkih postupaka sistemom HACCP postaje sve značajnije i obavezno u proizvodnji mleka i mlečnih proizvoda u celom svetu. Uloga ovog sistema je u redukciji patogena procenom rizičnih tačaka u proizvodnji. Redukovanje kontaminacije patogenim bakterijama je ključni faktor u smanjenju mnogih oboljenja životinja i njihovog prenošenja u proizvodnju mleka za ljudsku upotrebu. HACCP je pravilan sistem u procesu kontrole koji se upotrebljava u proizvodnji hrane, da probleme kontaminacije primenom kontrolom rizičnih tačaka u cilju eliminacije štetnih agenasa. Eksperti konsultanti FAO/WHO su zaključili na osnovu kompletiranih naučnih saznanja da su biološki agensi danas češći u hrani i veći problem za ljudsko zdravlje, od hemijskih i fizički štetnih materija (EFSA). Opasnost predstavljaju dve forme, **prva,** vegetativne bakterije ili drugi mikroorganizmi, koji koloniziraju životinje posle uzimanja kontaminirane hrane, perzistiraju kao kontaminenti. Postoji mogućnost da se ovi mikroorganizmi umnožavaju u namirnicama (meso, mleko, jaja).

Druga, toksični metaboliti mikroorganizama koji se izlučuju preko mleka. Klasifikacija priona BSE i skrepia su posebne forme i još uvek su u ispitivanju (4). Prikupljanje podataka o rezultatima monitoring kontrole kvaliteta i stvaranja informacionog centra je imperativ u proizvodnji mleka svake zemlje. HACCP je proces koji se odvija u industriji mleka i na farmama mlečnih krava i proces čiji monitoring je u vladinim institucijama.

Sigurnost u stočarstvu i izbegavanje neželjenih opasnosti

Sigurnost u stočarstvu je vodič za dobar uzgoj životinja kojom obezbeđuje bezbednu hranu za ljude i životinje. OIE i FAO su objavili Guide to Good Farming Practices for Animal Production Food Safety (2008) Vodič dobre prakse za uzgoj životinja. Ovaj dokument je namenjen nadležnim organima i zainteresovanim stranama u proizvodnji hrane, posebno poljoprivrednicima, da ispune odgovornost za proizvodnju bezbedne hrane životinjskog porekla. U dokumentu je podržan razvoj sistema kvaliteta na farmi kao metode za obezbeđivanje sigurne hrane za ljude. Ovaj dokumenat dopunjuje postojeće smernice OIE, CA i CACIB, koje se bave pitanjima dobrobiti i zdravlja životinja, socijalnim, ekonomskim i ekološkim pitanjima od značaja za stočarsku proizvodnju.

Nega životinja. je deo svake farme krava za proizvodnju mleka. Proizvođači su shvatili da dobrobit životinja u praksi može dovesti do proizvodnje visokog kvaliteta, bezbedno i higijenski ispravno mleko. Jednostavno, bez zdrave i zadovoljne krave i seljak i prerađivač i konzumenti bi ostali bez mleka. Zato je potrebno da osoblje na farmi stalno prati kvalitet hrane za životinje, uslove držanja i dobru medicinsku negu. Kako bi se obezbedilo zdravo stado potreban je redovan veterinarski pregled na farmi, mesečno, dvomesečnoi ili nedeljno. Pravilna dijagnostika, lečenje i vakcinacija su deo biosigurnosti na farmama za proizvodnju mleka.

Bezbednost sirovog mleka

Da bi se sprečila kontaminacija mleka pri transportu u cisterne, moraju se obezbediti odgovarajuće sanitarne mere. Znači higijenski kvalitet mleka počinje na farmi. Mesta za mužu i pribor moraju biti tako postavljeni da mogu da podležu rutinskoj inspekciji. Temperatura i higijena sabirne cisterne su ključ za očuvanje bezbednosti mleka. Sirovo mleko može da se kontaminira putem infektivnih krava i sredine u kojoj žive životinje. Najčešći patogeni kontaminenti su *M.bovis*, *B.abortus*, *E.coli* (VTEC), *Salmonella, L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* (entorotoksični soj). Smatra se da su oni indikatori rizika za zdravlje ljudi. Trenutno se ne može kvantifikovati stvarni uticaj sirovog mleka u ukupnoj pojavi bolesti izazavanih hranom. Nabrojane bakterije su značajni kontaminenti mlečnih proizvoda koji se pripremaju od sirovog mleka. Zbog toga je potrebno naglasiti da je neophodno uticati na promenu svesti o značaju mikrobiološke kontrole proizvođača mlečnih proizvoda od sirovog mleka u kućnoj radinosti.

NAUKA I LABORATORIJE

Identifikacija patogenih agenasa, koji se mogu naći u mleku, dokazani su u epidemiološkim istraživanjima trovanja ljudi, još krajem devetnaestog veka (Van Ermengem, 1987; EFSA, 2009) opisao je pojavu botulizma. Kontaminirana hrana sa *Cl.perfringens* je potvrđena još 1943. Infekcija *L. Monocitogenes* je osumnjičena još od 1940 za infekciju ljudi preko hrane, ali nije se ozbiljno razmatrala sve dok nije dokazana u Kanadi 1981 (Kovinčić i sar.). Od tada, brojne epidemije trovanja hranom prijavljene su u raznim zemljama, kao i sprečavanje listerioze. Međutim istraživanja tokom 19 i 20 veka nisu dovoljno detaljno sprovedena. Postojale su teškoće u izveštavanju i odgovarajućim priznatim preprekama za potpunije razumevanje prirode i faktora trovanja hranom. Kako je sigurno pre Drugog svetskog rata najviše incidenata trovanja hranom ostalo skriveno, posle u zapadnim zemljama se počinju osnivati službe za javno zdravlje. Tako je u Velikoj Britaniji 1939. osnovu Emergency Public Health Laboratory Services koja je imala mrežu od 19 pokrajinskih i deset gradskih laboratorija čije usluge je trebalo da budu besplatne ako zah-

tevale istraživanje i kontrolu infektivnih bolesti.

U svojim nacionalnim programima razvijene zemlje su razradile i podržale projekte o mikrobiološkim kriterijumima u kontroli mleka. Na nacionalnoj konferenciji (SAD, 1999) o međudržavnim isporukama mleka, iniciran je HACCP pilot program za mlekare u kojima će se ovaj koncept testirati. Program koncepta HACCP je naučno zasnovan sistem, koji treba da osigura bezbednost hrane od mikrobioloških opasnosti, kontrolom hrane od proizvođača do potrošača. Nacionalni savetodavni komitet za mikrobiološke kriterijume za hranu (NACMCF) koristi ovaj program, a u skladu sa važećim FDA preporukama. Na istoj konferenciji bila su organizovana pitanja i odgovori u sledećim kategorijama: preduslovnii program, preliminarni koraci, analiza štetnosti, verifikacija/validacija, revizija, testovi, rezultati, treninzi i standardizacija.

Pitanja poljoprivrede padaju pod komitet za sanitarne i fitosanitarne mere SPS i to je deo Saveta za trgovinu robom u okviru WTO. SPS sporazum uključuje mere zaštite životinja (sanitarne), biljaka (fitosanitarne), zdravlja životinja i ljudi. On uključuje kriterijume proizvoda, karantin, zahteve prerade, sertifikaciju, inspekciju, testiranje i obeležavanje u vezi sa zdravljem. Iz prava i obaveza proističu mere koje moraju biti transparentne i naučno opravdane, u samom toku razvoja i primene, uz sve principe predostrožnosti. Proširena trgovina hrane je dovela do oštrijih razlika među zemljama kada su u pitanju propisi i standardi o bezbednosti hrane. U mnogim zemljama su počeli da shvataju da odredbe SPS sporazuma igraju važnu ulogu u izvozu svojih prehrambenih proizvoda. Proizvodnja i distribucija hrane za razvijeni svet se odvija kroz ogromne i kompleksne globalne mreže. To je razlog što su razvijene zemlje obezbedile transparentnost i tehničku podršku (obuku) za zemlje u razvoju, jer nisu voljne da prihvate dodatni rizik od bolesti i štetočina za bilo koju zemlju. Zemlje u razvoju su pak mišljenja da treba da dobiju laboratorijsku opremu da bi bile u mogućnosti da pažljivije kontrolišu uvoz. Srbija je kao zemlja u razvoju imala prilike da upozna kroz više Twinig projekata, programe i pravila igre akcionih planova. Veći broj vladinih službenika i stručnjaka iz Ministarstva poljoprivrede je učestvovao u ovim programima i obukama edukacije održane kroz pomoć institucija iz EU SAD. U okviru Zakona o hrani RS/2009 u poglavlju tri obrađen je subjekat RS u oblasti bezbednosti hrane i organizacioni oblik: Direkcija za nacionalne referentne laboratorije. Cilj je promovisanje Nacionalne referentne laboratorije u međunarodnu trgovinu, kroz regionalne integracije i bolji pristup EU i svetskim tržištima za poljoprivredne proizvode. To je i mogućnost da se u skladu sa WTO/ SPS, CAC i OIE obezbede zahtevi koji uključuju efikasan sistem kontrole i uspostavljanja regionalne mreže SPS/ pitanja bezbednosti hrane.

VETERINARSKI SERVIS I BEZBEDNOST HRANE

Nadovezujući se na saradnju sa CAC, OIE predlaže da se napravi dokument o ulogama i funkcionalnosti veterinarske službe u bezbednosti hrane. Ovaj dokumenat bi trebalo da obuhvati uključivanje Veterinarske službe u aktivnosti za bezbednost hrane i zoonoze. Aktivnosti u ovim oblastima će doprineti smanjivanju rizika u hrani po ljudsko zdravlje, sprečavanje, otklanjanje ili kontrolu opasnosti u primarnoj proizvodnji životinja. Dalje, dokument treba da obuhvati veterinarsku nadležnost u upravljanju rizikom, na primer javne zdravstvene politike, integrisano projektovanje sistema i nadzor za hemijske opasnosti, certifikaciju i rizike u komunikaciji.

Bezbednost hrane je problem koji sve više stvara brigu u svetu i stavlja ga u funkciju javnog zdravlja kao prioritet i osnovu za koji se zalaže i Skupština WHO. Dosadašnji rezultati istraživanja boljeg monitoringa i nadzora ukazuju da su infekcije putem hrane izazvane patogenima životinjskog porekla. I to je važan momenat za ozbiljnost i aktivnost veterinarske profesije na međunarodnom i nacionalnom nivou.

Mogućnost hemijskih ostataka u sirovom mleku takođe izaziva podozrivost i zahteve potrošača za kontrolom. Kad su zoonoze u pitanju, razumljivo je da postoje preklapanja između javnog zdravlja i zdravlja životinja, ciljeva i dvojnost veterinarskih funkcija. Veterinarska kompetencija je čak moguća i kada su ciljevi javnog zdravlja i zdravlja životinja odvojeni i različiti. I jedan broj zemalja istražuje takve sinergije u reformama regulativnih sistema. OIE ima SPS odgovornosti za elaboriranje.

Veterinarska kompetencija je čak moguća i kada su ciljevi javnog zdravlja i zdravlja životinja odvojeni i različiti. I jedan broj zemalja istražuje takve sinergije u reformama regulativnih sistema. OIE ima SPS odgovornosti za elaboriranje standarda WTO.

Na farmi krava veterinar postavlja dijagnozu i leči bolesti a odgovarajućim lekovima i kada nisu u pitanji infektivne bolesti. U slučajevima pojave zaraznih bolesti, krave dobijaju antibiotike za njihov brzi oporavak i veoma je važno da takve životinje budu izdvojene kako se ne bi mešalo njihovo mleko u cisternu. Međutim, to se ne dešava uvek tako da rezultati govore o na primer da je manje od jedne cisterne u 3000 testova na prisustvo antibiotika i ostataka lekova u mleku.

ZAKLJUČAK

Kontrola mleka na mestu proizvodnje i eliminisanja neželjenih uticaja na zdravlje ljudi je preventivni pristup, koji je efikasniji od tradicionalnog u kojem se kontroliše krajnji proizvod i koji se još uvek primenjuje u nekim nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju. Izgradnja kapaciteta Nacionalne referntne laboratorije po međunarodnim standardima je zahtev za povezivanje u regionalne mreže i uključivanje u globalnu trgovinu mleka i mlečnih proizvoda.

LITERATURA

Azzam Mohamad F. Sekheta, Abeer H. Sahtout, Issam Farid Soukhaita, Mirvana A. Airoud Kinda A. Airoud, Hanan Y. Qudsieh: The Insidious Food Hazards as New Categories in HACCP and ISO-22000 Based Systems, Internet Journal of Food Safety, Vol.10, (2008), p.50-57

Canadian quality milk,November, 2003, http://www.dairyinfo.gc.ca/pdf/referencemanual.pdf

Dairy council, Ensuring dairy quality &safety from farm to refegerator quality, Digest, Vol. 73, No2 (2002)

Danelle Bickett-Weddle,: An Overview of Biological Risk Management, *www.cfsph.iastate.edu/ BRM*

EFSA report: Food safety aspects of dairy cow housing and husbandry systems Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards The EFSA Journal (2009) 1189, 2-2

Kovincić, Ivana Mrdjen M., Veselina Pupavac, Vujicić I.F., Mirjana Vulić, Milena Svabic-Vlahovic,Tierney J.T.: Heat resistance of Listeria monocytogenes in aturally infected and inoculated cow,s milk. Acta Microbiologica Hungarica 38(1) (1991) 3-6

Notermans S. :Food authenticity and traceability Ensuring the safety of animal feed This document will also appear as chapter in the book entitled 'Food authenticity and traceability'. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK (2003) pp 1-47

Notermans S., E. Hoornstra Improving Hygiene in Food Processing The foundation of hygiene document will also appear as chapter in the book entitled 'Food authenticity and

traceability', Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK (2003) xvii, pp 612
Ph.D: Bickett-Weddle, Danelle: Development and initial validation of a dairy biological risk management assessment tool, Iowa State University, 2009
Pretty N.Jules, Chambers Robert: Rethinking-sustainability power, knowledge and institutions, Chapter 8 Toward a learning Paradigm: New professionalism and institutions for agriculture, Published The university of Michigen, (2000) 189 – 228
Radanov Pelagic T. Veselina, Alex Ramirez Eldon Uhlenhopp: HACCP and its application in the production of safe is the guaranteed means of quality, I international congress "Food technology, quality and safety" 2007, 214-223
Information Document prepared by OIE Working Group on Animal Production Food Safety, Cooperation between the codex alimentarius commission and OIE on food safety throughout the food chain, Paris, May, 2008.
Safety systems available in the food processing industry include GHP guidelines (Good Hygiene Practice) (http://www.doh.gov.tw) (DOH, 2001).
Snijders J.M.A, F. van Knapen: Prevention of human diseases by an integrated quality control system, Livestock Production Science 76 (2002) 203–206
Terrestrial Animal Health Code C hapter 6. The role of the veterinary services in food safety , 2010 © OIE
Uhlenhopp K.Eldon: Biosecurity for Dairy Producers, USDA Conference Biosecurity in dairy production, Palic, Serbia, (2007) February 21-23,
Uhlenhopps *K.* Eldon: HACCP and risk analysis in global veterinary services, Veterinarski glasnik 1-6 (2002), 347-353
Wen-Hwa Ko Evaluating food safety perceptions and practices for agricultural food handler, Food Control 21 (2010) 450–455, 2009 Elsevier Ltd.
WHO/FNU/FOS/95: Application of Risk Analysis to Food Standards Issues, Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Geneva, Switzerland, 3, 1995.

SUMMARY

THE SAFETY AND QUALITY OF MILK PRODUCTION AT FARM LEVEL – THE GLOBAL TREND IN THE DAIRY INDUSTRY

[1]Veselina T. Radanov Pelagić, [2]Danijela N. Krstić, [3]Dušan I. Petković, [4]Verica B. Jurić, [4]Duško B. Milić, [5]Eldon K. Uhlenhopp.

[1]SFS center Novi Sad, Serbia, [2]Agency of rural developing Irig, Serbia, [3]Chamber of Commerce and Industry, Serbia, [4]University of Novi Sad, Faculty of Agriculture Novi Sad, Serbia, [5]ISU, Ames US, USA

Government and dairy producers around the world have agreed that milk should be produced in a way that would ensure a safe and high quality product for human use. Therefore, the safety of milk has become an integral part of the production process from farm to fork. Consumers are increasingly becoming concerned about the safety of milk and dairy products during the past few years, due to incidents that occured throughout the world. Total global supply chains are lacking appropriate control mechanisms. So, producers and traders need to invest more effort to address deficiencies in their supply lines for milk and dairy products. Therefore, the standards and custom controls and security insurance schemes are proposed in the production of milk. The farm cows information are essential elements of security in an integrated system of quality of milk and dairy products.Biological agents pose the greatest risk to public health. Zoonotic pathogens can be transferred directly from milk and spread by direct contact and from contaminated environment and organic waste from farms. The new approach to solving this problem is biosecurity on farms. Newer methods are now being used, such as HACCP and risk analysis. Concern about the health of milk cows, the benefits, conditions of keeping, medical care, immunization and nutrition, include regular veterinary check-ups on farms once, twice monthly, or weekly.

Key words: safety • milk • farm • biosafety • HACCP

[1]IVAN JEREMIĆ
[2]JOVAN VELJA
[3]PETAR STOJIĆ
[3]DRAGAN JELUŠIĆ
[1]PREDRAG IVANČEV

[1]Veterinarska stanica PKB Korporacije, Beograd, Srbija
[2]Hemodom, Novi Sad, Srbija
[3]PKB Korporacija, Beograd, Srbija

UDK: 637.11:66.013.8

UTICAJ HIGIJENE MUŽE NA KVALITET MLEKA

Ključne reči: krave • produkcija mleka • kvalitet mleka • somatske ćelije

Adresa autora:
Dipl. Inž. Jovan Velja, Hemodom, Ljiljana 9, Sremska Kamenica, 21 000 Novi Sad, Srbija

U razvijenim zemljama proizvodnja mleka po kravi iz godine u godinu se povećava kvalitetnom selekcijom i obimnim remontom stada te proizvodnja mleka može biti ekonomski isplativa. Dok u zemljama sa nerazvijenom privredom, a samim tim i stočarstvom, uzgajanje krava suprotno je ekonomskim interesima, što dovodi do toga da su odgajivači vrlo često u negativnom bilansu. Održavanje brojnog stanja krava u zapatima posledica je nedovoljnog godišnjeg remonta stada, pa u proizvodnji ostaju manje produktivna grla. Zbog starosti krava povećava se rizik od pojave bolesti vimena i steriliteta, što uvećava troškove lečenja i smanjuje željeni efekat selekcijskih ciljeva.

Mlekarska industrija uslovljava proizvođače da cena mleka bude u korelaciji sa kvaltitetom, tako da samo proizvedeno mleko ekstra klase proizvođačima može obezbediti profitabilnu proizvodnju.

Jedan od bitnih uslova da se smanje kliničke i subkliničke bolesti vimena i proizvede mleko ekstra klase (broj somatskih ćelija ≤ 400000/ml, ukupan broj mikroorganizama ≤ 100000/ml) jeste procedura muže koja obuhvata stimulativne i higijenske procedure pripreme vimena, samu mužu, proceduru nakon muže i higijenu aparata za mužu. U zemljama Evropske unije maksimalni broj somatskih ćelija se razlikuje. Tako su propisi najstrožiji u Francuskoj gde broj somatskih ćelija mora biti ≤ 200000 ml, dok je u Republici Srbiji broj somatskih ćelija ≤ 400000 / ml.

SUMMARY

IMPACT OF MILKING PROCEDURE HYGIENE ON MILK QUALITY

I. Jeremić[1], J.Velja[2], P.Stojić[3], D. Jelušić[4], P. Ivančev[5]

[1]Veterinary Station, PKB Corporation, Belgrade, Serbia
[2]Hemodom, Novi Sad, Serbia
[3]PKB Corporation, Belgrade, Serbia

Key words: cow • milk production • milk quality • somatic cells

In developed countries, milk production per cow from year to year increases in quality selection of the herd which contributed to milk production being more economically viable. In countries with undeveloped economy and therefore the cattle breeding cows contrary economic interests, which leads to the breeders are often in a negative balance. Maintaining proper number of cows in developed countries is a consequence of the lack of annual maintenance in the production of cattle which results in less productive animals retain. Due to the age of cows increased risk of udder diseases and infertility treatment, costs are increased and the desired effect of selection reduces.

Dairy industry causes price of milk for producers to be correlated with milk quality, so that only produced extraclass milk can provide a profitable production. One of the important conditions to reduce clinical and subclinical udder disease and production of extraclass milk (somatic cell count ≤ 400000/mL, total number of microorganizams ≤100000/mL) is a procedure that involves stimulating milking and udder preparation hygiene procedures, post milking procedures and hygiene of milking equipmant. In the European Union the maximum number of somatic cells varies from state to state is different so that the strictest regulations are in France, where the number of somatic cells is ≤ 200 000/mL for extraclass milk, while in the Republic of Serbia is ammounts ≤ 400000/mL.

ALEKSANDRA S. VELIĆANSKI
DRAGOLJUB D. CVETKOVIĆ
SINIŠA L. MARKOV
JOVANA J. UROŠEV
BRANIMIR M. PAVLIĆ

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 547.472.3:663.88.014

PRIMENA SOJEVA BAKTERIJA MLEČNE KISELINE U KOMBUHA FERMENTACIJI*

Tradicionalni kombuha napitak dobija se biotransformacijom crnog čaja zaslađenog saharozom aktivnošću čajne gljive (simbiotske zajednice kvasaca i bakterija sirćetne kiseline-BSK). Zbog poznatog blagotvornog efekta bakterija mlečne kiseline (BMK) kao i L- i D-mlečne kiseline, nakon 48h od početka fermentacije dodaje se suspenzija prirodnih izolata BMK. Tok fermentacije i osnovni parametri praćeni su u poređenju sa kontrolnim (tradicionalnim) napitkom. Promene pH i titrabilne kiselosti napitaka obogaćenih BMK, kao i promene broja kvasaca i bakterija sirćetnog vrenja, nisu se bitno razlikovale u odnosu na kontrolnu kombuhu, što znači da je zadržan uobičajen tok kombuha fermentacije. Sadržaj L- i D-mlečne kiseline u obogaćenim napicima značajno je povećan u odnosu na kontrolnu kombuhu. BMK soj 2 bio je izrazito produktivniji iako mu je broj značajno opao tokom fermentacije u odnosu na BMK soj 1, koji zadržava skoro nepromenjen broj i tokom desetodnevnog skladištenja u frižideru. Vijabilnost ćelija BMK tokom kombuha fermentacije i njihova produkcija mlečne kiseline nisu u direktnoj vezi i mogu se smatrati soj-zavisnim karakteristikama.

Ključne reči: kombuha • bakterije mlečne kiseline • L- i D-mlečna kiselina

UVOD

Kombuha je tradicionalni napitak dobijen biotransformacijom saharozom zaslađenog crnog čaja aktivnošću čajne gljive (koja se takođe često zove kombuha). Čajna gljiva nije gljiva u pravom smislu reči, već predstavlja zajednicu bakterija sirćetnog vrenja (*Acetobacter aceti, Acetobacter xylinum, Gluconobacter oxidans*) i autohtonih vrsta kvasaca *Saccharomyces cerevisiae, Zigosaccharomyces bailii, Bretnomyces bruzellensis, Schizosaccharomyces pombe, Torulaspora delbrueckii, Rhodotorula mucilaginosa* (Sievers i sar., 1995; Greenwalt, 2000; Liu i sar., 1996; Teoh i sar., 2004). Kao ugljeni hidrat i izvor ugljenika u podlogama za kultivaciju čajne gljive gotovo isključivo se koristi saharoza koju, kao takvu, bakterije sirćetne kiseline (BSK) ne mogu da usvoje. Naime, one nemaju mogućnost da saharozu transportuju u ćeliju, niti mogu u nedostatku enzima invertaze, ekstracelularno da hidrolizuju ovaj disaharid. Ovaj nedostatak one prevazilaze udružujući se sa kvascima, koji svojom invertazom (saharaza, β-fruktozidaza) hidrolizuju saharozu na glukozu i fruktozu. Ova činjenica je temelj simbiotskog udruživanja kvasaca i BSK. Kvasci kao krajnje produkte razgradnje saharoze produkuju etanol i ugljendioksid. U daljem toku glavnog metaboličkog puta, BSK usvajaju etanol i oksiduju ga u sirćetnu kiselinu koja delimično konzervira sredinu onemogućavajući razviće drugih mikroorganizama (Sievers i sar., 1995).

Kombuha napitku pripisuju se brojni terapeutski efekti i antibiotska svojstva, sposobnost regulacije gastrične, intestinalne i glandularne aktivnosti, olakšavanje tegoba osobama obolelim od artritisa i hemoroida kao i pozitivno delovanje na nivo holesterola u krvi i arteriosklerozu. Većina terapeutskih efekta kombuhe pripisuje se organskim kiselinama prisutnim u napitku, a pre svega glukuronskoj kiselini. Blagotvorno delovanje kombuha napitka na nervni sistem objašnjava se prisustvom vitamina B komleksa (Greenwalt i sar., 2000; Dufresne i Farnworth, 2000).

Kombuha napitak je složenog hemijskog sastava. Njega čine neizreagovani ugljeni hidrati, supstance ekstrahovane iz čaja, kao i one nastale metaboličkom aktivnošću mikroorganizama čajne gljive. Dominantna organska kiselina u napitku je sirćetna, čiji se sadržaj kontinuirano povećava tokom kultivacije čajne gljive (Blanc, 1996; Sievers i sar., 1995). Pored sirćetne, u napitku su prisutne i druge organske kiseline: glukonske (3-keto, 5-keto, 3,5-diketo), vinska, ćilibarna, jabučna, limunska, oksalna, malonska (Reiss, 1987). Potvrđeno je i prisustvo glukuronske kiseline (Liu i sar., 1996; Lončar i sar., 2000) koja je u vezi sa detoksifikacionim efektom kombuha napitka vezujući molekule toksina uz ekskreciju putem bubrega i creva. Međutim, Roussin (1996) upozorava na mogućnost pogrešne identifikacije glukonske kiseline kao glukuronske s obzirom na identičnost njihovih retencionih vremena. Ostale komponente kombuha napitka su: vitamini B_1, B_2, B_6, B_{12} i vitamin C (Petrović i Lončar, 1996), etanol, čiji sadržaj ne prelazi koncentraciju od 1% (Sievers i sar., 1995), enzimi (invertaza, amilaza, katalaza i drugi), čije prisustvo je posledica metaboličke aktivnosti mikroorganizama čajne gljive i liziranja ćelija, kao i komponente čaja (katehini, teaflavini, flavonoli) (Greenwalt i sar., 2000).

*Rad je deo istraživanja u okviru projekta broj 23011 „Sporedni proizvodi prerade voća i povrća – značajan izvor fitonutrijenata“ koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Adresa autora:
Aleksandra Velićanski, Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, Srbija
e-mail: sanja@tf.uns.ac.rs, 021 485-3730

Malobrojni autori određivali su sadržaj mlečne kiseline u kombuha napitku. Reiss (1994) je ustanovio da količina produkovane mlečne kiseline zavisi od upotrebljenog šećera (saharoze, laktoze, glukoze i fruktoze) i njegove koncentracije u podlozi za kultivaciju. Malbaša i sar., (2008) su takođe pratili promene sadržaja mlečne kiseline tokom fermentacije na različitim izvorima ugljenika (saharoza i melasa), dok su Belloso-Morales i Hernández-Sanchez (2003) koristili različite izvore azota u podlozi (crni čaj i tri vrste surutke).

Mlečna kiselina je glavni metabolit bakterija mlečne kiseline. Bakterije mlečne kiseline su G-pozitivne, štapićaste, asporogene bakterije koje se tradicionalno primenjuju za konzervisanje raznih fermentisanih prehrambenih proizvoda (Vries i sar., 2006). BMK su anaerobne, generalno mezofilne, ali one mogu rasti na temperaturama nižim od 5°C ili višim od 45°C.

BMK obuhvataju štapićaste bakterije (*Lactobacillus, Bifidobacterium*) i koki bakterije (*Streptococcus, Enterococcus, Pediococcus, Leuconostoc*) (Kandler, 1983). Najveća grupa BMK pripada rodu *Lactobacillus* koji obuhvata više od 50 različitih vrsta. U mnogim slučajevima, ovi laktobacili se takođe koriste kao starter kulture u industrijskoj proizvodnji i domaćoj radinosti za fermentaciju prehrambenih proizvoda jer doprinose konzervaciji, ukusu i teksturi fermentisanih proizvoda. Dok je njihova osnovna funkcija fermentaciona konverzija šećera u poljoprivrednim proizvodima u mlečnu kiselinu, njihove druge važne osobine su proizvodnja antimikrobnih peptida, egzopolisaharida i raznih drugih metabolita. Pored toga, vrste *Lactobacillus* se nalaze u crevima ljudi i drugih životinja, a njihov broj može da varira u zavisnosti od životinjske vrste, starosti domaćina ili lokacije unutar creva. Međutim, samo nekoliko *Lactobacillus* vrsta (kao što su *L. crispatus, L. gasseri, L. plantarum, L. acidophillus*) koriste se za industrijsku proizvodnju fermentisanih prehrambenih proizvoda i nalaze se u ljudskim crevima (Vries i sar., 2006).

BMK imaju zajedničku osobinu da iz ugljenih hidrata stvaraju samo mlečnu kiselinu (homofermentativne vrste) ili i druge produkte: CO_2, sirćetna kiselina, propionska kiselina itd. (heterofermentativne vrste) (Kandler, 1983; Tamime, 2006).

Postoje dva oblika mlečne kiseline: L(+) i D(-) izomer. L(+) mlečna kiselina pomaže cirkulaciju krvi, peristaltiku creva, održava kiselo-alkalnu ravnotežu. Krv, mišići i želudac sadrže L(+) mlečnu kiselinu koja povoljno utiče na lučenje želudačnih sokova i odstranjivanje toksičnih materija iz organizma. D (-) mlečna kiselina smatra se stranom supstancom koja se unosi u organizam hranom. Takođe je sadrže ćelije raka i tzv. štetne bakterije. Međutim, oba oblika mlečne kiseline prisutna su u fermentisanoj hrani, ali je najčešće L(+) oblik dominantniji (Kaufmann, 1995).

Uzimajući u obzir korisne efekte BMK i mlečne kiseline, cilj ovog rada je da se ispita mogućnost dobijanja kombuhe kojoj bi se u toku fermentacije dodavale kulture BMK. Pogodnim analitičkim metodama (hemijskim i mikrobiološkim) pratio bi se efekat dodataka na kvalitet gotovog proizvoda, kao i na održivost napitka. Kao osnova za praćenje procesa uzet je kombuha napitak dobijen na tradicionalan način i kultivisan pod istim uslovima.

MATERIJAL I METODI

Kultivacija čajne gljive

Priprema podloge za kultivaciju čajne gljive izvedena je na sledeći način: zaslađena (7% konzumne saharoze) vodovodska voda je zagrevana do ključanja, pa joj je dodat crni čaj (3 g/L, Fructus, Bačka Palanka). Ekstrakcija komponenata čaja je trajala 15 minuta, nakon čega je topla podloga profiltrirana preko sterilisanog kvalitativnog filter papira. Nakon hlađenja na sobnu temperaturu podloga je inokulisana biotransformisanom tečnošću iz prethodnog procesa fermentacije (10% v/v). Po 330 mL ohlađene podloge razliveno je u sterilne bioreaktore (ukupna zapremina 720 mL, prečnik 8 cm) i pokriveno gazom. Kultivacija je izvedena na 28±1°C u trajanju od 4 dana.

Način pripreme podloge i uslovi kultivacije su identični u tradicionalnom ogledu (kontrolna kombuha) i ogledima sa dodatkom bakterija mlečne kiseline.

Priprema suspenzije bakterija mlečne kiseline

U radu su korišćena dva prirodna izolata BMK koji su prethodno identifikovani PCR metodom. Soj 1 (izolovan iz kiselog testa) identifikovan je kao *Lactobacillus hilgardii* a soj 2 (izolovan iz kajmaka starog 40 dana) kao *Lactobacillus plantarum.* Sojevi se čuvaju na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu u laboratoriji za mikrobiologiju na -80°C na Lactobacillus MRS Agaru (Himedia, Mumbai, India) kome je dodato 20% (v/v) glicerola.

Pre dodatka u fermentativnu tečnost sojevi su dvostruko pasažirani u Lactobacillus MRS bujonu (Himedia, Mumbai, India) u trajanju 24h na 28°C. Nakon perioda inkubacije bujon je centrifugiran 15 minuta na 5000 obrtaja/min. Talog je resuspendovan u 0,85% NaCl i postupak centrifugiranja je ponovljen pod istim uslovima. Od dobijenog taloga pripremljena je suspenzija u 0,85% NaCl, čija je gustina procenjena Densichekom (bioMérieux, Durham, USA). Ovako pripremljena suspenzija dodata je u bioreaktore 48h od početka fermentacije u količini od 10% (v/v), a broj bakterija mlečne kiseline određen je sat vremena nakon dodatka, kao i tokom fermentacije.

Preživljavanje bakterija mlečne kiseline tokom skladištenja

Nakon četvorodnevne fermentacije, kombuha sa dodatim BMK je flaširana i ostavljena u frižider na +4°C. Tokom perioda čuvanja od deset dana, uzimani su uzorci za određivanje pH, titrabilne kiselosti i broja bakterija mlečne kiseline.

Fizičko-hemijske analize fermentativne tečnosti

Vrednosti pH uzoraka određene su elektronskim pH-metrom (HI 9321).

Ukupan sadržaj kiselina je određen konduktometrijskom titracijom 0,1 N natrijum hidroksidom do pH vrednosti 7 (OIV, 1990).

Sadržaj D- i L-mlečne kiseline određen je komercijalnim enzimatskim testovima (Megazyme, CO. Wicklow, Ireland).

Mikrobiološke analize fermentativne tečnosti

Ukupan broj kvasaca, bakterija sirćetne kiseline i bakterija mlečne kiseline u fermentativnim tečnostima određen je indirektnom metodom, odnosno metodom poseva.

Za određivanje ukupnog broja kvasaca korišćena je podloga Novi sladni agar (Vrbaški i Markov, 1992) u koju je neposredno pre razlivanja dodato 100 mg/L hloramfenikola u cilju spre-

čavanja rasta bakterija. Zasejane podloge inkubirane su 2-3 dana na 28ºC.

Za određivanje broja bakterija sirćetne kiseline korišćena je YMP (Sievers i sar., 1995) podloga u koju je pre razlivanja dodato 300 mg/L aktidiona (cikloheksimid, neramicin A). Zasejane podloge inkubirane su 4-5 dana na 28ºC.

Za određivanje broja bakterija mlečne kiseline korišćena je podloga Lactobacillus MRS Agar (Himedia, Mumbai, India) u koju je pre razlivanja dodato 300 mg/L aktidiona (cikloheksimid, neramicin A). Zasejavanje je izvedeno u duplom sloju, a inkubacija pod anaerobnim uslovima uz korišćenje Anaerocult A® (Merck, Darmstadt, Germany) u trajanju 72 hours na 28°C.

Svi ogledi su izvedeni u dva ponavljanja, a svaki parametar meren tri puta. Vrednosti prikazane na dijagramima predstavljaju srednju vrednost ± standardna devijacija.

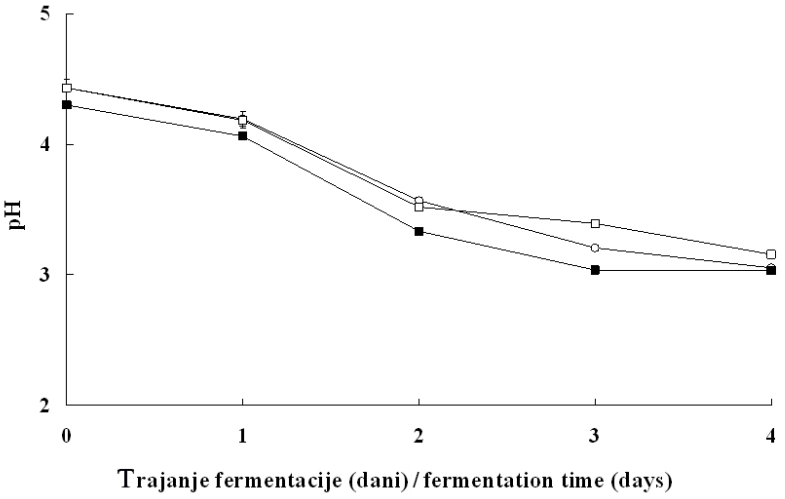
REZULTATI I DISKUSIJA

U radu je praćena fermentacija tradicionalne kombuhe pripremljene na zaslađenom crnom čaju koji je izabran kao supstrat jer predstavlja podlogu za kombuha fermentaciju u većem broju naučnih radova (Chen i Liu, 2000; Sreeramulu i sar., 2000; Teoh i sar., 2004; Jayabalan i sar., 2006). Tradicionalna kombuha, kao kontrolni uzorak, daje dobar osnov za poređenje rezultata sa napicima obogaćenim sojevima BMK. Pored toga, kultivacija čajne gljive u malom bioreaktoru (Ø = 80 mm; h = 130mm) omogućava da se od relativno male zapremine podloge pripremi veći broj ponavljanja i da se svi sudovi inkubiraju pod identičnim uslovima. Navedene prednosti ovakvog gajenja čajne gljive u laboratorijskim uslovima takođe doprinose kvalitetu dobijenih rezultata.

pH i titrabilna kiselost

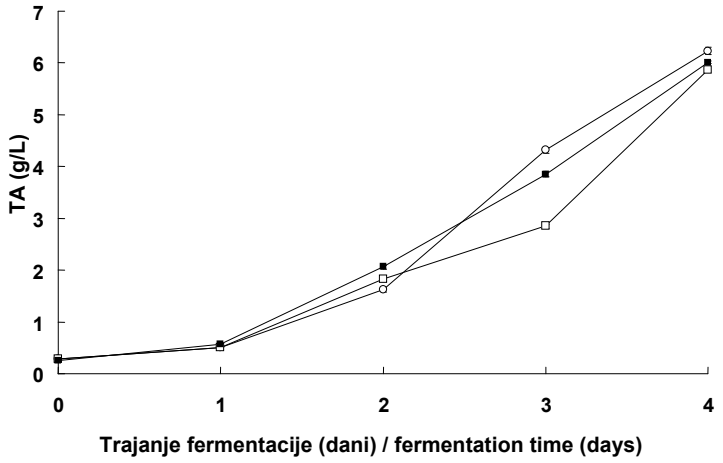
Promene vrednosti osnovnih parametara tokom fermentacije prikazane su na slikama 1 i 2.

pH vrednost zaslađenog crnog čaja je oko 7, a pad na oko 4,3 - 4,5 zapaža se odmah posle inokulacije majom. U prva dva dana pH vrednost je opala za oko 1 pH jedinicu, i u naredna dva dana opada samo za 0,3 - 0,4 pH jedinice, pri čemu se na kraju procesa postiže pH vrednost oko 3 u svim uzorcima. Očigledno je da se trend promene pH vrednosti u kombuha napitku sa dodatim BMK ne razlikuje u odnosu na kontrolni kombuha uzorak.



Slika 1. PROMENA pH VREDNOSTI TOKOM BIOPROCESA U FERMENTACIONIM TEČNOSTIMA OBOGAĆENIM RAZLIČITIM SOJEVIMA BMK (SOJ 1(□) I SOJ 2 (■)) I KONTROLNOM UZORKU (○)

Figure 1. CHANGES IN pH VALUES DURING FERMENTATION PROCESS IN KOMBUCHA BEVERAGES ENRICHED WITH DIFFERENT LAB STRAINS (STRAIN 1(□) AND STRAIN 2 (■)) AND CONTROL SAMPLE (○)

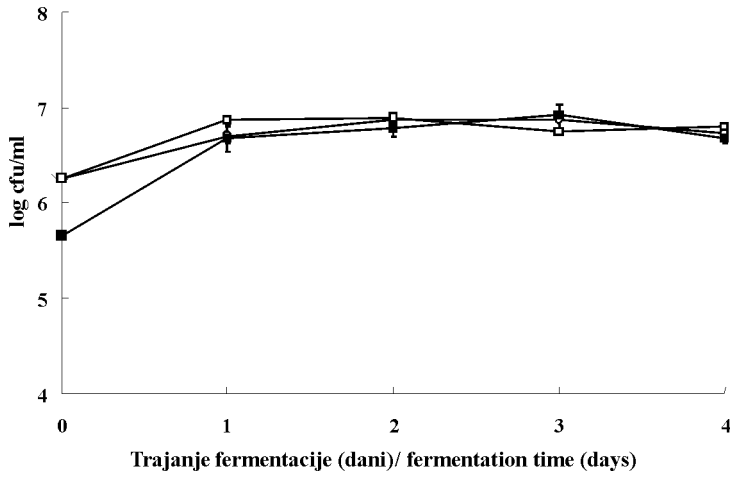


Slika 2. PROMENA TITRABILNE KISELOSTI (TA) TOKOM BIOPROCESA U FERMENTACIONIM TEČNOSTIMA OBOGAĆENIM RAZLIČITIM SOJEVIMA BMK (SOJ 1(□) I SOJ 2 (■)) I KONTROLNOM UZORKU (○)

Figure 2. CHANGES IN TITRABLE ACIDITY (TA) DURING FERMENTATION PROCESS IN KOMBUCHA BEVERAGES ENRICHED WITH DIFFERENT LAB STRAINS (STRAIN 1(□) AND STRAIN 2 (■)) AND CONTROL SAMPLE (○)

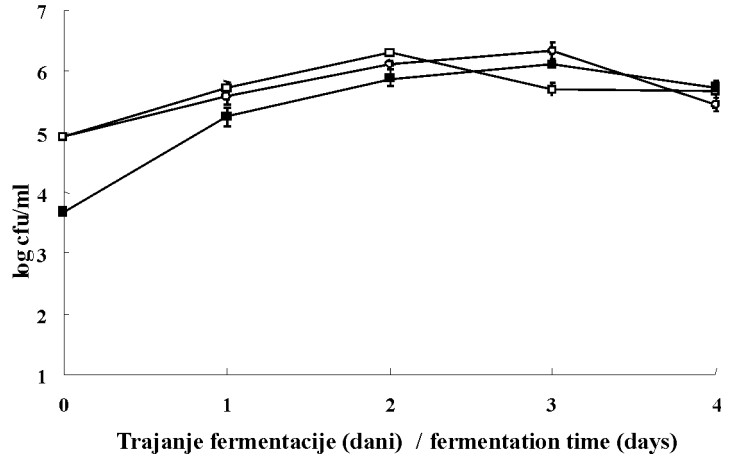
Drugi autori takođe su ispitali promene pH na različitim podlogama u sudovima slične zapremine. Reiss (1994) je pratio promene tokom fermentacije 1 litre zaslađenog zelenog čaja i registrovao promene pH vrednosti od 6 na startu do 4 šestog dana. Fermentacija je trajala 17 dana i do tada se pH smanjila za svega 0,3 jedinice. Promene pH u 250 mL zaslađenog crnog čaja, pratio je Blanc (1996). U dvanaestodnevnom procesu, pH je za pet dana opala sa 7 na 2,5 jedinice, a do kraja se smanjila za još 0,5 jedinica. Isti trend promene pH (nagli pad u prvim danima fermentacije, a zatim neznatno opadanje do kraja procesa) dobili su i Sreeramulu i sar. (2000) i Jayabalan i sar. (2007).

Na osnovu analize svih rezultata jasno je da se, nezavisno od primenjene kulture BMK, kao i u radovima drugih autora, vrednosti pH kreću u istom



Slika 3. PROMENA BROJA KVASACA TOKOM BIOPROCESA U FERMENTACIONIM TEČNOSTIMA OBOGAĆENIM RAZLIČITIM SOJEVIMA BMK (SOJ 1(□) I SOJ 2 (■)) I KONTROLNOM UZORKU (○)

Figure 3. CHANGES IN YEASTS NUMBER DURING FERMENTATION PROCESS IN KOMBUCHA BEVERAGES ENRICHED WITH DIFFERENT LAB STRAINS (STRAIN 1(□) AND STRAIN 2 (■)) AND CONTROL SAMPLE (○)



Slika 4. PROMENA BROJA BSK TOKOM BIOPROCESA U FERMENTACIONIM TEČNOSTIMA OBOGAĆENIM RAZLIČITIM SOJEVIMA BMK (SOJ 1(□) I SOJ 2 (■)) I KONTROLNOM UZORKU (○)

Figure 4. CHANGES IN ACETIC ACID BACTERIA NUMBER DURING FERMENTATION PROCESS IN KOMBUCHA BEVERAGES ENRICHED WITH DIFFERENT LAB STRAINS (STRAIN 1(□) AND STRAIN 2 (■)) AND CONTROL SAMPLE (○)

opsegu, od početnih 6-7, do približno 3 na kraju fermentacije. Takođe oblik krive je identičan, tj. primetno je opadanje u prvih 3-4 dana fermentacije, a zatim je pH skoro konstantna do kraja procesa. Može se reći da je ovakva promena pH karakteristična za kombuha fermentaciju.

Titrabilna kiselost (slika 2) raste od početka do kraja procesa fermentacije za sve uzorke. Na startu fermentacije ona iznosi 0,3 g/L i potiče od inokuluma. Sintetisanje kiselina počinje odmah nakon inokulacije i traje sve do kraja procesa. U prvih 48h razlike u kiselosti između uzoraka nisu prelazile 0,4 g/L. U naredna dva dana ove razlike su uočljivije. Tako, trećeg dana najveću kiselost ima kontrolni uzorak kombuhe (4,5 g/L), a najmanju kombuha obogaćena BMK sojem 1 (2,84 g/L). Isti trend zadržao se i u naredna 24h, ali su se razlike između uzoraka smanjile, pa svi uzorci imaju titrabilnu kiselost od oko 6 g/L.

Chen i Liu (2000) pratili su titrabilnu kiselost tokom fermentacije zaslađenog crnog čaja u sudu sa 150 mL podloge. Fermentacija je trajala 60 dana kada je kiselost dostigla preko 40 g/L, dok je na samom startu u podlozi bilo oko 3 g/L kiselina, a već trećeg dana oko 8 g/L. U dostupnim radovima istraživači uglavnom nisu određivali ukupnu kiselost, već sadržaj pojedinih kiselina (najčešće sirćetne, koja je dominantna, zatim glukonske i glukuronske). Prema rezultatima Blanca (1996), sadržaj sirćetne kiseline od oko 4 g/L se postiže trećeg dana, pri zapremini od 250 mL zaslađenog crnog čaja. U radu sa približno istom zapreminom podloge (400 ml) sa crnim čajem Sreeramulu i sar. (2000) tek osmog dana dobijaju sadržaj sirćetne kiseline oko 4 g/L, što znači da je ukupna kiselost još veća. Razlike u sadržaju kiselina u ovom radu u odnosu na druge autore, najverovatnije potiču od različite metaboličke aktivnosti i brojnosti ćelija čajne gljive, što je u direktnoj vezi sa različitim poreklom čajne gljive.

Iz prikazanih rezultata vidi se da promene titrabilne kiselosti ne prate u potpunosti promene pH vrednosti, odnosno, najveća produkcija kiselina počinje u trenutku kada vrednost pH stagnira (drugi dan fermentacije). Ovo se može objasniti pufernim kapacitetom fermentativne tečnosti. Naime, tokom procesa fermentacije aktivnošću kvasaca stvara se ugljen-dioksid (CO_2), u prvim danima u mnogo manjoj količini nego u kasnijem periodu. Vodeni rastvor CO_2 disosuje i stvara hidrogenkarbonatne anjone (HCO_3^-), koji lako reaguju sa vodonikovim jonima iz nastalih organskih kiselina, sprečavajući dalje promene pH, odakle potiče puferni kapacitet kombuhe (Cvetković i sar., 2008). Sa napredovanjem bioprocesa povećava se koncentracija ugljen-dioksida, a s tim i puferni kapacitet fermentacione tečnosti.

Broj kvasaca i bakterija sirćetne kiseline

Tokom fermentacije kombuhe obogaćene sojevima BMK i kontrolne kombuhe, određivan je ukupan broj ćelija kvasaca i bakterija sirćetne kiseline (BSK). Ovi rezultati prikazani su na slikama 3 i 4.

Kontrolni uzorak kombuhe i kombuha obogaćena BMK sojem 1, startno imaju najveći broj kvasaca (6,2 log jedinica), a kombuha sa BMK sojem 2 ima za 0,6 log jedinica manje. Moguće je da razlike u broju kvasaca potiču od nehomogenosti uzorka, odnosno različite raspodele ćelija u trenutku uzorkovanja. Startne razlike nadoknađene su već posle 24h kada svi uzorci dos-

tižu 6,7-6,8 log jedinica kvasaca. Ovakav broj kvasaca uz neznatna variranja zadržava se do kraja procesa.

Markov i sar., (2001) takođe su pratili promene broja mikroorganizama na podlozi sa saharozom i crnim čajem i dobili maksimalan broj ćelija trećeg dana od 6,89 log jedinica. Do kraja procesa koji je trajao 21 dan, broj ćelija kvasaca je varirao, ali njihov broj nije padao ispod 6 log jedinica. Chen i Liu (2000) pratili su broj mikroorganizama u devet uzoraka tokom produžene fermentacije (30 dana). Autori konstatuju da broj kvasaca inicijalno raste sa vremenom inkubacije i dostiže maksimalnu vrednost (5-6 log jedinica) u periodu 6-14-tog dana, a da u kasnijem periodu broj kvasaca postepeno opada. Na podlogama sa zelenim i crnim čajem, Jayabalan i sar. (2006) odredili su broj kvasaca. Do devetog dana broj ćelija kvasaca je rastao do 7,54 za crni i 7,39 log jedinica za zeleni čaj. Nakon devetog dana dolazi do smanjenja broja ćelija, što autori objašnjavaju kao šok od kiselina (nizak pH), a slično objašnjenje dali su i Chen i Liu (2000). Bez obzira na različito poreklo čajne gljive korišćene u ovim i upoređenim istraživanjima, broj kvasaca se ne razlikuje u većoj meri. Osim broja, slični su i trendovi njihove promene, odnosno, povećanje broja koje se zapaža u prvim danima procesa, a zatim stagniranje broja ili neznatno smanjenje.

Kao i kod kvasaca, i kod BSK (slika 4) postoje startne razlike u broju koje potiču od primenjenih inokuluma. Kontrolna kombuha i kombuha obogaćena sojem 1 startno imaju 5 log jedinica BSK, dok kombuha obogaćena sojem 2 ima 3,6 log jedinica. Tokom fermentacije kontrolna kombuha i kombuha obogaćena sojem 2 pokazuju porast broja BSK do trećeg dana, kada broj dostiže oko 6 log jedinica. U poslednja 24h broj BSK opada za 0,9, odnosno 0,4 log jedinice. Bez obzira na drugačiji trend promene broja BSK kombuhe sa kulturom 1 (pad broja već nakon 48h), na kraju procesa broj BSK je dostigao 5,6 log jedinica slično kao i u prethodna dva uzorka. Nagli pad BSK kod kombuhe sa kulturom 1, može se povezati sa najnižim sadržajem titrabilne kiselosti ovog uzorka upravo u periodu od drugog do trećeg dana (slika 2).

Broj BSK na podlozi sa saharozom i crnim čajem (Markov i sar., 2001) tokom 21 dana fermentacije kreće se između 6 i 7 log jedinica. U svim ispitivanim uzorcima Chen i Liu (2000) uočavaju nagli porast broja bakterija između nultog i šestog dana, a zatim pad do kraja procesa tridesetog dana. Maksimalan broj bakterija je reda veličine 4 log jedinice, što je za 3 potencije manje od broja kvasaca u istim uzorcima. Sličan odnos u broju bakterija i kvasaca dobijaju i Jayabalan i sar. (2007). U podlozi sa crnim čajem maksimalan broj BSK (devetog dana) je 4,48 log jedinice, a u podlozi sa zelenim 4,36. Posle devetog dana ovaj broj opada ali ostaje istog reda veličine. Treba istaći da u navedenim radovima čiji su rezultati upotrebljeni za poređenje nije definisan postupak uzorkovanja. Može se pretpostaviti da ovom pitanju nije poklanjana posebna pažnja, te da je niži broj BSK posledica nedovoljne homogenizacije fermentativne tečnosti.

Kao i u slučaju promene fizičko-hemijskih parametara, tako se i promene mikrobioloških parametara ne razlikuju značajno nakon dodatka BMK u odnosu na kontrolnu kombuhu. Može se reći da dodatak BMK ne menja normalan tok kombuha fermentacije kada su u pitanju osnovni parametri procesa.

Broj bakterija mlečne kiseline (BMK) i sadržaj D- i L-mlečne kiseline

Sadržaj D- i L-mlečne kiseline u kontrolnom uzorku kombuhe prikazan je u tabeli 1, a sadržaj D- i L-mlečne kiseline i napicima obogaćenim BMK, kao i broj BMK (drugog, trećeg i četvrtog dana fermentacije) prikazani su u tabeli 2.

Iz tabele 1 vidi se da je sadržaj L-mlečne kiseline u kontrolnoj kombuhi veći od D-mlečne kiseline, ali u oba slučaja ne prelazi 40 mg/L. Porast sadržaja D-mlečne kiseline prisutan je tokom celog procesa i dostiže 7,7 mg/L u četvrtom danu, dok sadržaj L-mlečne kiseline nakon naglog skoka u prvih 24h, blago opada u narednih 24h, a zatim ponovo raste do kraja procesa kada iznosi 38,4 mg/L. Nizak sadržaj mlečne kiseline u kontrolnoj kombuhi nije neočekivan, s obzirom da simbiotska zajednica ne sadrži BMK. Kvasci ne mogu da produkuju mlečnu kiselinu jer nemaju enzim laktat dehidrogenazu (Gao i sar., 2009), te su detektovanu mlečnu kiselinu verovatno produkovale BSK.

Rezultati preliminarnih ogleda (podaci nisu prikazani) pokazali su da dodatkom starter kultura BMK na startu fermentacije dolazi do značajnog opadanja broja (za 3 log jedinice) već posle 24h. Do kraja procesa broj je sa početnih 9 log cfu pao na 2,6 log cfu. Zbog ovakvih rezultata BMK su dodate u fermentativnu tečnost 48h od početka fermentacije. Pored toga, razlog kasnijeg dodavanja BMK je povoljniji ugljenohidratni profil, koji je rezultat poodmakle hidrolize saharoze, te su na raspolaganju veće količine monosaharida koje usvajaju BMK (Kandler i Weiss, 1984; Nauth, 2006).

Nakon dodatka BMK u kombuhu pa do kraja procesa, zapaža se konstantan porast sadržaja mlečne kiseline (tabela 2). Sadržaj D-mlečne kiseline je veći nego sadržaj L-mlečne kiseline, za razliku od kontrolne kombuhe. Takođe, u poređenju sa kontrolnom kombuhom došlo je do značajnog porasta sadržaja ove kiseline, naročito D oblika, kao posledica aktivnosti dodatih BMK. Na kraju procesa, soj 2 je produkovao 247,6 mg/L D oblika i 95,5 mg/L L-oblika mlečne kiseline, što je za oko 60 mg/L odnosno za oko 45 mg/L veće u odnosu na soj 1.

Broj BMK određen je sat vremena nakon inokulacije sa 10% suspenzije, i iznosio je 8,16 log jedinica za soj 1, odnosno 7,54 za soj 2. Opadanje broja BMK u kombuhi sa dodatim sojem 1 tokom procesa je svega 0,5 log jedinica, dok se u napitku sa sojem 2 broj smanjio za čak 5 log jedinica i iznosi svega 2,95 log jedinica. Na

Tabela 1. SADRŽAJ MLEČNE KISELINE U KONTROLNOM UZORKU KOMBUHE
Table 1. LACTIC ACID CONTENT IN CONTROL KOMBUCHA SAMPLE

Trajanje fermentacije (dani)/ Fermentation time (days)	Mlečna kiselina/ Lactic acid (mg/L)	
	D-	L-
0	0,3 ± 0,0001	3,3 ± 0,0005
1	1,7 ± 0,0012	12,5 ± 0,01
2	3,8 ± 0,0006	10,2 ± 0,0076
3	4,2 ± 0,0001	12,9 ± 0,0017
4	7,7 ± 0,0014	38,4 ± 0,0001

Tabela 2. BROJ BMK I SADRŽAJ MLEČNE KISELINE U KOMBUHI OBOGAĆENOJ RAZLIČITIM KULTURAMA BMK
Table 2. NUMBER OF LAB AND LACTIC ACID CONTENT IN ENRICHED KOMBUCHA BEVERAGES WITH LAB STRAINES

Oznaka sojeva BMK/ Bange of LAB strain	Trajanje fermentacije (dani)/ Fermentation time (days)	BMK/ LAB (log cfu/ml)	Mlečna kiselina/ Lactic acid (mg/L)	
			D-	L-
Soj 1/ Strain 1	2	8,16 ± 0,015	3,7 ± 0.0009	9,8 ± 0.003
	3	7,76 ± 0,08	150,7 ± 0,0015	44,9 ± 0,0001
	4	7,6 ± 0,04	189,1 ± 0,0042	51,9 ± 0,0001
Soj 2/ Strain 2	2	7,54 ± 0,02	3,8 ± 0.0015	9,7 ± 0.002
	3	3,61 ± 0,41	203,7 ± 0,0014	71 ± 0,001
	4	2,95 ± 0,12	247,6 ± 0,0005	95,5 ± 0,0005

Tabela 3. ODRŽIVOST KOMBUHA NAPITKA OBOGAĆENOG BMK SOJEM 1
Table 3. SUSTAINABILITY OF KOMBUCHA BEVERAGE ENRICHED WITH LAB STRAIN 1

Vreme skladištenja (dani)/ Storage time (days)	pH	Titrabilna Kiselost/ Titratable acidity (g/L)	Broj BMK/ LAB number (log cfu/ml)
4	3,16 ± 0,02	5,17 ± 0,111	7,37 ± 0,055
6	3,25 ± 0,031	5,31 ± 0,032	7,15 ± 0,026
10	3,26 ± 0,006	5,20 ± 0,018	7,18 ± 0,001

osnovu rezultata iz tabele 2 vidi se da broj BMK nije u direktnoj vezi sa produkcijom kiselina, jer je soj 2 bio izrazito produktivniji iako mu je broj značajno opao tokom fermentacije. Slično, Mathara i sar. (2008) zaključili su da ćelijska vijabilnost nije direktno povezana sa probiotskom aktivnošću, već sa neviabilnim ćelijama, ćelijskim komponentama, enzimima ili fermentacionim produktima.

Mali broj autora se bavio određivanjem mlečne kiseline u kombuhi. Malbaša i sar. (2008) su pratili promene sadržaja L-mlečne kiseline tokom fermentacije na različitim izvorima ugljenika. Veoma mali porast koncentracije L-mlečne kiseline dobijen je tokom fermentacije na saharozi (0-53 mg/L četrnaestog dana), ali je mnogo veći sadržaj L-mlečne kiseline dobijen na različitim uzorcima melase (160-360 mg/L). Ovako velike razlike posledica su korišćenja melase kao raznovrsnijeg supstrata koji osim šećera sadrži i druge bitne mikro i makroelemente. Belloso-Morales i Hernández-Sánchez (2003) određivali su sadržaj mlečne kiseline tokom fermentacije kombuhe na crnom čaju i tri vrste surutke. Sadržaj mlečne kiseline na crnom čaju dostiže maksimum od 1,15 g/L, a u slučaju surutki maksimum nakon 4 dana je 5,8 g/L. Reiss (1994) je određivao uticaj različitih šećera (saharoze, laktoze, glukoze i fruktoze u koncentracijama 30-150 g/L) na metabolizam čajne gljive tokom 17 dana. Pri upotrebi saharoze u koncentraciji od 50 g/L dobijena je maksimalna koncentracija mlečne kiseline (0,9 g/L šestog dana, nakon čega opada). Primenom laktoze dobija se veoma nizak sadržaj mlečne kiseline (oko 0,1 g/L šestog dana), koji na kraju procesa opada na nulu. Pri upotrebi glukoze, maksimalan sadržaj mlečne kiseline postiže se desetog dana (0,16 g/L) pri koncentraciji šećera od 150 g/L, a nakon toga sadržaj postepeno opada.

Rezultati kontrolne kombuhe imaju najviše sličnosti sa rezultatima Malbaše i sar. (2008) kada je kao supstrat korišćena saharoza, jer je u oba rada korišćena čajna gljiva sa istog podneblja.

Sposobnost preživljavanja BMK u napitku tokom čuvanja

Po završetku procesa (4. dan), napici su profiltrirani kroz kvalitativni filter papir i skladišteni u frižideru na +4ºC u staklenim bocama. U kombuhi sa sojem 2 tokom čuvanja nije otkriveno prisustvo BMK, dok se fizičko-hemijski parametri napitka (pH vrednost i titrabilna kiselost) nisu bitno promenili u odnosu na četvrti dan fermentacije. Broj BMK u kombuhi sa sojem 1, kao i pH i titrabilna kiselost prikazani su u tabeli 3.

Tokom skladištenja u frižideru, kombuha napitku sa dodatkom soja 1 očuvana je pH vrednost i titrabilna kiselost na bliskim vrednostima kao i pre skladištenja. pH vrednost se povećala za svega 0,103 pH jedinice, dok se titrabilna kiselost najpre malo povećava do šestog dana skladištenja i to za 0,137 g/L, a zatim opada za 0,116 g/L desetog dana. Slično je i za broj BMK, koji nije značajno smanjen čak i nakon 10 dana fermentacije, tj. smanjen je za svega 0,19 log jedinica. S obzirom na izuzetnu vijabilnost ćelija primenjenog soja 1 i posle deset dana skladištenja, buduća istraživanja biće usmerena ka ispitivanju probiotskih karakteristika ove kulture, kako bi se ispitala mogućnost dobijanja napitka ne samo sa povećanim sadržajem mlečne kiseline, već i sa probiotskim karakteristikama.

ZAKLJUČAK

Dodatkom različitih sojeva bakterija mlečne kiseline (BMK) dva dana nakon starta kombuha fermentacije, osnovni fizičko-hemijski parametri tokom procesa nisu bitno promenjeni u odnosu na kontrolnu kombuhu. Tačnije, trend promene pH vrednosti je isti, a titrabilna kiselost dostiže 6 g/L nakon četiri dana fermentacije za sve uzorke. Startne razlike mikrobioloških parametara između uzoraka nadoknađene su nakon 24h fermentacije, te na kraju procesa broj kvasaca iznosi oko 7, a broj bakterija sirćetnog vrenja oko 5 log jedinica. Nakon dodatka bakterija mlečne kiseline u kombuhu pa do kraja procesa, zapaža se konstantan porast sadržaja L- i D-mlečne kiseline koji je značajno povećan u odnosu na kontrolnu kombuhu. BMK soj 2 bio je izrazito produktivniji iako mu je broj značajno opao tokom fermentacije u odnosu na BMK soj 1, koji zadržava skoro nepromenjen broj ne samo tokom fermentacije, već i tokom desetodnevnog skladištenja u frižideru. Ove činjenice ukazuju da se dodatkom bakterija mlečne kiseline ne remeti uobičajen tok kombuha fermentacije, kao i da viabilnost ćelija BMK tokom kombuha fermentacije i skladištenja u frižideru i njihova produkcija mlečne kiseline nisu u direktnoj vezi, već se mogu smatrati soj-zavisnim karakteristikama.

LITERATURA

Belloso-Morales, G., Hernández-Sánchez, H.: Manufacture of a beverage from cheese whey using a "tea fungus" Fermentation. Rev Latinoam Microbiol, 45(1-2) (2003) 5-11.

Blanc, P.J.: Characterization of Tea Fungus Metabolites. Biotechnol Lett, 18 (1996) 139-142.

Chen, C. and Liu, B.Y.: Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. J Appl Microbiol, 89 (2000) 834-839.

Cvetković, D., Markov, S., Djurić, M., Savić, D., Velićanski, A.: Specific Interfacial area as a key variable in scaling-up Kombucha fermentation. J Food Eng, 85 (2008) 387–392.

Dufresne, C. Farnworth, E.: Tea, Kombucha and Health: A Review. Food Res Int, 33 (2000) 409-421.

Gao, M-G., Shimamura T., Ishida N. Takahashi H.: Fermentative lactic acid production with a metabolically engineered yeast immobilized in photo-crosslinkable resins. Biochem Eng J, 47 (2009) 66-70.

Greenwalt, C.J., Steinkraus, K.H., Ledford, R.A.: Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. J Food Prot, 63(7) (2000) 976-981.

Jayabalan R., Marimuthu S., Swaminathan K.: Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha fermentation. Food Chem, 102 (2007) 392-398.

Kaufman, K.: Kombucha *Rediscovered*. A Guide to the Medicinal Benefits of an Ancient Healing Tea. Alive Books, Canada, pp. 45-46 (1995).

Kandler O.: Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. Antonie van Leeuwenhoek, 49 (1983) 209-224.

Kandler, O., Weiss N.: Regular, Nonsporing Gram-Positive Rods in: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 2, ed. P.H.A. Sneath i sar., Williams & Wilkins, Baltimore/London/Los Angeles/Sydney (1984) pp. 1208-1235.

Liu, C.-H., Hsu, W.-H., Lee, F.-L., Liao, C.-C.: The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage Haipao, and their interaction during Haipao fermentation. Food Microbiol, 13 (1996) 407-415.

Malbaša, R., Lončar, E., Djurić, M.: Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses. Food Chem, 106 (2008) 1039-1045.

Markov, S. L., Malbaša, R. V., Hauk, M. J., Cvetković, D.D.: Investigation of Tea Fungus Microbe Associations. I. The Yeasts. Acta Periodica Technologica, 32 (2001) 133-138.

Mathara, J.M., Schillinger, U., Guigas, C., Franz, C., Kutima, P.M., Mbugua, S.K., Shin, H.-K., Holzapfel, W.H.: Functional characteristics of Lactobacillus spp. from traditional Maasai fermented milk products in Kenya. Int. J Food Microbiol., 126 (2008) 57-64.

Nauth, K. R.: Yogurt. In: Handbook of Food Science, Technology and Engineering, ed. Y.H.Hui i sar., Volume 4, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, (2006) pp. 152-1 – 152-15. 2006.

OIV Recueil des méthodes internationales d´analyse des vins et des moûts. OIV, Paris, pp. 155-162 (1990).

Petrović S., Lončar E.: Content of water-soluble vitamins in fermentative liquids of tea fungus. Mikrobiologija, 33 (2) (1996) 101-106.

Reiss, J.: Influence of Different Sugars on the Metabolism of the Tea Fungus. Z Lebensm-Unters Forsch, 198 (1994) 258-261.

Rousin, M. R.: Analyses of Kombucha Ferments: Report on Growers, pp. 19-33 (1996).

Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., Teuber, M.: Microbiology and Fermentation Balance in Kombucha Beverage Obtained from a Tea Fungus Fermentation. Syst Appl Microbiol, 18 (1995) 590-594.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., Knol, W.: Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. J Agr Food Chem, 48(6) (2000) 2589-2594.

Tamime, A.Y., Skriver, A., Nilsson L. E.: Starter culture. In: Fermented Milks, ed.A. Tamime, Blackwell Science, Ayr, UK,11-52.

Teoh, A. L., Heard, G., Cox, J.: Yeast Ecology of Kombucha Fermentation. Int J Food Microbiol, 95 (2004) 119-126.

Vrbaški, Lj., Markov, S.: Praktikum iz mikrobiologije, Tehnološki fakultet, Novi Sad (1992) str. 84.

Vries, M.C., Vaughan, E.E., Kleerebezem, M., Vos, W.M.: *Lactobacillus plantarum*-survival, functional and potential probiotic properties in the human intestinal tract. Int Dairy J, 16 (2006) 1018-1028.

SUMMARY

APPLICATION OF LACTIC ACID BACTERIA IN KOMBUCHA FERMENTATION

Aleksandra S. Velićanski, Dragoljub D. Cvetković, Siniša L. Markov, Jovana J. Urošev and Branimir M. Pavlić

University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

Kombucha, traditional fermented beverage, is typically prepared by fermenting sweetened black tea using tea fungus (symbiosis of acetic acid bacteria and yeasts). Because of useful effects of lactic acid bacteria (LAB) as well as L- and D-lactic acid, LAB suspension of natural isolates was added in fermentation broth 48 hrs. after beginning of the process. Fermentation process and basic parameters were measured and compared with control (traditional) Kombucha. Changes in pH values and titratable acidity, as well as number of yeasts, acetic acid bacteria and LAB in beverages with added LAB strains did not have significant differences compared with control Kombucha. In other words, usual course of Kombucha fermentation was maintained. Content of L- and D-lactic acid in beverages with added LAB strains was noticeably higher than in control Kombucha. LAB strain 2 produced much more lactic acid although its number decreased during fermentation compared with strain 1 which kept almost the same number even during storage (10 days in refrigerator). LAB viability during Kombucha fermentation and their lactic acid production are not directly connected and can be considered as strain-resistant characteristics.

Key words: Kombucha • Lactic acid bacteria • L- and D-lactic acid

JASMINA S. VITAS
RADOMIR V. MALBAŠA
SPASENIJA D. MILANOVIĆ
EVA S. LONČAR
MIRELA D. ILIČIĆ
LJILJANA A. KOLAROV

University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

NAUČNI RAD

UDK: 637.146.3:663.88.014:637.043

INFLUENCE OF MILK FAT CONTENT ON QUALITY OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGES

The aim of this study is to examine the effect of milk fat content on the quality of functional kombucha fermented milk products produced from milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat, with the addition of 10% and 15% of kombucha inoculum prepared by cultivation of kombucha on black tea sweetened with sucrose.

The quality of the product is tested with standard methods of physico-chemical characteristics, chemical composition, energy value and sensory characteristics. Physical and chemical characteristics, as well as sensory quality of kombucha fermented milk products, are tested after production and after 5 and 10 days of storage.

The samples reached pH=4.5 for about 9 to 10 hours, regardless of the content of milk fat in the milk from which they were produced.

The water holding capacity and syneresis in samples of fermented milk products made from milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat may vary depending on the amount of inoculum added.

Sensory quality of fermented milk products depends primarily on the content of milk fat in milk, and the amount of the kombucha inoculum added for fermentation of milk. Sensory analysis showed that the product made from milk with 2.2% milk fat and with the addition of 10% of kombucha inoculum had best sensory characteristics.

Ključne reči: fermented milk products • Kombucha • milk fat • quality

Author address:

Jasmina Vitas, dipl. ing., stipendista MNTR
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet
Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija
Tel: 021/485-3645; fax: 021/450-413
e-mail: jasmina.vitas@fondmt.rs

INTRODUCTION

Fermented milk products contain all important food ingredients in such relation that a human body can optimally use them and because of that they belong to a group of very important food in human nutrition. They, as well as milk, contain all the basic ingredients needed for growth of a human body, for development, reproduction, maintenance and satisfying energy needs. These ingredients entail lactose, lactic acid, protein, fat, minerals and vitamins. During fermentation there is a change of some constituents of milk and with creating of new constituents, fermented products get new features compared to milk (Milanović i Carić, 2000).

The food science evoled from the concept of „adequate nutrition“ to the concept of „optimal nutrition“ and this process led to the development of new food products, which have the potential to improve mental and physical well-being and also reduce the risk of disease (www.eufic.org/page/en/nutrition/functional-foods/). A product is considered functional food if in addition to nutritional value contains components that have a positive effect on health, physical and mental condition of the human body.

The most famous examples of functional foods are fermented milk products containing probiotic bacteria and prebiotics. Fermented milk contains a number of micronutritive components, which may individually or in combination with other such components have influence on the maintenance or even improvement of human health (Milanović, 1997; Obradović *et al.*, 2000; Tamime, 2006).

The production process of fermented milk products began by adding starter culture to milk as substrate, at the optimum temperature for relevant microorganisms and used after achieving the desired acidity, lowering temperature, sharply slowing fermentation and more or less continuously. Continuous monitoring of changes in pH value provides the best course of fermentation (Obradović, 2008; Puhan, 1991). Kombucha activity in milk is more and more in research.

Kombucha presents a product of symbiosis of two species of microorganisms: yeasts and acetic acid bacteria (Konovalov, Semenova, 1955). Kombucha is often cultivated on black or green tea, which are commonly sweetened by sucrose, but it also can be cultivated on other substrates: coca-cola, beer, wine, various aromatic beverages etc (Reiss, 1987). During cultivation cellulose is formed, making a floating membrane. Yeasts and acetic acid bacteria can be found in both the floating cellulose membranes and in liquid. The process of cultivation takes place in a glass jar that was covered with fabric bandwidth. Optimal growth temperature of kombucha is 25°C to 30°C, although it grows at lower temperatures, but much slower. Liquid that was separated by decantation is sweet, slightly sparkling and refreshing drink, which is effective after 7 to 10 days of cultivation.

Kombucha produces, from a small number of components, a variety of nutritional and pharmacologically useful substances such as glucose, fructose, vitamins: B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_{12}, B_{15}, C, biotin, folic acid, then lecithin, lactic acid, gluconic acid, glucuronic

Table 1. CHEMICAL COMPOSITION OF MILK
Tabela 1. HEMIJSKI SASTAV MLEKA

sample	dry matter (%)	milk fat (%)	total protein (%)	lactose (%)	ash (%)	acidity (˚SH)	pH
0.9	10.23	0.9	3.43	5.09	0.81	6.6	6.83
1.0	10.27	1.0	3.48	4.98	0.81	6.6	6.78
2.2	11.85	2.2	3.48	4.40	0.83	6.4	6.83

acid, fruit acids (wine, oxalic, citric, acetic, malonic), certain enzymes, 14 amino acids, biogenic amines and some antibiotics. Kombucha beverage contains a small amount of alcohol (slightly higher than 1%), which is produced during fermentation and a small amount of methylxanthine stimulants. Beverage does not contain caffeine, but it contains methylxanthine alkaloids, which are similar stimulants (www.encyclopedia.com).

For human consumption cow milk is most widely used and it is usually prepared industrial for storage and future use. It is the most commonly used milk in developed countries, while in poorer countries (Africa and parts of Asia) goat milk is used very often The average composition of cow milk is about 87% water and 13% dry matter, 3.55% protein (3% casein, 0.5% albumin, 0.05% globulin), 4.2% lactose and 4.7% milk fat (www.sr. wikipedia.org/sr-el/Milk). On the basis of milk fat content the classification of milk was performed (Regulation, 2010). The fat content of milk is the proportion of milk made up by butterfat. The fat content, particularly of cow milk, is modified to make a variety of products. The fat content of milk is usually stated on the container, and the colour of the label or milk bottle top vary respectively to enable quick recognition (www.en.wikipedia.org/ wiki/Fat_content_of_milk). Butterfat or milkfat is the fatty portion of milk. Milk and cream are often sold according to the amount of butterfat they contain. The fatty acids of butterfat are typically composed as follows (by mass fraction): saturated fatty acids (palmitic acid 31%, myristic acid 12%, stearic acid 11%, lower (at most 12 carbon atoms) saturated fatty acids 11%) and unsaturated fatty acids (oleic acid 24%, palmitoleic acid 4%, linoleic acid 3% and linolenic acid 1%) (www.en. wikipedia.org/wiki/Butterfat).

The aim of this study is to examine the effect of milk fat content on the quality of functional kombucha fermented milk products produced from milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat, with the addition of 10% and 15% of kombucha inoculum prepared by cultivation of kombucha on black tea sweetened with sucrose. Physical and chemical characteristics, as well as sensory quality of kombucha fermented milk products, are tested after production and after 5 and 10 days of storage.

MATERIALS AND METHODS

Inoculum

Fermentation liquid used as inoculum for the fermentation of milk is obtained by cultivation of kombucha on cooled tea, prepared as follows: in 1 L of boiling tap water 70 g sucrose and 1.5 g of black tea was added. After boiling for 5 minutes, the tea was cooled to room temperature, strained, and then 100 mL inoculum from a previous fermentation was added. The glass jar was covered with fabric bandwidth for air. Kombucha incubation was performed at a temperature of 29.5°C for 7 days.

Production of fermented milk products

For the production of fermented milk products in the laboratory a pasteurized, homogenized milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat, from the manufacturer „AD IMLEK“ Belgrade, department „Novosadska mlekara“, Novi Sad was used.

To milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat 10% (v/v) and 15% (v/v) kombucha inoculum was added, respectively. Fermentation was performed at 42°C until pH value of 4.5 was reached. Gel was then cooled to the temperature of 8°C and homogenized by mixer. The obtained samples were labeled with 0.9-10, 0.9-15, 1.0-10, 1.0-15, 2.2-10 and 2.2-15, respectively.

Methods of analysis

The inoculum used for fermentation of milk was analyzed by measuring pH value and dry matter percentage, according to standard methods (Carić *et al*., 2000).

The milk, used for the production of fermented milk products, was analyzed by measuring its pH value, acidity, dry matter, ash, milk fat, total protein and lactose, according to standard methods (Carić *et al*., 2000).

The fermented milk products were analyzed by measuring the pH value, acidity, dry matter, ash, milk fat and total protein, according to standard methods (Carić *et al*., 2000).

Syneresis of whey (Atamer et al., 1996) and water holding capacity (WHC) (Guzman-Gonzalez *et al*., 1999) of fermented milk products were monitored, and given their sensory evaluation. Calculating was needed to reach the total sugars content and energy value of produced fermented milk products.

Produced samples were analyzed after production. The value of pH value, acidity, syneresis of whey and water holding capacity were observed during 0, 5 and 10 days of storage.

RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of the inoculum

To the inoculum was determined the value of pH of 3.39 and the dry matter content of 7.3%.

Analysis of milk

The results of the quality of milk used in the production of kombucha fermented milk products are given in Table 1.

Significant changes in pH values for samples 1.0-10 and 1.0-15 were recorded after 7 hrs of fermentation, while for the samples 0.9-10, 0.9-15, 2.2-10 and 2.2-15 these changes occurred after 8 hrs of fermentation.

Based on the results represented in Table 1 it was conclued that the quality of milk corresponds to the current regulations on quality and other requirements for milk, milk products, composite milk products and starter cultures (2010).

Changes of pH velue during fermentation of milk

Course of fermentation of milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat in the

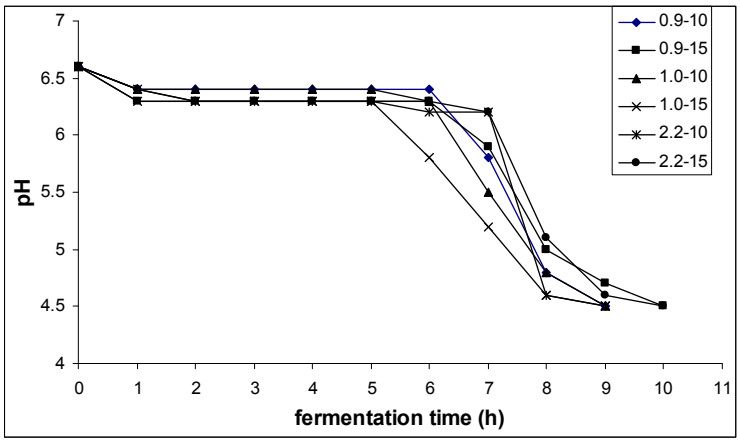


Figure 1. FERMENTATION PROCESS OF KOMBUCHA FERMENTED MILK PRODUCTS
Slika 1. FERMENTACIJA MLEKA U PROIZVODNJI KOMBUHA MLEČNIH NAPITAKA

production process of kombucha fermented milk products is shown in Figure 1.

Fermentation was stopped after reaching the pH value of 4.5. The time required for samples 0.9-10, 1.0-10, 1.0-15 and 2.2-10 to achieve the desired pH value was 9 hrs, while for samples 0.9-15 and 2.2-15 this time was 10 hrs.

Analysis of fermented milk products

Table 2 shows the chemical composition of kombucha fermented milk products after production, and their energy value.

Content of total sugars was calculated based on the results of dry matter, total protein, milk fat and ash of produced variants of kombucha fermented milk products.

The energy value was calculated based on the content of total protein, milk fat and lactose given in Table 2, for each of the produced fermented milk products.

Dry matter content of samples 2.2-10 and 2.2-15 is higher than in other samples, while the average is 10.76%.

Content of total protein of samples 2.2-10 and 2.2-15 is higher than in other samples, and while average is 2.85%. By increasing concentration of added kombucha inoculum, the protein content of all samples also slightly increased.

The average of total sugars content in the samples with 0.9% milk fat is 6.33%, while the samples produced from milk with 1.0% milk fat contain 5.96% of total sugars. Fermented milk products produced from partially skimmed milk with 2.2% milk fat contain an average of 5.48% of total sugars. The difference in the content of total sugars between the fermented milk products with various contents of milk fat mentioned above is the result of different chemical composition of the starting milk, ie. primary lactose content in milk (Table 1), and concentration of used kombucha inoculum.

Ash content in the samples of fermented milk products with 0.9% milk fat is approximately equal to the ash content in the samples made from milk with 1.0% milk fat, and while average is 0.63%. The average ash content in the samples with 2.2% milk fat is 0.58%. Increase in the concentration of added kombucha inoculum causes the ash content to slightly reduce in the produced fermented milk products.

Table 2. CHEMICAL COMPOSITION OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGE
Tabela 2. HEMIJSKI SASTAV KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA

sample	dry matter (%)	milk fat (%)	total protein (%)	total sugars (%)	ash (%)	energy value (kcal/100 g)
0.9-10	10.92	0.9	2.56	6.58	0.68	222.56
0.9-15	10.17	0.9	2.65	6.07	0.57	194.96
1.0-10	10.04	1.0	2.52	6.01	0.63	189.48
1.0-15	10.16	1.0	2.54	5.91	0.61	210.20
2.2-10	10.91	2.2	2.71	5.85	0.59	286.08
2.2-15	10.64	2.2	2.98	5.11	0.57	317.40

In Figure 2 a change in pH value of kombucha fermented milk products after production and after 5 and 10 days of storage is showed.

In all samples there is a decrease in their pH values during 10 days of storage. The fall of pH values after 10 days of storage in the samples was negligible and ranges from 4.02 to 4.10, compared to the initial value of 4.5 that was present in all samples after production. Milk fat content in the samples affected the changes in pH values. After 5 and 10 days of storage with the lowest pH value were samples with 2.2% milk fat.

In Figure 3 acidity of kombucha fermented milk products after production and after 5 and 10 days of storage is given.

Acidity of the samples with 0.9% milk fat after 10 days of storage is approximately 39.2 °SH, while in samples with 1.0% and 2.2% milk fat was 39.2 and 38.7 °SH, respectively.

In Figure 4 syneresis of whey of kombucha fermented milk products after production and after 5 and 10 days of storage is presented

After production, the highest value of syneresis, and thus the worse features in samples 0.9-15 and 1.0-10, while the lowest value of syneresis was recorded in the sample 0.9-10. After 5 days syneresis increased in the sample 0.9-10, while in the samples 0.9-15, 1.0-10 and 2.2-10 syneresis decreased. In samples 1.0-15 and 2.2-15 syneresis remained the same. After 10 days of storage syneresis decreased in almost all samples, which positively affects the quality and durability of products.

Samples with 1.0% milk fat behave differently depending on the content of kombucha inoculum. The sample with 10% kombucha inoculum after 5 days of storage showed a declining trend of syneresis, and after 10 days of storage the value of syneresis increased again similary to syneresis after production. The sample with 15% kombucha inoculum after 5 and 10 days showed a constant value of syneresis, ie. 30 mL, and after 10 days of storage syneresis was 34 mL. While syneresis of whey in the sample with 10% kombucha inoculum produced from milk with 2.2% milk fat showed a slight decline in values, in samples with 15% inoculum that value is unchanged after 5 and 10 days of sto-

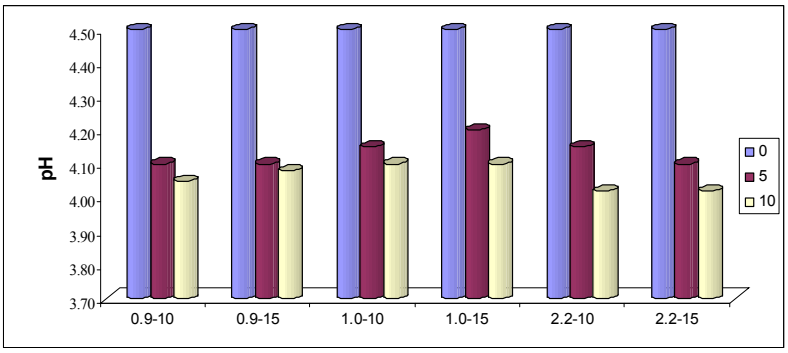


Figure 2. CHANGE IN pH VALUE OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGE AFTER PRODUCTION AND DURING STORAGE

Slika 2. PROMENE pH VREDNOSTI KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA NAKON PROIZVODNJE I TOKOM SKLADIŠTENJA

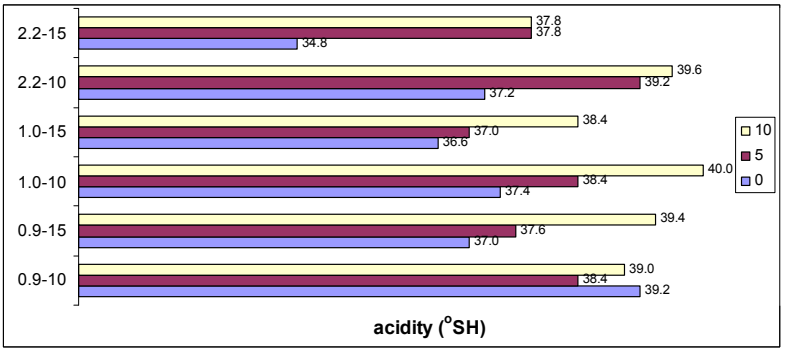


Figure 3. ACIDITY OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGE AFTER PRODUCTION AND DURING STORAGE

Slika 3. KISELOST KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA NAKON PROIZVODNJE I TOKOM SKLADIŠTENJA

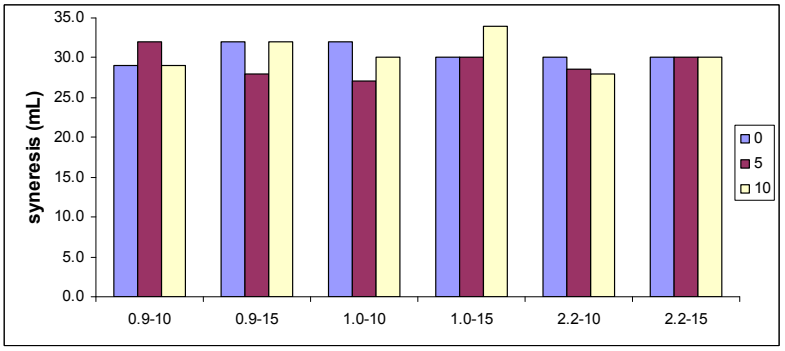


Figure 4. SYNERESIS OF WHEY OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGE AFTER PRODUCTION AND DURING STORAGE

Slika 4. SINEREZIS SURUTKE KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA NAKON PROIZVODNJE I TOKOM SKLADIŠTENJA

rage and was the same as after production, ie. 30 mL.

Influence of milk fat content on syneresis in the samples after production is negligible for the samples with 0.9% milk fat and amounts to an average of 31 mL, for samples with 1.0% milk fat 31 mL, while for samples with 2.2% milk fat the average was 30 mL. After 5 days of storage smallest syneresis was observed in samples with 1.0% milk fat and the average was 28.5 mL. After 10 days of storage in samples with 2.2% milk fat syneresis was the smallest and the average was 29 mL, in samples with 0.9% milk fat was 30.5 mL, while in samples with 1.0% milk fat average was 32 mL. Generally, it can be concluded that the influence of milk fat content on syneresis of whey in the samples was not as expected.

In Figure 5 the water holding capacity (WHC) of kombucha fermented milk products after production and after 5 and 10 days of storage is given.

After production, the highest water holding capacity was obtained in samples 0.9-10 and 0.9-15, while the other samples showed considerably lower values and the average was 43.75%. After 5 days of storage in samples 0.9-10 and 0.9-15 the water holding capacity was significantly reduced, while in other samples it was approximately the same as after production. After 10 days of storage WHC (%) has not changed significantly compared to the 5th day of storage.

Greater water holding capacity, for samples 1.0-10 and 1.0-15 after 10 days of storage was obtained in the sample with a lower concentration of kombucha inoculum, ie. 10% of inoculum.

Water holding capacity after production and during 5 and 10 days of storage in samples with 2.2% milk fat was approximately the same for all samples and varies in the range of 42.5-45%. The exception was the sample with 15% of inoculum which showed significant variations and WHC (%) after 5 days of storage and was 56.5%.

After 5 days of storage, the highest water holding capacity was noted in the sample with 2.2% milk fat and was 49.5%, which is an average of 6% better WHC (%) compared with samples which have 0.9% and 1.0% milk fat. After 10 days of storage, milk fat content influence on water holding capacity was negligible for the samples with 0.9% milk fat and it was approximately 41.75%, for samples with 1.0% milk fat was 44%, while for samples with 2.2% milk fat was 44.75%.

Sensory analysis of fermented milk products

Results of sensory analysis of kombucha fermented milk products are shown in Table 3.

Sensory evaluation of produced fermented milk products was obtained by qualified assessors.

Based on the results of sensory analysis it was evident that the best quality score was obtained in the sample 2.2-10, where the total number of points, expressed as a percentage of maximum possible quality is 89.7. Also rated highly were samples 1.0-10 (89.0 points), and 1.0-15 (87.4 points).

Uniform color typical for the kind of product by these samples was establi-

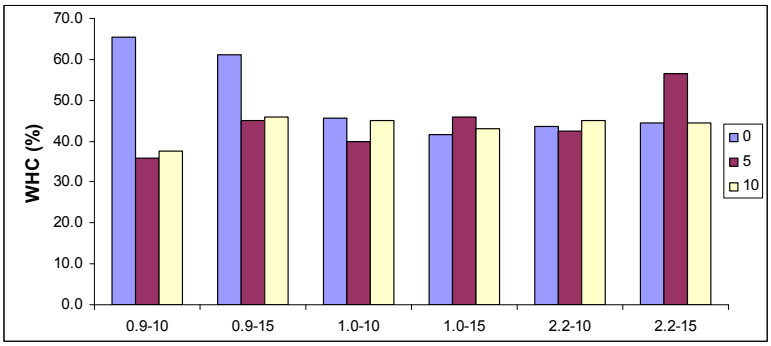


Figure 5. WATER HOLDING CAPACITY (WHC) OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGE AFTER PRODUCTION AND DURING STORAGE

Slika 5. SPOSOBNOST VEZIVANJA VODE KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA NAKON PROIZVODNJE I TOKOM SKLADIŠTENJA

Table 3. RESULTS OF SENSORY ANALYSIS OF KOMBUCHA FERMENTED MILK BEVERAGE AFTER PRODUCTION

Tabela 3. SENZORNA ANALIZA KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA NAKON PROIZVODNJE I TOKOM SKLADIŠTENJA

sample	qualitative feature (coefficient of importance)					
	appearance (1)	color (1)	consistency (4)	odour (2)	taste (12)	total mark (max 100) (%)
0.9-10	3.5	3.5	3.7	2.7	2.7	59.6
0.9-15	4.0	4.0	4.3	4.0	3.4	74.0
1.0-10	5.0	5.0	5.0	4.0	4.2	89.0
1.0-15	5.0	5.0	5.0	4.7	4.0	87.4
2.2-10	4.7	5.0	4.0	3.8	4.7	89.7
2.2-15	4.7	5.0	3.5	2.7	3.8	74.7

shed. The structure is homogeneous, the odour is mild and pleasant, typical for this type of product, while the slightly acid taste is characteristic of the used culture. Somewhat worse odour in this group was noted in sample 2.2-15 (74.7 points).

Influence of milk fat content on the sensory quality of functional kombucha fermented milk products is crucial. Samples with 1.0% and 2.2% milk fat have better sensory properties and, thus, are better rated.

CONCLUSION

Using an appropriate technological process fermented milk products from milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat with the addition of 10% and 15% kombucha inoculum cultivated on black tea sweetened by sucrose were produced.

The samples reached pH=4.5 in for about 9 to 10 hours, regardless to the content of milk fat in the milk from which they were produced.

The water holding capacity and syneresis in samples of fermented milk products made from milk with 0.9%, 1.0% and 2.2% milk fat may vary depending on the amount of inoculum added.

Sensory quality of fermented milk products depends primarily on the content of milk fat in milk, and the amount of the kombucha inoculum added for fermentation of milk. Sensory analysis showed that the product made from milk with 2.2% milk fat and with the addition of 10% of kombucha inoculum had the best sensory characteristics.

Applying 10% and 15% kombucha inoculum produced low-energy, nutritionally highly valuable fermented milk products, that can be used functional foods for special applications in the energy-balanced diet.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors want to thank Ministry of Science and Technological Development of Republic of Serbia for the finansing of investigations presented in this article, Grant TR-20008.

REFERENCES

Atamer, M., Carić, M., Milanović, S., Gavarić, D.: The quality of yoghurt produced from UF milk (in Serbian), Collection of Matica srpska for natural sciences, Matica srpska Novi Sad, 91 (1996) 19-26.

Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D.: The standard analysis of milk and dairy products (in Serbian), Prometej, Novi Sad (2000).

Guzman-Gonzalez, M., Morais, F., Ramons, M., Amigo, L.: Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set-type yoghurt model system. I: Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skimmed milk powder. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79 (1999) 1117-1122.

Konovalov, I. N., Semenova, M. N.: Physiology of tea fungus (in Russian). Bot. Journal (Moscow) 40 (4), (1955) 567-570.

Milanović, S.: Fermented milk products for special purposes (in Serbian), Yugoslav milk symposium-Quality of milk and fermented products, Zlatibor (1997) 49-55.

Milanović,S., Carić, M.: Permanent dietary fermented milk products-technology and quality (in Serbian), Food industry-Milk and dairy products, vol. 11 (2000), 1-2, 34-39.

Obradović, D.: Fermented milk-Modern trends (in Serbian), Biotechnology in modern animal husbandry, 4-8. Jun, Tara (2008), 97-104.

Obradović, D., Ristić, G., Karić, A.: Bifidobacteria-importance and role (in Serbian), Food industry-Milk and dairy products, vol. 11 (2000), 3-4, 28-32.

Regulation on quality and other requirements for milk, milk products, composite milk products and starter cultures (in Serbian) (2002): Gazette of FRY br. 26.

Puhan, Z.: The development of technological processes of production of fermented milk products (in Serbian), Food industry-Milk and dairy products, vol. 2 (1991), 1-2, 1-5.

Reiss, J.: Tea fungus and its products of metabolism (in German). German foodstuffs-Magazine program 9, (1987) 286-290.

Tamime, A. Y.: Fermented milks, Blackwell Science, UK, (2006) 262.

www.encyclopedia.com

www.en.wikipedia.org/wiki/Butterfat

www.en.wikipedia.org/wiki/Fat_content_of_milk

www.eufic.org/page/en/nutrition/functional-foods/

www.sr.wikipedia.org/sr-el/Milk

IZVOD

UTICAJ SADRŽAJA MLEČNE MASTI NA KVALITET FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA OD KOMBUHE

Jasmina S. Vitas, Radomir V. Malbaša, Spasenija D. Milanović, Eva S. Lončar
Mirela D. Iličić, Ljiljana A. Kolarov

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

Cilj ovog rada je da se ispita uticaj sadržaja mlečne masti na kvalitet funkcionalnog kombuha fermentisanog mlečnog napitka proizvedenog iz mleka sa 0,9%; 1,0% i 2,2% mlečne masti, uz dodatak 10% i 15% inokuluma kombuhe koji je pripremljen kultivacijom kombuhe na crnom čaju zaslađenom saharozom.

Kvalitet proizvoda je ispitan standardnim metodama određivanja fizičko-hemijskih karakteristika, hemijskog sastava, energetske vrednosti i senzornih karakteristika. Fizičke i hemijske karakteristike, kao i senzorni kvalitet kombuha fermentisanih mlečnih napitaka, ispitane su nakon proizvodnje i nakon 5 i 10 dana skladištenja.

Uzorci postižu pH=4,5 za 9 do 10 časova, bez obzira na sadržaj mlečne masti u mleku iz kojeg su proizvedeni.

Sposobnost vezivanja vode i sinerezis u uzorcima fermentisanih mlečnih napitaka proizvedenih iz mleka sa 0,9%, 1,0% i 2,2% mlečne masti variraju, u zavisnosti od količine dodatog inokuluma.

Senzorni kvalitet fermentisanih mlečnih napitaka zavisi pre svega od sadržaja mlečne masti u mleku, ali i od količine dodatog inokuluma kombuhe za fermentaciju mleka. Senzornom analizom je utvrđeno da je napitak proizveden iz mleka sa 2,2% mlečne masti i sa dodatkom 10% inokuluma kombuhe najboljih senzornih karakteristika.

Ključne reči: fermentisani mlečni napitak • kombuha • mlečna mast • kvalitet

MIRELA D. ILIČIĆ
SPASENIJA D. MILANOVIĆ
MARIJANA Đ. CARIĆ
MIRJANA S. ĐURIĆ
KATARINA G. KANURIĆ
VLADIMIR R. VUKIĆ
MARJAN I. RANOGAJEC

Univerzitet u Novom Sadu,
Tehnološki fakultet, Novi Sad
Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 663.88.014:[637.146.3:637.04/.05]

FUNKCIONALNE I REOLOŠKE KARAKTERISTIKE KOMBUHA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA*

U radu je ispitan hemijski sastav fermentisanog mlečnog napitka proizvedenog iz mleka sa 0,9% i 2,2% mlečne masti uz primenu 10% inokuluma kombuhe. Funkcionalne karakteristike napitaka obuhvatile su analizu sadržaja sledećih komponenata: laktoze, ukupnih proteina, mlečne masti, pepela, galaktoze, glukoze, fruktoze, L-mlečne kiseline, mineralnih materija (Mg, Ca, K, Na, Pb, Cd, Zn, Cu), vitamina C i vitamina B kompleksa (B_1, B_2 i B_6). Tokom 10 dana skladištenja u proizvedenim varijantama napitka praćen je sadržaj laktoze, galaktoze, glukoze i fruktoze. Fizičko-hemijske karakteristike obuhvatile su analizu kiselosti, sinerezisa i sposobnosti vezivanja vode u proizvedenim varijantama napitka. Nakon proizvodnje i tokom 10 dana skladištenja u uzorcima su praćene teksturalne promene (čvrstoća, konzistencija) i reološke karakteristike (prinosni napon i napon smicanja).

Analizirani funkcionalni fermentisani napici su visoke nutritivne vrednosti i predstavljaju bogat izvor kalcijuma i vitamina C. Konzumiranjem 150g napitka proizvedenog iz mleka sa 0,9% masti i 112,5g napitka proizvedenog iz mleka sa 2,2% masti mogu da se zadovolje dnevne potrebe dece za vitaminima B_1, B_2 i B_6. Kod odraslih je potreba za navedenim vitaminima značajno veća i trebalo bi dnevno uneti oko 300g napitka.

Tokom skladištenja fermentisanih mlečnih napitaka proizvedenih sa kombuhom sadržaj laktoze opada za 17% u napitku iz mleka sa 0,9% masti i za oko 24% u napitku iz mleka sa 2,2% masti. Sadržaj ostalih analiziranih komponenata: galaktoze, glukoze, fruktoze i mlečne kiseline pokazuje trend rasta u oba uzorka tokom 10 dana skladištenja.

Fermentisani mlečni napitak proizveden iz mleka sa 2,2% masti ima bolje fizičko-hemijske, teksturalne i reološke karakteristike od uzorka dobijenog iz mleka sa 0,9% masti.

Ključne reči: fermentisani mlečni napitak • kombuha • funkcionalne karaktertike • reološke karakteristike

UVOD

Nutritivna vrednost fermentisanih mlečnih proizvoda sastoji se, kao i kod mleka, u osnovnim sastojcima potrebnim ljudskom organizmu za rast, reprodukciju, održavanje, obnavljanje i zadovoljenje energetskih potreba. Fermentisani mlečni proizvodi, kao i mleko, sadrže laktozu, mlečnu kiselinu, proteine, mast, mineralne materije i vitamine. Fermentacijom pomoću mikroorganizama, dolazi do promene nekih sastojaka mleka i stvaranja novih jedinjenja, usled čega fermentisani proizvodi dobijaju specifične karakteristike u odnosu na mleko (Milanović, 1997).

Jogurtna kultura produkuje enzim ß-galaktozidazu (razlaže laktozu na sastavne monosaharide – glukozu i galaktozu, čije je usvajanje olakšano) kao i druge enzime. Pored fermentacione uloge starter kulture, tzv. "friendly bacterial cultures", pospešuju varenje i deluju terapeutski na digestivni trakt usled čega je jogurt svarljiviji od mleka. Većina ljudi koji ne mogu da konzumiraju mleko zbog alergije na proteine ili netolerantnost prema laktozi, konzumiraju jogurt i na taj način obezbeđuju ravnotežu mikroflore u intestinalnom traktu.

Sadržaj mlečne kiseline u jogurtu, nastale transformacijom laktoze iznosi 0,85-0,95% u blago kiselom jogurtu, odnosno 0,95%-1,2% u jogurtu izražene kiselosti. Aminokiselinski sastav jogurta se ne razlikuje značajno u odnosu na mleko. *Str. Thermophilus* pokazuje slabu proteolitičku aktivnost, dok proteolitički enzimi *Lb. bulgaricus* izrazitije hidrolizuju proteine, pri čemu se oslobađaju niskomolekularni peptidi i aminokiseline. (Renner, 1983; Tamime i Robinson, 2004). Generalno posmatrano, proteolitička aktivnost starter kulture u jogurtu zavisi od brojnih faktora: vrste mikroorganizama, temperature, pH i perioda skladištenja jogurta.

Proces fermentacije neznatno utiče na promenu sadržaja mineralnih materija u jogurtu u odnosu na nativno mleko.

Koncentracija liposolubilnih vitamina u direktnoj je vezi sa sadržajem masti u produktu. Nivo tiamina, riboflavina, nikotinske kiseline, pantotenske kiseline i biotina je isti ili veći u jogurtu nego u polaznom mleku. Koncentracija folne kiseline povećana je u jogurtu skoro za 100%, ali je sadržaj vitamina B_{12} niži nego u mleku. Povećanje sadržaja folne kiseline kao i holina, posledica je njihove sinteze od strane starter kulture, posebno streptokoka. Gubitak vitamina B_{12} u jogurtu i drugim fermentisanim proizvodima može se redukovati korišćenjem bakterija iz roda *Leuconostoc* ili *Propionibacterium sherman.*

Profilaktična i terapeutska svojstva jogurta poznata su od davnina,

*Rad je deo istraživanja u okviru projekta TR-20008: Funkcionalni fermentisani mlečni napitak - nova tehnologija, finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Adresa autora:
Dr Mirela Iličić, asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Tel: +38121/485-3705, Fax: +38121/450-413, e-mail: panim@uns.ac.rs

zahvaljujući pre svega dobroj svarljivosti i lekovitim osobinama. Mnogi naučnici su dokazali da fermentisana mleka pomažu u lečenju, dijetoterapiji i profilaksiji mnogih bolesti. Antibakterijsko dejstvo jogurta pripisuje se prisustvu nedisosovane mlečne kiseline. Ustanovljeno je prisustvo 22 antibakterijske supstance, nastale kao produkt metabolizma raznih vrsta kiselomlečnih organizama (Chandan i Shandani, 1993; Tamime Robinson, 2004; Nauth, 2006).

Jedan od najizraženijih trendova kada su u pitanju fermentisana mleka jeste nagla ekspanzija takozvanih „pogodnih" proizvoda koji mogu da predstavljaju ceo obrok, a odlikuju se lakoćom rukovanja pri čemu se štedi energija i vreme. Ovde spadaju brojne „drink" forme jogurta u plastičnim bočicama, proizvodi u automatima i „drive in" restoranima, koji su u velikoj meri sastavni deo dnevne ishrane. Ono što karakteriše tržište fermentisanih napitaka jeste velika segmentacija. Naime, mlekare sada prave proizvode koji su namenjeni ciljanim grupama potrošača kao što su deca, tinejdžeri, odrasli, starije osobe, pa čak i striktno namenjene ženskoj populaciji. Npr. fermentisani proizvodi namenjeni deci su u originalnim atraktivnim pakovanjima, koja često promovišu neku dečiju igricu, ne sadrže veštačke ingredijente, a mogu sadržati multivitamine, minerale, probiotike, žitarice itd. (Gregurek i Tonković, 2008; Obradović, 2008).

U pojedinim evropskim zemljama proizvode se fermentisani mlečni napici sa dodatkom bioaktivnih peptida koji snižavaju krvni pritisak i LDL holesterol (Iličić, 2010).

Generalno posmatrano, korišćenje funkcionalnih ingredijenata u tehnologiji mleka i mlečnih proizvoda nesumnjivo poboljšava nutritivnu vrednost proizvoda i zdravstvene efekte kod populacije. Međutim, značajan napredak se postiže i sa tehnološkog aspekata jer najčešće korišćeni funkcionalni dodaci utiču na kvalitet, trajnost i stabilnost funkcionalnog mlečnog proizvoda. Istraživanja u cilju razvoja tehnologije novih proizvoda su od višestrukog značaja.

Novija istraživanja ispituju mogućnost upotrebe kombuhe kao nekonvencionalnog startera u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka (Malbaša i sar., 2009a; Iličić, 2010). Kombuha je simbioza bakterija sirćetne kiseline (iz rodova *Acetobacter* i *Gluconobacter*) i autohtonih vrsta kvasaca (iz rodova *Saccharomyces, Schizosaccharomyces, Zigosaccharomyces, Saccharomycodes, Brettanomyces, Torulaspora i Candida*). S obzirom na veliki broj detektovanih nutritivno vrednih metabolita kombuhe, utvrđena su antioksidativna svojstva i antimikrobno delovanje kombuha napitka, kao i širok spektar profilaktičkih i terapeutskih efekata na humani organizam.

Fizička svojstva jogurta kao što su konzistencija, čvrstoća, kohezivnost, proticanje, viskoelastičnost, tekstura i generalno posmatrano, sve reološke karakteristike povezane su sa senzornim osobinama i zavise od više faktora: sastava mleka, procesa proizvodnje (hlađenje, zagrevanje, homogenizacija), sadržaja suve materije, tipa startera, kiselosti, stepena proteolize i finalnih operacija (mešanje, pumpanje i hlađenje) (Tamime, 2006; Milanović i sar., 2009).

Namirnice su složeni sistemi i najčešće ne pripadaju ni tečnostima ni čvrstim materijalima, već su viskoelastični sistemi. To su materijali koji predstavljaju kombinaciju viskoznih (tečnosti) i elastičnih (čvrstih) svojstava, a jogurt je tipičan primer slabog viskoelastičnog gela. Dinamička reološka merenja direktno su povezana sa viskoznim i elastičnim svojstvima. Dinamička merenja uključuju analizu materijala pri malim oscilatornim naponima mereći rezultat napona u materijalu. Postoje dva modula koja definišu navedeni oblik G' i G". G' je "storage moduo" i povezan je sa elastičnim karakteristikama materijala, dok G" je "loss moduo" i u korelaciji je sa viskoznim svojstvima materijala.

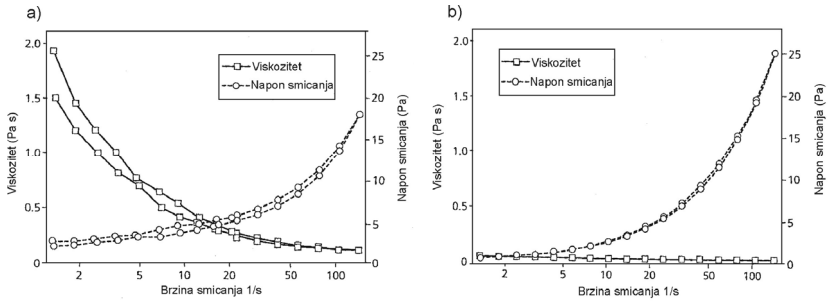
Elastični moduo (unutar sistema) naziva se „storage" jer istiskuje energiju tokom cikličnih deformacija, dok je G" (na površinskom spoljašnjem delu sistema) povezan sa gubitkom energije usled zagrevanja. Odnos između G"/G' naziva se "loss tangenta". Navedena vrednost pruža informaciju o strukturi materijala u određenom testu. Kada se materijal ponaša kao čvrsto telo (deformacija je elastična), G' je veće od G" i vrednost G"/G' je manja od 1. Međutim, kada se materijal ponaša kao tečnost, ima viskozni karakter i G"/G' je veće od 1.

Merenjem viskoziteta može se predvideti stabilnost fermentisanih mlečnih napitaka. Ako viskozitet ostaje nepromenjen sa povećanjem brzine smicanja, pri niskim pH vrednostima, može se opisati kao njutnovsko ponašanje (slika 1). Smatra se da su sistemi koji imaju njutnovsko ponašanje stabilni tokom skladištenja. Međutim, ako viskozitet opada sa povećanjem brzine smicanja, proizvod pripada grupi pseudoplastičnih sistema i nije stabilan tokom skladištenja, pa je neophodno dodavanje stabilizatora tokom tehnološkog procesa.

Cilj rada je da se ispitaju funkcionalne i reološke karakteristike mlečnih napitaka dobijenih iz mleka sa 0,9% i 2,2% mlečne masti primenom inokuluma kombuhe u koncentraciji od 10%.

MATERIJAL I METODI

Za proizvodnju fermentisanih mlečnih napitaka korišćeno je pasterizovano, homogenizovano mleko sa 0,9% i 2,2% mlečne masti (proizvođača AD IMLEK ogranak „Novosadska mlekara" Novi Sad) i tradicionalni inokulum kombuhe pripremljen po ranije opisanom postupku (Lončar i sar., 2001).



Slika 1. KRIVA PROTICANJA ''DRINKING'' JOGURTA: a) IZRAŽENIH PSEUDOPLASTIČNIH SVOJSTAVA; b) PRIBLIŽNO NJUTNOVSKIH KARAKTERISTIKA (Tamime, 2006).

Firure 1. FLOW DATA OF DRINKING YOGHURT: a) WITH HIGH SHEAR THINNING PROPERTIES; b) WITH NEARLY NEWTONIAN BEHAVIOUR (TAMIME, 2006).

Proizvodnja fermentisanih mlečnih napitaka

U 1000 mL mleka sa 0,9% mlečne masti (uzorak M1) i 2,2% mlečne masti (uzorak M2) zagrejanog na 42ºC dodato je 10% inokuluma kombuhe. Fermentacija je trajala do postizanja pH=4,5, nakon čega je gel ohlađen na temperaturu 8ºC i homogenizovan. Proizvodi su skladišteni 10 dana u frižideru na 4ºC. Proizvodnja uzorka je ponovljena 3 do 5 puta.

Analiza fermentisanih mlečnih napitaka

Funkcionalne karakteristike

Hemijski kvalitet proizvedenih varijanti fermentisanog mlečnog napitka ispitan je posle proizvodnje i nakon 5 i 10 dana skladištenja korišćenjem sledećih metoda: suva materija (SM) (IDF/ISO 21A:1982); mlečna mast (MM) (IDF 105:1985); ukupni proteini (UP) (IDF 20:1962); pepeo (Pe) (IDF 90:1979); D-fruktoza i D-glukoza (K-FRUGL 11/05); D-mlečna i L-mlečna kiselina (K-DLATE 11/05); laktoza i D-galaktoza (K-LACGAR 12/05). Proizvođač enzimskih testova je Megazyme International, Irska. Ukupni šećeri (UŠ) izračunati su računskim putem: UŠ=SM-(UP+MM+Pe).

Sadržaj mineralnih materija u ispitivanim uzorcima određivan je primenom AAS (atomska apsorpciona spektrometrija), AES (atomska emisiona spektrometrija) i spektrofotometrijske metode. U proizvedenim varijantama napitaka analiziran je sadržaj minerala: Mg, Ca, K, Na, Pb, Cd, Zn i Cu. Za razaranje uzoraka korišćena je metoda suvog postupka. Razaranje je vršeno spaljivanjem na 550°C. Suvi ostatak je rastvaran u hloridnoj kiselini. U daljoj analizi Mg, Ca, Zn i Cu korišćena je AAS-metoda, a za K i Na AES metoda, merenjem na aparatu GBC 932 plus. Koncentracija je određena konstruisanjem kalibracione krive merenjem apsorbancije serije standardnih rastvora. Pod istim uslovima izmeri se apsorbancija ispitivanog uzorka i očita nepoznata koncentracija sa kalibracione krive.

Vitamin C je određen po postupku opisanom u radu Malbaša i sar. (2009).

Sadržaj vitamina B_1, B_2 i B_6 analiziran je primenom reverzno-fazne tečne hromatografije uz fluorescentni detektor-metod HCTM-01, HCTM-02, HCTM-03. HPLC sistem je sledećih karakteristika: pumpa: Waters M600, izoktratsko eluiranje; injektor: Rheodyne 7125, petlja 20µL; analitička kolona: RADIAL-PAK™ cartridge 5NVC 184; detektor: RF-535 Shimadzu, Fluorescence HPLC monitor; akvizicija/obrada podataka: Shimadzu C-R4A, CROMATOPAC; špric filter: hidrofilni špric filtar, koji nije sterilan sa veličinom pora od 0,45µm. Uslovi merenja su: mobilna faza (300 mL CH_3OH + 770mL 5mM CH_3COONH_4); protok: 1,0mL/min; temperatura kolone: ≈20ºC; Energija: Eex=370nm, Eem=430nm za vitamin B_1, za vitamin B_2 Eex=450nm, Eem=530 i Eex= 286nm, Eem=392nm za vitamin B_6.

Sinerezis surutke (izražen u mL) određen je po metodi Atamer i sar. (1996).

Sposobnost vezivanja vode (SVV) - količina surutke (%) izdvojene nakon centrifugiranja 20g uzorka 30min na sobnoj temperaturi, analizirana je po metodi Guzman-Gonzales i sar. (1999).

Teksturalne osobine varijanti fermentisanih mlečnih napitaka ispitane su primenom uređaja Texture analyser TA.XPplus (Micro Stable System, Engleska) na temperaturi +4ºC. Sila kompresije je merena korišćenjem diska A/BE prečnika 35 mm i ekstenzionog tega čije je opterećenje 5kg. Korišćena je opcija ''Return to Start''. Brzina pomeranja diska pre i tokom testa je iznosila 1,0mm/s. Disk je prelazio rastojanje od 30mm.

Viskozitet uzoraka meren je pri temperaturi od 5ºC korišćenjem viskozimetra High Performance HAAKE RheoStress 600 (Karlsruhe, Nemačka) Z20 pri različitim brzinama obrtaja od 0 do 500. Promene viskoziteta uzoraka fermentisanih mlečnih proizvoda praćene su tokom fermentacije, nakon proizvodnje i tokom 5 i 10 dana skladištenja.

REZULTATI I DISKUSIJA

Funkcionalna vrednost fermentisanih mlečnih napitaka

Nutritivna vrednost fermentisanih mlečnih napitaka proizvedenih iz mleka sa 0,9% i 2,2% masti uz primenu 10% inokuluma kombuhe prikazana je u tabeli 1. Evidentno je da je sadržaj suve materije u analiziranim napicima veoma ujednačen (prosečno iznosi 10,92%). Značajna razlika između uzoraka je u sadržaju laktoze, koji iznosi 3,96% u uzorku proizvedenom iz mleka sa 0,9% masti (uzorak M1) i 3,10% u uzorku proizvedenom iz mleka sa 2,2% masti (uzorak M2).

U navedenim uzorcima od analiziranih minerala najzastupljeniji je kalcijum, čije vrednosti iznose 1154 mg/kg (uzorak M1) i 1210 mg/kg (uzorak M2). Drugi mineral po zastupljenosti u napicima je kalijum, a potom slede natrijum i magnezijum. Ostali analizirani minerali: Pb, Cd, Zn i Cu zastupljeni su u veoma malim koncentracijama. Rezultati sadržaja minerala u skladu su sa literaturnim podacima za jogurt (Renner i sar., 1989). Imajući u vidu značaj minerala u ishrani može

Tabela 1. HEMIJSKI SASTAV FUNKCIONALNIH FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA
Table 1. CHEMICAL COMPOSITION OF FUNCTIONAL FERMENTED DAIRY BEVERAGES

	Napitak	
	M1	M2
Hemijski sastav (g/100g)		
Suva materija	10,92	10,91
Mlečna mast	0,8	2,10
Proteini	2,56	2,71
Laktoza	3,96	3,10
Pepeo	0,68	0,59
Minerali (mg/kg)		
Mg	125	122
Ca	1210	1154
K	794	846
Na	721	661
Pb	3,80	1,93
Cd	0,31	0,16
Zn	4,25	3,54
Cu	0,06	0,04
Vitamini (mg/kg)		
C	110,6	88,4
B_1	0,374	0,438
B_2	1,084	1,367
B_6	0,814	1,065

Tabela 2. ZADOVOLJENJE DNEVNIH POTREBA VITAMINA B_1, B_2, B_6 I VITAMINA C KOD DECE I ODRASLIH KONZUMIRANJEM FUNKCIONALNOG FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA

Table 2. QUANTITY OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES THAT FULFILL NEEDS FOR VITAMINS B_1, B_2, B_6 AND VITAMIN C FOR CHILDREN AND ADULTS

	DRI[a] (mg/dan)		Konzumiranje napitka, 0,9% masti (g/dan)		Konzumiranje napitka, 2,2% masti (g/dan)		Udeo dnevnih potreba koje zadovolji 100g napitka 0,9%masti (%)	Udeo dnevnih potreba koje zadovolji 100g napitka, 2,2%masti (%)
Vitamini	Deca	Odrasli	Deca	Odrasli	Deca	Odrasli	Odrasli	Odrasli
C	40	50	362	452	453	566	22	18
B_1	0,5	1,1	150	294	112,5	251	40	34
B_2	0,5	1,2	50	110	36,57	88	113	90
B_6	0,5	1,4	65	172	47	132	76	58

[a]DRI (Dietary Reference Intakes) – set standarda za unos nutrijenata radi planiranja i ocene dijete za zdrave ljude u SAD i Kanadi (Smolin i Grosvenor , 2000).

se reći da funkcionalni fermentisani mlečni napici sa kombuhom predstavljaju veoma bogat izvor kalcijuma i kalijuma.

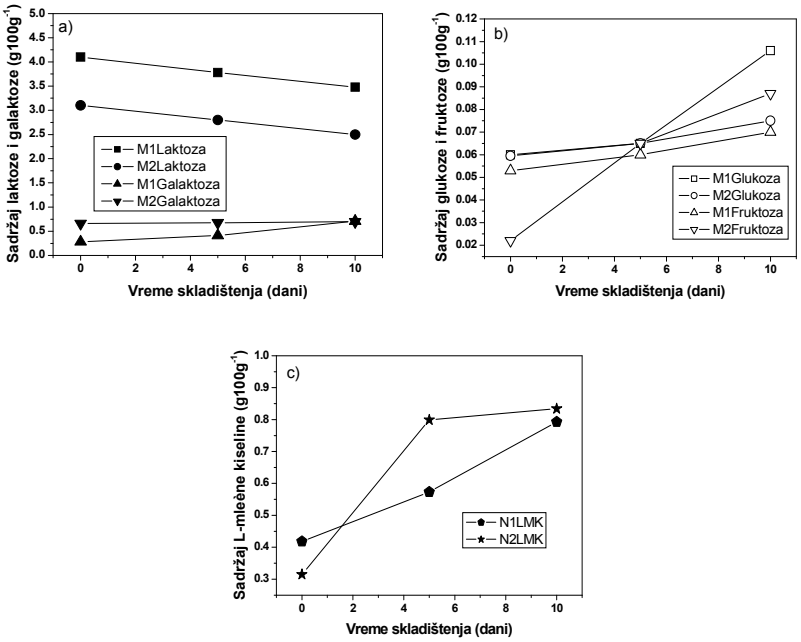
U proizvedenim varijantama fermentisanih mlečnih napitaka sa kombuhom ispitan je sadržaj hidrosolubilnih vitamina: C, B_1, B_2 i B_6. Dobijeni rezultati (prikazani u tabeli 1) pokazuju da fermentisani mlečni napici sadrže značajnu količinu vitamina C, prosečno oko 100mg/kg. U dosadašnjim istraživanjima (Malbaša, 2009; Iličić, 2010) utvrđeno je da se tokom fermentacije mleka primenom kombuhe produkuje značajna količina vitamina C. Poznato je da prosečan sadržaj vitamina C u jogurtu iznosi 1,0 mg/100g (Tamime i Robinson, 2004), što znači da je značajno niži u poređenju sa dobijenim vrednostima sadržaja vitamina C u fermentisanim mlečnim napicima proizvedenim korišćenjem kombuhe.

Vitamin C je u biohemijskim reakcijama donor elektrona, pri čemu svojom antioksidativnom aktivnošću neutrališe reaktivne kiseonikove vrste (ROS), i tako sprečava promene u imunom sistemu, strukturi i funkciji tkiva i organa u ljudskom organizmu (Smolin i Grosvenor, 2000). Takođe, doprinosi formiranju jačih hemijskih veza između molekula kolagena unutar tkiva, čime se povećava njegova čvrstoća. Vitamin C ima važnu ulogu i u reakcijama sinteze drugih jedinjenja, uključujući hormone tireoidne žlezde i steroidne hormone, žučne kiseline i karnitina koji je neophodan za razgradnju masnih kiselina. Imajući u vidu značaj vitamina C u ishrani, na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da se konzumiranjem 500 g fermentisanog mlečnog napitka dobijenog primenom kombuhe mogu zadovoljiti dnevne potrebe za vitaminom C (tabela 2).

Od vitamina B kompleksa, fermentisani mlečni napici proizvedeni primenom 10% inokuluma kombuhe iz mleka sa 0,9% i 2,2% masti sadrže najviše vitamina B_2: 1,08 mg/kg u uzorku M1, odnosno 1,36 mg/kg u uzorku M2. Dobijene vrednosti su za 94%, odnosno 84% niže u odnosu na sadržaj navedenog vitamina u jogurtu proizvedenom primenom tradicionalne starter kulture (Tamime i Robinson, 2004).

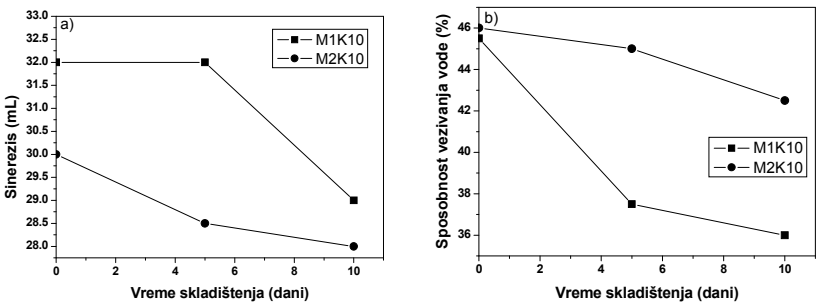
Poznato je da vitamin B_1 ima veoma važnu ulogu u procesu razgradnje glukoze; B_2 je bitan u ciklusu trikarbonskih kiselina gde se formira FAD koji se koristi za transport elektrona; dok je B_6 neophodan za metabolizam i sintezu esencijalnih aminokiselina u ljudskom organizmu. Nedostatak vitamina B kompleksa izaziva brojne poremećaje u organizmu čoveka koji se primarno odražavaju na nervni i kardiovaskularni sistem što je praćeno padom imuniteta (Smolin i Grosvenor, 2000).

Konzumiranjem 150 g napitka proizvedenog iz mleka sa 0,9% masti i 112,5 g napitka proizvedenog iz mleka sa 2,2% masti mogu da se zadovolje dnevne potrebe dece za vitaminima B_1, B_2 i B_6. Kod odraslih je potreba za navedenim vitaminima značajno veća i trebalo bi dnevno uneti oko 300 g kombuha fermentisanog mlečnog napitka (tabela 2).



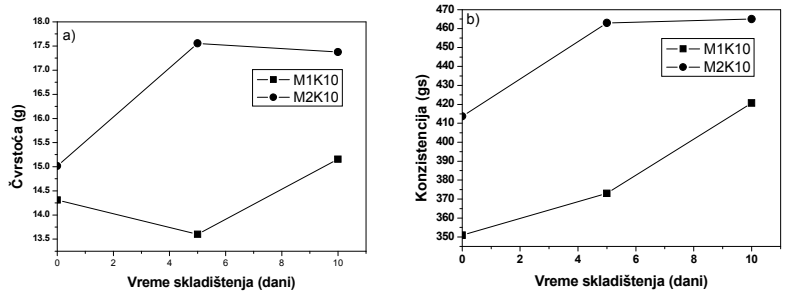
Slika 2. PROMENA SADRŽAJA KOMPONENATA TOKOM 10 DANA SKLADIŠTENJA FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA: a) LAKTOZA I GALAKTOZA, b) GLUKOZA I FRUKTOZA I c) L-MLEČNA KISELINA

Figure 2. CHANGE OF COMPONENTS CONTENT OF FERMENTED MILK BEVERAGES DURING 10 DAYS OF STORAGE: a) LACTOSE AND GALACTOSE, b) GLUCOSE AND FRUCTOSE AND c) L-LACTIC ACID



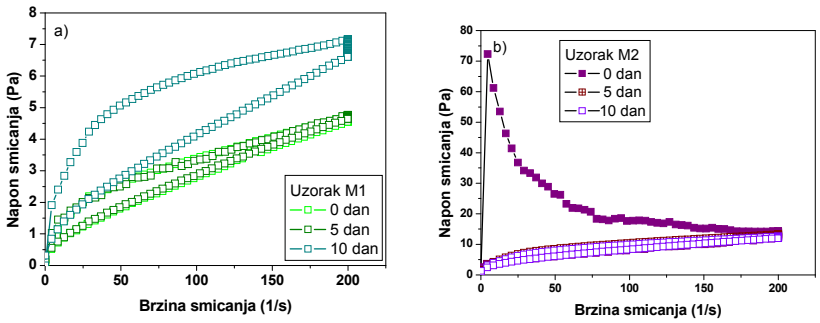
Slika 3. PROMENA FIZIČKO-HEMIJSKIH KARAKTERISTIKA TOKOM SKLADIŠTENJA FUNKCIONALNIH FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA: a) SINEREZIS, b) SPOSOBNOST VEZIVANJA VODE

Figure 3. CHANGE OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES DURING STORAGE: a) SYNERESIS, b) WATER HOLDING CAPACITY



Slika 4. TEKSTURALNE KARAKTERISTIKE FUNKCIONALNIH FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA TOKOM 10 DANA SKLADIŠTENJA: a) ČVRSTOĆA, b) KONZISTENCIJA

Figure 4. TEXTURAL CHARACTERISTICS OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES DURIND 10 DAYS OF STORAGE:a) FIRMNESS, b) CONSISTENCY



Slika 5. PROMENA NAPONA SMICANJA TOKOM SKLADIŠTENJA FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA: a) UZORAK M1, b) UZORAK M2

Figure 5. CHANGE OF SHEAR STRESS DURING STORAGE OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES: a) SAMPLE M1, b) SAMPLE M2

Tabela 3. REOLOŠKA SVOJSTVA FUNKCIONALNIH FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA NAKON PROIZVODNJE

Table 3. RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES AFTER PRODUCTION

Uzorak	Reološke karakteristike			
	Čvrstoća (g)	Konzistencija (gs)	Prinosni napon (Pa)	Viskozitet (Pas)
M1	14,31	373,90	1,45	98
M2	15,01	413,65	1,13	227

Promena sadržaja komponenata (laktoza, galaktoza, glukoza, fruktoza i L-mlečna kiselina) tokom 10 dana skladištenja fermentisanih mlečnih proizvoda prikazana je na slici 2. Sadržaj laktoze u ispitivanim uzorcima napitka opada tokom skladištenja i pokazuje isti trend opadanja vrednosti u oba napitka. Sadržaj galaktoze u fermentisanim napicima sa kombuhom raste tokom skladištenja, pri čemu su desetog dana vrednosti veoma ujednačene.

U oba analizirana uzorka sadržaj glukoze je veći tokom skladištenja od sadržaja fruktoze (slika 2b), što se može objasniti činjenicom da mikroorganizmi uneti inokulumom kombuhe troše veću količinu fruktoze nego glukoze radi odvijanja metaboličkih procesa. Sadržaj glukoze se kreće od 0,06 g/100 g (posle proizvodnje) do 0,1 g/100 g (desetog dana skladištenja), dok vrednosti dobijene za fruktozu variraju od 0,02 g/100 g (nakon proizvodnje) do 0,08 g/100 g (nakon 10 dana skladištenja).

Promena sadržaja L-mlečne kiseline (slika 2c) u napicima raste tokom skladištenja sa sniženjem sadržaja laktoze. Sadržaj L-mlečne kiseline je ujednačen između uzoraka sa različitim sadržajem masti i prosečno se kreće od 0,350 g/100 g (nakon proizvodnje) do 0,8 g/100 g (deseti dan skladištenja).

Vrednosti sinerezisa (slika 3a) značajno se razlikuju između uzoraka sa različitim sadržajem masti. Napitak M1 ima viši sinerezis, koji iznosi 32 mL nakon proizvodnje i 29 mL posle 10 dana skladištenja. U napitku iz mleka sa 2,2% masti vrednosti sinerezisa se kreću od 30 mL do 28 mL (nakon 10 dana skladištenja). Veća količina izdvojene surutke rezultat je formiranja slabih veza u proteinskom matriksu.

Sposobnost vezivanja vode funkcionalnih napitaka veoma varira i vrednosti su u korelaciji sa sinerezisom (slika 3b).

Reološke karakteristike

Reološke karakteristike fermentisanih mlečnih napitaka direktno zavise od fizičko-hemijskih osobina proizvoda i prikazane su u tabeli 3 nakon proizvodnje i slikama 4 i 5 tokom skladištenja.

Evidentno je da čvrstoća i konzistencija uzorka sa većim sadržajem mlečne masti (M2) imaju veće vrednosti nego kod uzorka dobijenog iz mleka sa 0,9% masti. Čvrstoća fer-

mentisanog mlečnog napitka dobijenog uz primenu inokuluma kombuhe iz mleka sa 0,9% masti je za oko 20% manja u poređenju sa čvrstoćom probiotskog jogurta (Iličić i sar., 2008). Poređenjem teksturalnih karakteristika fermentisanog mlečnog napitka iz mleka sa 2,2% masti sa prethodnim istraživanjima, uočava se ujednačenost dobijenih vrednosti za čvrstoću i konzistenciju (Iličić i sar., 2008).

Viskozitet uzorka M2 je za oko 130% veći u poređenju sa uzorkom dobijenim iz mleka sa manjim sadržajem mlečne masti. Čvrstoća i konzistencija uzorka M1 blago raste nakon desetog dana skladištenja (slika 4). Uzorak M2 ima izraženije promene čvrstoće i konzistencije tokom prvih 5 dana skladištenja, a posle 10 dana skladištenja zabeležena je neznatna promena teksturalnih karakteristika.

Sa slike 5 evidentno je da napon smicanja u mleku raste sa povećanjem brzine smicanja, što je u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima (Iličić, 2008; Milanović i sar., 2009). Nakon proizvodnje fermentisani mlečni napitak iz mleka sa 2,2% masti ima značajno veći prinosni napon i napon smicanja u poređenju sa uzorkom dobijenim iz mleka sa 0,9% masti što je u skladu sa prethodno analiziranim fizičko-hemijskim i teksturalnim karakteristikama.

ZAKLJUČAK

Fermentisani mlečni napici proizvedeni iz mleka sa 0,9 i 2,2% masti sa dodatkom 10% tradicionalnog inokuluma kombuhe su proizvodi visoke nutritivne vrednosti. Sadržaj mineralnih materija i hidrosolubilnih vitamina u napicima sa različitim sadržajem masti je veoma ujednačen. Kombuha fermentisani mlečni napici predstavljaju bogat izvor kalcijuma, kalijuma i vitamina C.

Tokom deset dana skladištenja sadržaj laktoze opada prosečno za 17%, dok sadržaj galaktoze, glukoza, fruktoze i L-mlečne kiseline raste.

Fermentisani mlečni napitak proizveden iz mleka sa 2,2% masti uz korišćenje inokuluma kombuhe ima značajno bolje fizičko-hemijske, teksturalne i reološke karakteristike u poređenju sa napitkom dobijenim iz mleka sa 0,9% masti. Tokom skladištenja funkcionalnih fermentisanih mlečnih napitaka promene analiziranih parametara imaju sličan trend. Napitak sa većim sadržajem mlečne masti je stabilnije trodimenzionalne strukture i fizičko-hemijskih karakteristika veoma sličnih klasičnom jogurtu i probiotskim fermentisanim mlečnim proizvodima.

LITERATURA

Chandan, C.R., Shandani, K. M. (1993): Yogurt, in Dairy Science and Technology Handbook, Volume 2: Product Manufacturing, Ed. Y.H. Hui, New York, p. 1-56.

Gregurek, Lj., Tonković, K. (2008): Jogurt – potrošnja i trendovi. Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi, 19 (1-2), 7-9.

Guzman-Gonzalez, M., Morais, F., Ramons, M., Amigo, L. (1999): Journal of the Science of Food and Agriculture, 79, 1117-1122.

Iličić, M., Milanović, S., Đurić, M., Tekić, M., Šašić, D. (2008): Teksturalne karakteristike fermentisanih mlečnih napitaka. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 19 (1-2), 79-83.

Iličić, M.,: Optimizacija trehnološkog procesa proizvodnje funkcionalnog fermentisanog mlečnog napitka. Univerzitet u Novom Sadu, 2010.

Lončar, E., Milanović, S., Carić, M., Malbaša, R., Panić, M. (2001): Metabolička aktivnost čajne gljive u mleku. Prehrambena Industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 12 (1-2) 13-17.

Malbaša, R. (2009): Hemijska karakterizacija proizvoda od kombuhe, Monografija, Tehnološki fakultet u Novom Sadu, p. 93.

Malbaša, R., Milanović, S., Lončar, E., Djurić, M., Carić, M., Iličić, M. and Kolarov, Lj. (2009a): Milk-based beverages obtained by Kombucha application. Food Chemistry, Volume 112, Issue 1, p. 178-184.

Malbaša, R., Lončar, E., Kolarov, Lj. (2009b): Određivanje vitamina C u fermentisanim mlečnim proizvodima od kombuhe. Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi, 20 (1-2), 31-34.

Milanović, S. (1997): Fermentisani mlečni napici za specijalne namene, Monografija "Kvalitet mleka i fermentisanih proizvoda", ed. D. Obradović i sar., Beograd, Jugoslovenski mlekarski simpozijum, Zlatibor, Zbornik radova, p. 49-55.

Milanović, S., Iličić, M., Duraković, K., Vukić, V. (2009): Tekstural characteristics of fermented milk beverages produced by Kombucha. Acta Periodica Technologica, 40, 63-71.

Nauth, K. R. (2006): Yogurt. In: Handbook of Food Science, Technology and Engineering, ed. Y. H. Hui et al.., Volume 4, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, p. 152-1 – 152-15.

Obradović, D. (2008): Fermentisana mleka – Savremeni trendovi, Biotehnologija u stočarstvu, 101.

Renner, E. (1983): Milk and Dairy Products in Human Nutrition, W-GmbH, Volkswirtschafthscher Verlag, Munchen, 450.

Renner, E., Schaafsma, G., Scott, K. J. (1989): Micronutritiens in Milk and Milk Based Food Products, E. Renner, Ed. Elsevier Applied Science, London, 1-9.

Smolin, L., Grosvenor, M. (2000): Nutrition, Science and Applications, Saunders College Publishing, A Division of Harcourt College Publishers, Third edition, p. 597.

Tamime, A.Y. (2006): Fermented Milks, Blackwell Science Ltd, UK, p. 262.

Tamime, A.Y., Robinson, R.K. (2004): Yoghurt, Science and Technology, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, p.619.

SUMMARY

FUNCTIONAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF KOMBUCHA FERMENTED DAIRY BEVERAGE

Mirela D. Iličić, Spasenija D. Milanović, Marijana Đ. Carić, Mirjana S. Đurić, Katarina G. Kanurić, Vladimir R. Vukić, Marjan I. Ranogajec

University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

Chemical composition of fermented dairy beverage produced from milk, of 0.9% and 2.2% milk fat, with 10% Kombucha inoculum has been investigated in this study. Functional characteristics of drink included analysis of following components content: lactose, total proteins, milk fat, ashes, galactose, glucose, fructose, L-lactic acid, minerals (Mg, Ca, K, Na, Pb, Cd, Zn, Cu), vitamin C and vitamin B complex (B1, B2 and B6). During 10 days storage, the content of lactose, galactose, glucose and fructose were analysed in the produced samples. Phisycochemical characteristics included acidity analysis, syneresis and water binding capacity in the produced samples. The textural characteristics (hardness, consistency) and rheological properties (shear rate and shear stress) of samples were analyzed after production and during 10 days storage.

Analysed functional fermented drinks possesed high nutritive value and present rich source of Ca and vitamin C. By consuming 150g of fermented drink 10% I (from milk of 0.9% fat) and 112.5g of fermented drink 10% I (from milk of 2.2% fat) the recommended daily intake (RDI) of vitamins B1,B2 and B6 for children are satysfied. The needs for mentioned vitamins is much higher for adults, so RDI ammounts 300g of drink.

During the storage of fermented dairy drinks produced by Kombucha, lactose content decreases for 17% in the drink from 0.9% milk fat, and about 24% in the drink from milk of 2.2% fat. The analyses of the other compounds: galactose, glucose, fructose and lactic acid is increasing in both samples during 10 days storage.

Fermented dairy beverage produced from milk of 2.2% fat had better phisycochemical, textural and rheological characteristics than the sample produced from milk of 0.9% fat.

Key words: fermented dairy beverage • Kombucha • functional characteristisc • rheological properties

TANJA R. VUČIĆ
SNEŽANA T. JOVANOVIĆ
NEMANJA V. KLJAJEVIĆ
IGOR R. ZDRAVKOVIĆ
OGNJEN D. MAĆEJ

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Zemun, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.047:663.12

UTICAJ ULTRAZVUČNOG TRETMANA NA KARAKTERISTIKE ČVRSTOG JOGURTA OD KOZIJEG MLEKA TOKOM SKLADIŠTENJA

U radu je ispitivana mogućnost primene ultrazvučnog tretmana u proizvodnji čvrstog jogurta od kozijeg mleka. Mleko je pre inokulacije starter kulturom tretirano ultrazvukom frekvencije 35 kHz i snage 200 W u trajanju od 5 i 10 minuta. Kao kontrolni proizvedeni su uzorci čvrstog jogurta od kozijeg mleka standardnim tehnološkim postupkom. Ispitivanje viskoziteta i fizičko-hemijskih karakteristika proizvedenih uzoraka jogurta vršeno je 1, 7, 14 i 21-og dana skladištenja.

Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da su najveće vrednosti viskoziteta, sposobnost vezivanja vode i najmanju sklonost ka sinerezisu, imali uzorci čvrstog jogurta proizvedeni od kozijeg mleka koje je tretirano ultrazvukom u trajanju od 5 minuta.

Ključne reči: kozije mleko • čvrsti jogurt • ultrazvuk • viskozitet

Adresa autora:
Tanja Vučić, stručni saradnik, Poljoprivredni fakultet, 11080 Zemun, Beograd, Nemanjina 6
Tel.: 011/2615-315
e-mail: tvucic@agrif.bg.ac.rs

UVOD

Jedan od najpopularnijih fermentisanih mlečnih proizvoda je jogurt. Sa nutricionističkog aspekta jogurt je jako sličan mleku od kojeg je napravljen, s tim da postoje određeni dodatni terapeutski efekti vezani za starter kulture dodate u proizvodnji jogurta. Dokazano je da ljudi sa problemom intolerancije laktoze, bolje apsorbuju laktozu iz jogurta usled prisustva enzima β-D-galaktozidaze, koji potiče od bakterija starter kulture (McKinley, 2005).

Osnovni parametri kvaliteta jogurta su ukus i konzistencija. Konzistencija jogurta u velikoj meri zavisi od strukture proteinske mreže koja je relativno slaba i nastaje fermentacijom mleka dodatkom *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus.*

Period skladištenja jogurta je oko dvadeset dana na temperaturi 0-4°C, tokom kog zadržava svoje fizičko-hemijske karakteristike. Produženim skladištenjem može doći do promene ukusa i teksture, povećanja kiselosti i pojačanog sinerezisa (Barretto Penna i sar. 2006)

S obzirom na specifičan sastav kozijeg mleka, postoje teškoće u proizvodnji čvrstog jogurta odgovarajuće konzistencije. Kako bi se dobila zadovoljavajuća konzistencija čvrstog jogurta potrebno je povećati sadržaj suve materije bez masti, što se najčešće postiže dodatkom obranog mleka u prahu, WPC-a, različitih stabilizatora (pectin, želatin) i upotrebom starter kultura koje proizvode egzopolisaharide. Takođe, u cilju koncentrisanja mleka, mogu se koristiti različite membranske tehnike (Martín-Diana i sar., 2003).

Karakteristike kozijeg mleka

Kozije mleko je na našim prostorima, a i u svetu nedovoljno proučavano, stoga neka svojstva i osobine ove vrste mleka su nam i dalje nepoznanica. Ono što znamo je da je biološka, prehrambena i terapeutska vrednost ovog mleka veoma značajna. Prema kvantitativnom udelu komponenti, kozije mleko je veoma slično kravljem. Ulazeći dublje u strukturu, možemo uočiti razlike koje ovo mleko čine dosta drugačijim od kravljeg.

Kozije mleko je bele boje, što je posledica manjeg udela karotena u odnosu na kravlje mleko. Karakteriše ga takođe i izraženiji ukus zbog većeg udela slobodnih masnih kiselina kratkog i srednjeg lanca. Kao posledica većeg udela proteina i drugačijeg rasporeda fosfata, kozije mleko je alkalnije prirode od kravljeg (Jandal, 1996).

Kozije mleko sadrži 3.0-4.5% proteina (Antunac i sar., 2000; Jandal, 1996). Kao i u kravljem mleku, kazein kozijeg mleka se sastoji od četiri frakcije: α_{s1}-CN, α_{s2}-CN, β-CN i κ-CN. Najzastupljenija kazeinska frakcija je β-kazein sa oko 50%. U odnosu na kravlje, kozije mleko ima manje α_{s1}-kazeina što omogućava utvrđivanje dodatog kravljeg mleka u količini od 1% (Jandal, 1996; Raynal-Ljutovac i sar., 2008). U pogledu sadržaja i strukture κ-kazeina ne postoje značajnije razlike između kozijeg i kravljeg mleka. Kozije mleko, takođe, karakteriše viši sadržaj serum proteina i neproteinskog azota u odnosu na kravlje mleko (Antunac i sar., 2000; Sarić i sar., 2005). Kao posledica višeg sadržaja neproteinskog azota, randman sireva proizvedenih od kozijeg mleka je niži u odnosu na sireve proizvedene

Tabela 1. PROSEČAN HEMIJSKI SASTAV KOZIJEG MLEKA PREMA RAZLIČITIM AUTORIMA (Sarić i sar., 2005)
Table 1. AVERAGE CHEMICAL COMPOSITION OF GOAT MILK ACCORDING TO DIFFERENT AUTHORS (Sarić i sar., 2005)

Pokazatelj/ Parameter	Autor/Author				
	Dozet i sar. (1987)	Medan i sar. (1987)	Žujović (1992)	Antunac (1994)	Sarić (2002)
[1]SM/TS (%)	13,20	12,71	13,10	11,66	12,01
Mast/Fat (%)	3,87	3,95	4,22	3,45	3,65
Proteini/Proteins (%)	3,66	3,52	3,41	2,88	2,79
Kazein/Casein (%)	2,69	2,58	2,74	-	2,17
Proteini surutke/ Whey proteins (%)	0,88	-	0,68	-	0,43
Laktoza/Lactose (%)	4,77	4,43	4,47	4,37	4,83
Pepeo/Ash (%)	0,84	0,81	0,93	0,80	-

[1]SM-suva materija/TS-total solids

od kravljeg mleka. Takođe, manji udeo kazeinskog azota utiče na lošiju strukturu fermentisanih napitaka od kozijeg mleka (Park i sar., 2007).

Lipidi se u kozijem mleku nalaze u obliku masnih kapljica koje su manjeg promera u odnosu na masne kapljice kravljeg mleka. Prema Slačanac i sar. (2010), oko 65% masnih kapljica kozijeg mleka je prečnika manjeg od 3.0 µm. Razlika postoji i u adsorpcionom sloju masnih kapi. Kozije mleko ne sadrži aglutinirajuće proteine koji su zaslužni za aglutinaciju masnih kapi i brže izdvajanje pavlake (Jandal, 1996). Takođe, masne kapljice kozijeg mleka su bolje raspoređene što omogućava bolju svarljivost u odnosu na kravlje mleko. Osim toga, lipidna komponenta kozijeg mleka se razlikuje u količini masnih kiselina kratkih i srednjih lanaca, u prvom redu kapronske, kaprilne i kaprinske kiseline (C_6, C_8, C_{10}) usled čega je ukus i miris kozijeg mleka izraženiji u odnosu na kravlje mleko (Raynal-Ljutovac i sar., 2008; Slačanac i sar., 2010). Izraženiji ukus kozijeg mleka takođe je posledica veće lipazne aktivnosti. Naime, kod kozijeg mleka, 46% lipaze se nalazi u masti, dok je kod kravljeg mleka to samo 8%. Gledajući raspodelu lipaze u vodenoj fazi, kod kozijeg mleka je za kazeinsku micelu vezano 8%, dok se u kravljem mleku 78% lipaze nalazi asocirano sa kazeinskim micelama (Antunac i sar., 2000).

Hranljiva vrednost kozijeg mleka je 288 kJ/100g, što je približno jednako kravljem mleku. S druge strane, kozije mleko je mnogo svarljivije od kravljeg. Tako na primer ljudski organizam istu količinu kozijeg mleka svari za 40 minuta, a kravljeg mleka za 2.5 časa. Vitamina A, C, D ima podjednako u obe vrste mleka. Sadržaj vitamina B_3 je viši, a vitamina B_{12} i folne kiselina manji u odnosu na kravlje mleko. Takođe, kozije mleko sadrži nešto više kalijuma, hlora, magnezijuma i gvožđa (Antunac i sar., 2000).

Kozije mleko ima određeno terapeutsko dejstvo na ljudsko zdravlje. Pokazano je da kaprilna, kapronska i kaprinska kiselina, kao i kiseline srednjeg lanca, daju dobre rezultate u lečenju nekih bolesti kao što su: crevna malapsorbcija, srčane bolesti, epilepsija, fibrozne ciste, bolesti žuči. Smatra se da naročito kaprilna, kapronska i kaprinska kiselina imaju određena inhibitorna dejstva na oslobađanje holesterola. Preporučena je i zamena kravljeg mleka kozijim u ishrani dece. Smanjena količina ili nedostatak α_{s-1} kazeina u kozijem mleku razlog je zbog kojeg ga mogu konzumirati i deca sa alergijom na proteine kravljeg mleka. Ipak, ne preporučuje se davanje kozijeg mleka deci mlađoj od 6 meseci zbog niskog sadržaja folne kiseline i vitamina D (Antunac i sar., 2000).

Ultrazvuk u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka

Postoji veliko zanimanje za tretiranje hrane ultrazvukom, zbog toga što je transfer akustične energije trenutan i prostire se kroz celu zapreminu proizvoda. Ova činjenica zapravo znači da se smanjuje ukupno vreme tretiranja proizvoda i smanjenje potrošnje energije. U navedene svrhe mogao bi se upotrebiti ultrazvuk visokog intenziteta i niske frekvencije (Herceg i sar., 2009a).

Ultrazvuk predstavlja zvuk frekvencije iznad 20kHz i ljudsko uho ga ne može registrovati, budući da je opseg koji čovek može da čuje 20Hz - 20kHz. Ultrazvuk se može podeliti na:

- *ultrazvuk visokog intenziteta* (i niske frekvencije) u rasponu od 20kHz do 100kHz uz prošireno područje do 2MHz
- *ultrazvuk niskog intenziteta* (i visoke frekvencije) sa frekvencijom preko 2MHz (Režek Jambrak i sar. 2009)

Ultrazvuk niskog intenziteta ne uzrokuje nikakve hemijske niti fizičke promene u materijalima na koje se primenjuje. Najčešće se koristi kao analitička tehnika u kontroli kvaliteta hrane; merenja teksture, sastava, viskoziteta, koncentracije određenih materija u hrani (Herceg i sar. 2009b).

Ultrazvuk visokog intenziteta može prouzrokovati određene hemijske i fizičke promene u materijalu na koji se primenjuje. Najčešću primenu i najčešće ispitivane su frekvencije u rasponu 20kHz - 40kHz. Za sada se koristi za čišćenje, uklanjanje nepoželjnih mikroorganizama, sušenje, ekstrakciju, destilaciju, homogenizaciju tečnosti. Potencijalnu primenu u tehnološkim postupcima u prehrambenoj industriji može imati u inaktivaciji enzima i uklanjanju mikroorganizama, homogenizaciji, poboljšanju reoloških svojstava proizvoda (Herceg i sar. 2009b).

Hemijske i fizičke promene zvučni talas izaziva putem kavitacija. Kavitacija je pojava slična ključanju, s tim što kod ključanja napon pare tečnosti poraste iznad pritiska okoline i dolazi do promene faze iz tečnosti u gas. Kod kavitacija imamo slučaj da pritisak tečnosti padne ispod napona pare tečnosti i dolazi do stvaranja mehurića gasa u tečnosti, tj. prelaska u gasovito agregatno stanje. Kavitacije su uzrok baktericidnog dejstva ultrazvuka visokog intenziteta. Pri stvaranju mehurića, postoje delovi tečnosti gde nije osigurana dovoljna količina energije za opstanak mehura gasa i počinje brza kondenzacija i sudaranje kondenzovanih molekula, što dalje izaziva povišenje temperature i pritiska do 5500K i 50MPa (Her-

ceg i sar. 2009b; Vercet i sar., 2002). Ovakvi uslovi dovode do stvaranja slobodnih radikala, istanjivanja ćelijske membrane (što proizvodi baktericidni efekat i smanjuje broj somatskih ćelija), povećava stabilnost emulzije (bolja disperzija masnih kapi usled smanjivanja veličine istih), inaktivacija enzima, utiče na teksturu fermentisanih mlečnih proizvoda (Režek Jambrak, 2008). Naročito se smatra da disocijacija vodene pare na H^+ i OH^- ima letalan efekat na mikroorganizme. Kavitacije neće nastati pri frekvencijama 2.5 MHz (ultrazvuk niskog intenziteta), a pri frekvencijama od 1 MHz postoji mala mogućnost za nastajanje kavitacija (Herceg i sar., 2009a). Samo primenom ultrazvuka uništavaju se vegetativne ćelije mikroorganizama, ali se ne oštećuju spore, te je potrebno uz ultrazvuk primeniti i određeni termički tretman, ili povišen pritisak (Ulusoy i sar., 2007; Herceg i sar., 2009a).

Pri tretmanu ultrazvukom kao produkt pirolize nastaju određene volatilne komponente (benzen, toluen, 1,3-butadien, 5-metil-1,3-ciklopentadien itd.), a koje mogu prouzrokovati defekte arome. Međutim, intenzitet te arome može se smanjiti primenom ultrazvuka manje snage (oko 100W) (Riener i sar., 2009a).

Bez obzira na to što je potrebno primeniti još jednu vrstu tretmana uz ultrazvuk, ipak je isplativije upotrebiti kombinaciju ultrazvuka i povišene temperature (ili pritiska) nego čist termički tretman (Režek Jambrak i sar. 2009). Ipak, smatra se da će ultrazvuk pronaći svoje mesto u industriji mleka prvenstveno kao tretman koji će poboljšati teksturu i senzorne karakteristike proizvoda.

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita uticaj ultrazvučnog tretmana mleka na fizičko-hemijske karakteristike čvrstog jogurta od kozijeg mleka u toku skladištenja.

MATERIJAL I METODI

U istraživanju je korišćeno kozije mleko sa farme Kukujevci. Ispitivan je hemijski sastav sirovog, termički tretiranog mleka, ultrazvučno tretiranog mleka i jogurta. Takođe, ispitivan je viskozitet jogurta u toku skladištenja od 21 dana. Jogurt je pravljen u tri serije - I, II, III (pri čemu je serija I kontrolni uzorak, odnosno jogurt proizveden bez primene ultrazvučnog tretmana). Istraživanje je vršeno u laboratoriji za tehnologiju mleka na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu.

Proces proizvodnje jogurta je tekao na sledeći način:

- termički tretman na 92°C u trajanju od 10 minuta
- hlađenje na 43°C
- tretman ultrazvukom (kod serije I, ovaj korak u procesu izostaje) frekvencije 35kHz, snage 200 W, na temperaturi 43°C, u trajanju od 5 minuta (za seriju II), odnosno 10 minuta (za seriju III)
- inokulacija starter kulturom Chr. Hansen FD-DVS YFL812 Yo-Flex
- fermentacija na 43°C, do pH vrednosti 4.6; a zatim hlađenje i skladištenje na temperaturi 4°C

Kod uzoraka sirovog, termički tretiranog i mleka tretiranog ultrazvukom, vršene su sledeće analize:

1) određivanje sadržaja SM (suve materije) metodom sušenja na 102±2ºC (Carić i sar., 2000)
2) određivanje sadržaja proteina metodom po Kjeldahu pomoću Kjeltec sistema (IDF 20B:1993)
3) određivanje sadržaja mlečne masti metodom po Gerberu (IDF 105:1981)
4) određivanje sadržaja laktoze titracionom metodom (IDF 28: 1974)
5) određivanje sadržaja mineralnih materija (Carić i sar., 2000)
6) određivanje titracione kiselosti po Soxhlet-Henkel-u (°SH) (Carić i sar., 2000)
7) određivanje pH vrednosti pH-metrom sa kombinovanom elektrodom model *Consort C 931*

Kod dobijenih uzoraka jogurta vršene su sledeće analize:

1) određivanje sadržaja suve materije standardnom metodom sušenja na 102±2ºC (Carić i sar., 2000)
2) određivanje sadržaja mlečne masti standardnom metodom po Gerberu (Carić i sar., 2000)
3) određivanje sadržaja proteina metodom po Kjeldahu pomoću Kjeltec sistema (IDF 20B:1993)
4) određivanje sadržaja laktoze titracionom metodom (IDF 28: 1974)
5) određivanje sadržaja mineralnih materija (Carić i sar., 2000)
6) promena pH vrednosti tokom skladištenja – pH-metrom *Consort C 931*
7) određivanje titracione kiselosti potenciometrijskom metodom (IDF 150:1991)
8) sposobnost vezivanja vode je ispitivana prema metodi koju su opisali Parnell-Clunies (*cit.* Riener i sar., 2010). Uzorci (2x25g iz svake serije) su izmereni i inkubirani u kivetama za centrifugu, zajedno sa ostatkom jogurta, zatim ohlađeni i skladišteni na 4°C u periodu od dva dana. Nakon dva dana uzorci su centrifugirani na 3000g/10 min i izmerena je masa izdvojene surutke. Rezultati su izraženi kao masa izdvojene surutke na 100g jogurta.
9) sinerezis je ispitivan prema sledećoj metodi: 30g nepromešanog jogurta ravnomerno je raspoređeno na Whatman No. 1 filter papiru na levku koji je postavljen iznad menzure od 50ml. Menzura sa levkom i filter papirom na kome je jogurt, držana je 5 časova na temperaturi 4°C. Nakon 5 časova zabeležena je količina izdvojene surutke (Reiner i sar., 2010). Sinerezis je ispitivan 1, 7, 14 i 21-og dana skladištenja. Ispitivanja su vršena u dva ponavljanja.
10) u toku skladištenja jogurta, ispitivan je viskozitet (1, 7, 14, i 21-og dana) pomoću rotacionog viskozimetra: Visco Basic+R, Fungilab (Španija). Očitavanja vrednosti viskoziteta vršena su pri konstantnoj brzini spindla R4 (konstantna brzina smicanja); brzina je na početku 100 o/min u trajanju od 30 sekundi, a zatim je brzina spindla podešavana na 20 o/min i vršena su očitavanja na svakih 30 sekundi (ukupno 6 očitavanja). Ova istraživanja su izvršena u dva ponavljanja, a za svako vreme očitavanja je uzimana prosečna vrednost viskoziteta. Za svako ponavljanje je korišćen novi uzorak.

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav mleka i čvrstog jogurta

Za sve tri serije uzoraka ispitivan je sastav sirovog mleka i sastav jogurta (1, 7, 14, i 21-og dana). Kod uzoraka iz serija II i III ispitivan je sastav mleka nakon termičkog tretmana, kao

Tabela 2. HEMIJSKI SASTAV I (KONTROLNE) SERIJE UZORAKA
Table 2. CHEMICAL COMPOSITION OF CONTROL SAMPLES (1st series)

Pokazatelj/ Parameter	Sirovo mleko/ Raw milk	Term. tret. mleko/ Heat treated milk	Jogurt 1.dan/ Yoghurt 1st day	Jogurt 7. dan/ Yoghurt 7th day	Jogurt 14. dan/ Yoghurt 14th day	Jogurt 21.dan/ Yoghurt 21st day
[1]SM/TS (%)	10,27	11,28	10,63	10,68	10,57	10,88
Mast/Fat (%)	2,25	2,5	2,2	2,2	2,42	2,42
[2]SMbM/TSNF (%)	8,02	878	8,43	8,48	8,15	8,46
[3]UN/TN (%)	0,4740	0,4788	0,4825	0,4825	0,4694	0,5097
Proteini/Proteins (%)	3,03	3,06	3,08	3,08	2,99	3,25
Laktoza/Lactose (%)	-	-	4,95	4,87	4,65	4,64
Pepeo/Ash (%)	-	-	-	0,83	0,82	0,84

[1]SM-suva materija/TS-total solids; [2]SMbM-suva materija bez masti/TSNF-total solids non fat; [3]UN-ukupan azot/TN-total nitrogen

i sastav mleka nakon tretmana ultrazvukom (II i III serija).

Kod kontrolnog uzorka uočen je porast sadržaja suve materije i suve materije bez masti nakon termičkog tretmana mleka što je posledica isparavanja dela vode u toku tretmana (tabela 2). Takođe, uočava se blago smanjenje udela laktoze tokom skladištenja jogurta, što se može objasniti konverzijom laktoze od strane bakterija mlečne kiseline.

U seriji II (tretman ultrazvukom 35kHz/200W/43°C/5 min) primećujemo uobičajeni porast sadržaja suve materije usled termičkog tretmana, ali primećuje se i porast udela mlečne masti nakon tretmana ultrazvukom (tabela 3). Ovaj porast sadržaja mlečne masti nakon tretmana ultrazvukom objašnjava se kao rezultat pucanja membrana masnih kapljica i homogenizacije koju ultrazvuk proizvodi (Herceg i sar., 2009b). Kao i kod uzoraka iz serije I i kod uzoraka jogurta proizvedenih od mleka koje je podvrgnuto delovanju ultrazvuka u trajanju od 5 min, zapaža se smanjenje sadržaja laktoze.

U tabeli 4 prikazan je hemijski sastav uzoraka podvrgnutih ultrazvučnom tretmanu 35kHz / 200W / 43°C/ 10 min.

Kao i kod uzoraka jogurta iz I i II serije, i kod uzoraka proizvedenih od mleka podvrgnutog delovanju ultrazvuka u trajanju od 10 min, zabeleženo je smanjenje sadržaja suve materije prvog dana skladištenja. Nakon tretmana mleka ultrazvukom uočava se manja promena u sadržaju mlečne masti u odnosu na uzorke II serije, što se može protumačiti kao nepovoljniji uticaj na homogenizaciju mlečne masti u odnosu na tretman od 5 minuta.

Promene pH vrednosti i titracione kiselosti jogurta tokom skladištenja

Promena pH vrednosti je praćena tokom 21 dana skladištenja a rezultati dobijeni u ovom delu istraživanja prikazani su na slici 1.

U periodu od 1. do 7. dana skladištenja u uzorcima jogurta iz serija I i II dolazi do značajnog pada pH vrednosti. Ovaj pad iznosi 0.25 i 0.23 pH jedinica, respektivno, za uzorke proizvedene na standardan način i za uzorke proizvedene od mleka koje je tretirano ultrazvukom u trajanju od 5 min. Tokom prvih sedam dana skladištenja zabeležen je pad pH vrednosti i u uzorcima proizvedenim od mleka podvrgnutog delovanju ultrazvuka u trajanju od 10 minuta, ali je ovaj pad manje izražen i iznosi 0.05 pH jedinica. Kod uzoraka jogurta iz serije III, pad pH vrednosti izraženiji je u periodu od 7. do 14. dana, dok je kod uzoraka iz serija I i II u istom periodu skladištenja došlo do blagog povećanja pH vrednosti.

U periodu od 14. do 21. dana skladištenja u uzorcima jogurta proizvedenim od mleka koje je podvrgnuto

Tabela 3. HEMIJSKI SASTAV II SERIJE UZORAKA
Table 3. CHEMICAL COMPOSITION OF 2nd SERIES SAMPLES

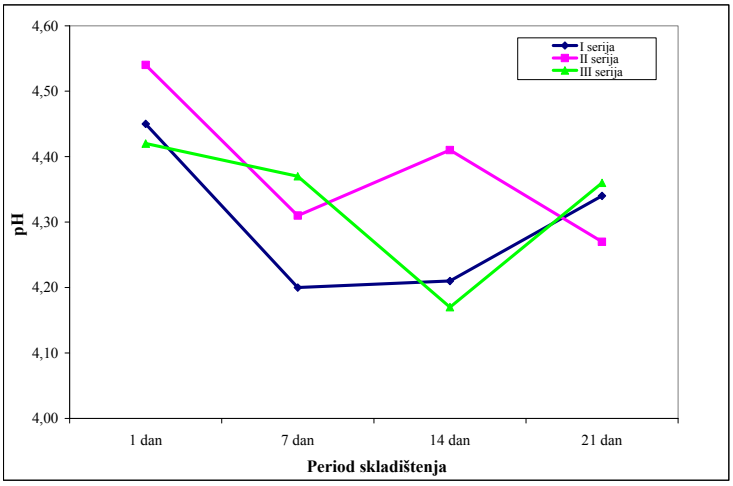
Pokazatelj/ Parameter	Sirovo mleko/ Raw milk	Term. tret. mleko/ Heat treated milk	Mleko tretirano UZ/ Ultrasound treated milk	Jogurt 1.dan/ Yoghurt 1st day	Jogurt 7. dan/ Yoghurt 7th day	Jogurt 14. dan/ Yoghurt 14th day	Jogurt 21.dan/ Yoghurt 21st day
[1]SM/TS (%)	11,95	12,81	12,88	12,21	11,62	11,72	11,96
Mast/Fat (%)	3,55	3,6	3,95	3,52	3,30	3,08	3,08
[2]SMbM/TSNF (%)	8,40	9,21	8,93	8,69	8,32	8,64	8,88
[3]UN/TN (%)	0,4606	0,4825	0,5065	0,5104	0,4970	0,5041	0,4932
Proteini/Proteins (%)	2,94	3,08	3,23	3,25	3,17	3,22	3,15
Laktoza/Lactose (%)	4,84	5,11	5,20	5,18	4,39	4,84	4,40
Pepeo/Ash (%)	0,66	0,84	0,86	0,87	0,87	0,89	0,90

[1]SM-suva materija/TS-total solids; [2]SMbM-suva materija bez masti/TSNF-total solids non fat; [3]UN-ukupan azot/TN-total nitrogen

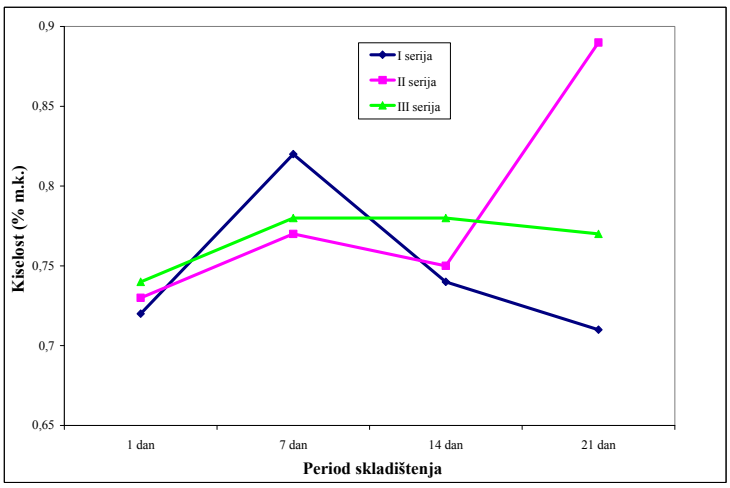
Tabela 4. HEMIJSKI SASTAV III SERIJE UZORAKA
Table 4. CHEMICAL COMPOSITION OF 3rd SERIES SAMPLES

Pokazatelj/ Parameter	Sirovo mleko/ Raw milk	Term. tret. mleko/Heat treated milk	Mleko tretirano UZ/ Ultrasound treated milk	Jogurt 1.dan/ Yoghurt 1st day	Jogurt 7. dan/ Yoghurt 7th day	Jogurt 14. dan/ Yoghurt 14th day	Jogurt 21.dan/ Yoghurt 21st day
[1]SM/TS (%)	12,61	12,83	11,47	11,21	11,82	11,96	12,07
Mast/Fat (%)	3,35	3,65	3,7	2,42	3,08	2,86	2,86
[2]SMbM/TSNF (%)	9,26	9,18	7,77	8,79	8,74	9,10	9,21
[3]UN/TN (%)	0,4669	0,4986	0,5069	0,5018	0,5131	0,5063	0,5192
Proteini/Proteins (%)	2,98	3,18	3,23	3,20	3,28	3,23	3,32
Laktoza/Lactose (%)	4,88	5,14	5,20	4,88	4,70	4,97	4,71
Pepeo/Ash (%)	0,70	-	0,76	0,84	0,88	0,88	0,86

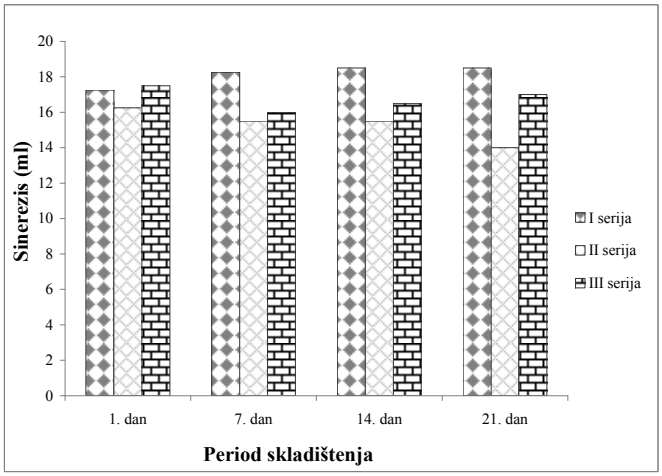
[1]SM-suva materija/TS-total solids; [2]SMbM-suva materija bez masti/TSNF-total solids non fat; [3]UN-ukupan azot/TN-total nitrogen



Slika 1. PROMENA pH VREDNOSTI UZORAKA JOGURTA TOKOM SKLADIŠTENJA
Figure 1. CHANGE OF pH VALUE IN YOGHURT SAMPLES DURING STORAGE



Slika 2. PROMENA KISELOSTI UZORAKA JOGURTA TOKOM SKLADIŠTENJA
Figure 2. CHANGE OF ACIDITY IN YOGHURT SAMPLES DURING STORAGE



Slika 3. SINEREZIS UZORAKA JOGURTA
Figure 3. SYNERESIS OF YOGHURT SAMPLES

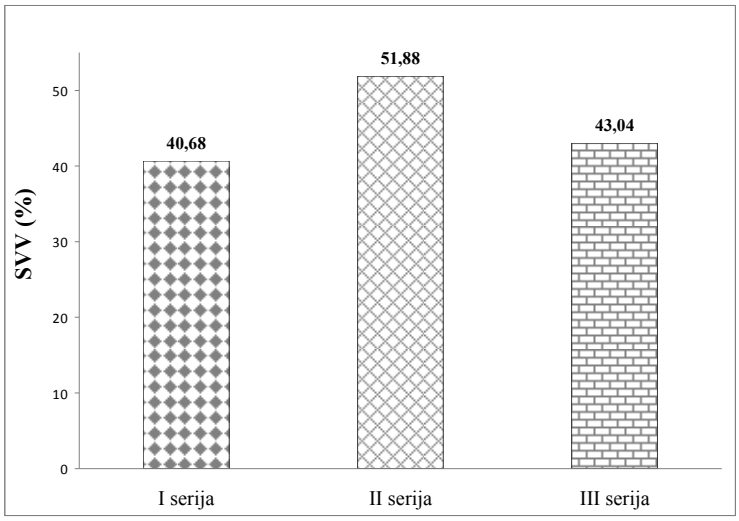
delovanju ultrazvuka u trajanju od 5 min, zabeležen je pad pH vrednosti i na kraju ispitivanog perioda skladištenja u ovim uzorcima je zabeležena najniža pH vrednost – 4.27. Međutim kod uzoraka iz serija I i III u poslednjih sedam dana skladištenja došlo je do povećanja pH vrednosti za 0.13 i 0.19 pH jedinica, respektivno, što je verovatno rezultat proteolitičkih promena.

Kiselost jogurta (% mlečne kiseline) ispitivana je tokom 21 dana skladištenja (slika 2).

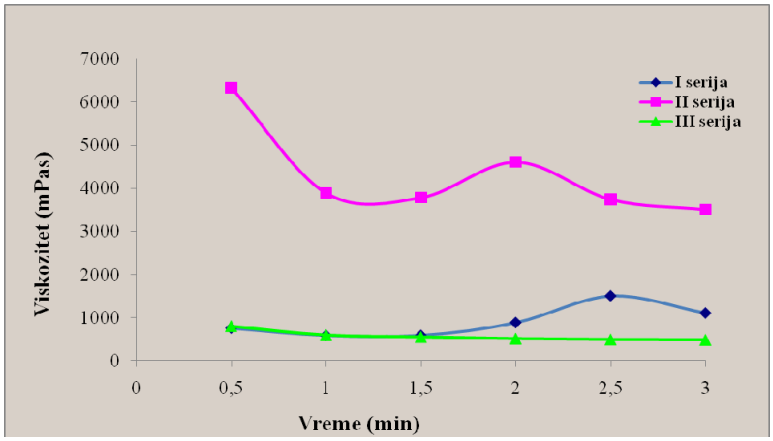
Kod uzoraka proizvedenih bez primene ultrazvuka, povećanje titracione kiselosti je izraženo tokom prvih sedam dana skladištenja, dok je u daljem periodu ispitivanja zabeleženo smanjenje titracione kiselosti do 0.71% m.k. Kod uzoraka proizvedenih od mleka koje je podvrgnuto delovanju ultrazvuka, povećanje titracione kiselosti je manje izraženo u prvih sedam dana skladištenja. U periodu od 7. do 21. dana skladištenja, kod uzoraka jogurta iz serije III zabeležena je najmanja promena titracione kiselosti, dok je kod uzoraka iz serije II došlo do izraženog povećanja titracione kiselosti u periodu od 14. do 21. dana skladištenja, a krajnja vrednost za titracionu kiselost je iznosila 0,89% m.k.

Sinerezis i sposobnost vezivanja vode čvrstog jogurta

Sinerezis uzorka čvrstog jogurta od kozijeg mleka je ispitivan 1, 7, 14. i 21. dana skladištenja, a rezultati ovog dela istraživanja prikazani su na slici 3. Usled efekta homogenizacije izazvanog ultrazvučnim tretmanom mleka, poboljšava se konzistencija i viskozitet proizvoda, a sinerezis je manje izražen usled protein-protein interakcije i poboljšanja sposobnosti vezivanja vode (Tamime i Robinson, 2000). Osim prvog dana skladištenja, najviše vrednosti sinerezisa pokazuju uzorci iz I serije, a najniže uzorci iz II serije. Sinerezis je prvog dana skladištenja najveći kod uzoraka jogurta proizvedenog od mleka koje je podvrgnuto ultrazvučnom tretmanu u trajanju od 10 min. Međutim, u kasnijem periodu skladištenja najviše vrednosti sinerezisa pokazuju uzorci jogurta proizvedeni na standardan način. Ovakvo ponašanje uzoraka izloženih delovanju ultrazvuka u trajanju od 10 minuta može da ukaže na to da nešto duži tretman ultrazvukom možda utiče tako da je potrebno više od jednog dana



Slika 4. SPOSOBNOST VEZIVANJA VODE UZORAKA JOGURTA
Figure 4. WATER HOLDING CAPACITY OF YOGHURT SAMPLES



Slika 5. PROMENA VISKOZITETA UZORAKA JOGURTA PRVOG DANA SKLADIŠTENJA
Figure 5. VISCOSITY CHANGE OF YOGHURT SAMPLES ON THE 1st DAY OF STORAGE

skladištenja kako bi se formirala stabilnija struktura gela.

Sposobnost vezivanja vode je ispitivana za svaku seriju jogurta nakon dva dana skladištenja. Sa slike 3 možemo da vidimo da, kao i u slučaju viskoziteta najbolje karakteristike pokazuju uzorci serije II, dok su uzorci serije III tek za nijansu bolji od kontrolnih uzoraka. Veći sadržaj mlečne masti u uzorcima čvrstog jogurta iz druge i treće serije takođe je uticao na veću sposobnost vezivanja vode. Primenom ultrazvuka dolazi do povećanja ukupne površine membrana masnih kapljica na čiju se površinu adsorbuje kazein tako da se one ponašaju kao pseudo-kazeinske micele i učestvuju u formiranju strukture jogurta (Reiner i sar., 2009b; Wu i sar., 2001).

Viskozitet čvrstog jogurta tokom skladištenja

U ovoj fazi istraživanja ispitivan je uticaj vremena na promenu viskoziteta čvrstog jogurta od kozijeg mleka proizvedenog na standardan način (serija I), od mleka koje je podvrguto delovanju ultrazvuka 35kHz/ 200W/ 43°C/5 min (serija II) i od mleka koje je podvrguto delovanju ultrazvuka 35kHz/200W/43°C/10 min (serija III). Ispitivanja su obuhvatila promenu viskoziteta tokom 3 minuta merenja, na svakih 30 sekundi, pri brzini rotacije spindla od 20 o/min. Uzorci su ispitivani nakon 1, 7, 14 i 21 dana skladištenja.

Na slici 5 prikazana je promena viskoziteta uzoraka čvrstog jogurta u zavisnosti od vremena izlaganja konstantnoj sili smicanja (brzina obrtaja spindla 20 o/min) prvog dana skladištenja.

Uzorci čvrstog jogurta od kozijeg mleka proizvedeni na standardan način pokazuju odstupanja u tiksotropnom ponašanju kiselog kazeinskog gela. Nakon 2 minuta merenja viskozitet ovih uzoraka je bio bio manji nego na kraju merenja i iznosio je 891.8 mPas.

Uzorci jogurta proizvedeni od kozijeg mleka tretiranog ultrazvukom u trajanju od 5 min pokazuju izuzetno visoke vrednosti viskoziteta 1. dana skladištenja, dok uzorci treće serije pokazuju nešto niže vrednosti viskoziteta od kontrolnih uzoraka. Međutim, kod uzoraka III serije jogurta nema odstupanja od tiksotropnog ponašanja, što se može objasniti ujednačenijom strukturom gela.

Promena viskoziteta čvrstog jogurta od kozijeg mleka sedmog dana skladištenja prikazana je na slici 6.

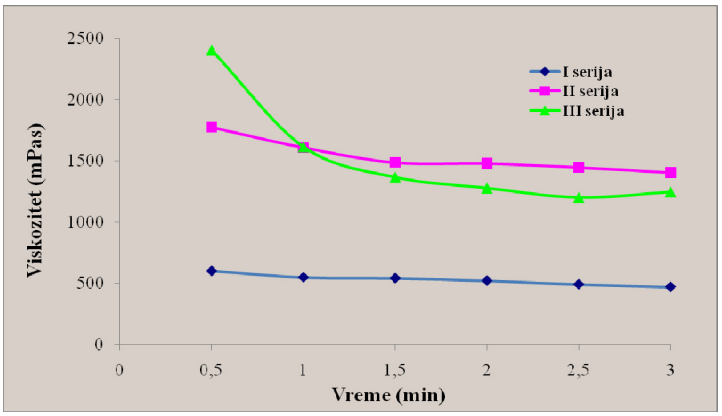
Sedmog dana skladištenja prosečna vrednost viskoziteta uzoraka jogurta iz prve serije očitana nakon 0,5 min iznosila je 546,8 mPas, dok je nakon 3 min, vrednost viskoziteta iznosila 468,9 mPas, odnosno smanjenje viskoziteta je iznosilo 77,9 mPas.

Kao i prvog dana skladištenja, najveću vrednost viskoziteta nakon 3 min delovanja sile imali su uzorci iz II serije – 1403.1mPas.

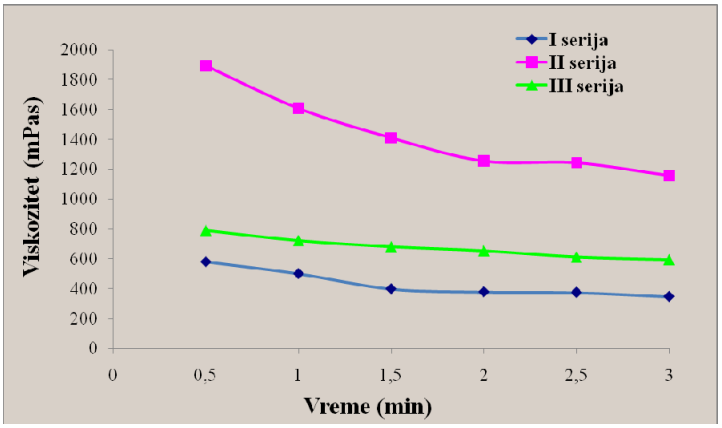
Kod uzoraka iz treće serije najveće smanjenje viskoziteta zabeleženo je u intervalu 0.5-1 min i iznosi 789 mPas. Daljim delovanjem sile dolazi do ujednačenog opadanja vrednosti viskoziteta do 1247.8 mPas. Ovo ukazuje da nakon narušavanja strukture gela usled početnog delovanja sile, dolazi do uspostavljanja određene ravnoteže i nastajanja većeg broja protein-protein veza.

Na slici 7 prikazana je promena viskoziteta uzoraka čvrstog jogurta 14-og dana skladištenja.

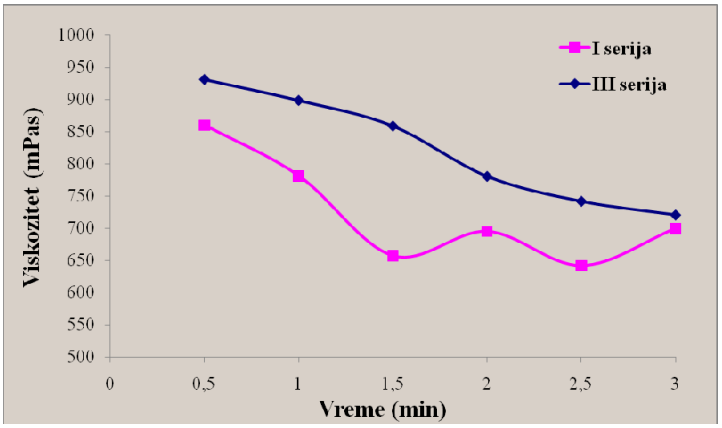
Kao što je prikazano na slici 7, uzorci jogurta od kozijeg mleka iz sve tri proizvedene serije pokazuju pravo tiksotropno ponašanje. Najniže vrednosti viskoziteta imali su uzorci proizvedeni na standardan način. Prosečna vrednost viskoziteta uzoraka jogurta iz prve serije očitana nakon 0.5 min iznosila je 580.0 mPas, dok je nakon 3 min, vrednost viskoziteta iznosila 347.3 mPas. Najviše vrednosti viskoziteta imali su uzorci iz II serije. Nakon 3 min delovanja sile, viskozitet uzoraka II serije iznosio je 1158.5 mPas.



Slika 6. PROMENA VISKOZITETA UZORAKA ČVSTOG JOGURTA 7-OG DANA SKLADIŠTENJA
Figure 6. VISCOSITY CHANGE OF YOGHURT SAMPLES ON THE 7th DAY OF STORAGE



Slika 7. PROMENA VISKOZITETA UZORAKA ČVRSTOG JOGURTA 14. DANA SKLADIŠTENJA
Figure 7. VISCOSITY CHANGE OF YOGHURT SAMPLES ON THE 14th DAY OF STORAGE



Slika 8. PROMENA VISKOZITETA UZORAKA ČVSTOG JOGURTA 21-OG DANA SKLADIŠTENJA
Figure 8. VISCOSITY CHANGE OF YOGHURT SAMPLES ON THE 21st DAY OF STORAGE

Podaci dobijeni u ovim istraživanjima nisu u saglasnosti sa rezultatima Wu i sar. (2002) i Reiner i sar. (2009a) da je poboljšanje reoloških karakteristika u direktnoj srazmeri sa intenzitetom ultrazvučnog tretmana. Međutim, razlike u vrednosti viskoziteta II i III serije verovatno su posledica većeg sadržaja mlečne masti uzoraka jogurta proizvedenih od kozijeg mleka koje je bilo podvrgnuto ultrazvučnom tretmanu u trajanju od 5 min.

Promena viskoziteta čvrstog jogurta od kozijeg mleka 21-og dana skladištenja prikazana je na slici 8.

Usled isušivanja površine većeg broja uzoraka II serije, nakon 21 dana skladištenja, nije bilo moguće izvršiti merenje viskoziteta u dovoljnom broju ponavljanja, te rezultati iz ovog dela istraživanja nisu prikazani.

Kao i u prethodnim merenjima, veće vrednosti viskoziteta zabeležene su kod uzoraka jogurta od kozijeg mleka koje je podvrgnute delovanju ultrazvuka. Kod uzoraka iz treće serije primećeno je ujednačeno opadanje vrednosti viskoziteta. Nakon 0,5 min očitana vrednost viskoziteta je bila 930,7 mPas, dok je nakon 3 min delovanja sile vrednost viskoziteta iznosila 720,1 mPas.

Uzorci čvrstog jogurta od kozijeg mleka proizvedeni bez primene ultrazvučnog tretmana pokazuju odstupanja u tiksotropnom ponašanju. Nakon 1,5 i 2,5 minuta merenja viskozitet ovih uzoraka je bio bio manji nego na kraju merenja, kada je iznosio je 699,5 mPas.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata u ovom radu može se zaključiti da tretman mleka ultrazvukom ima veliki uticaj na reološke karakteristike jogurta od kozijeg mleka, iako duži tretman ne proizvodi nužno bolje reološke karakteristike kod kozijeg jogurta kao što je očekivano. Uzorci čvrstog jogurta proizvedeni od kozijeg mleka koje je tretirano ultrazvukom u trajanju od 5 min imali su najviše prosečne vrednosti viskoziteta tokom celokupnog perioda skladištenja. Takođe, rezultati istraživanja pokazuju da su uzorci II serije imali najveću sposobnost vezivanja vode i najmanju sklonost ka sinerezisu. Generalno, rezultati dobijeni u ovim istraživanjima ukazuju na mogućnost potencijalne primene ultrazvuka u cilju poboljšanja konzistencije i ukupnog kvaliteta čvrstog jogurta od kozijeg mleka.

LITERATURA

Antunac, N., Samaržija, D., Havranek, J.,: Hranidbena i terapeutska vrijednost kozjeg mlijeka, Mljekarstvo, 50 (4) (2000) 297-304.

Barretto Penna, A.L., Converti, A., de Oliveira, M.N.: Simultaneous effects of total solids content, milk base, heat treatment temperature and sample temperature on the rheological properties of plain stirred yo-

gurt, Food Technology and Biotechnology 44 (4) (2006) 515-518.
Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D.: Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda. Tehnološki fakultet, Novi Sad (2000).
Herceg, Z., Režek Jambrak, A., Rimac Brnčić, S., Krešić, G.: Procesi konzerviranja hrane, Novi postupci. Golden marketing.Tehnička knjiga, Zagreb (2009a)
Herceg, Z., Brnčić, M., Režek Jambrak, A., Rimac Brnčić, S., Badanjak, M., Sokolić, I.: Mogućnost primjene ultrazvuka visokog intenziteta u mljekarskoj industriji, Mljekarstvo 59 (1) (2009b) 65-69.
IDF 105:1985: Determination of fat content of milk. Brussels,Belgium.
IDF 20B:1993: Determination of nitrogen content. Brussels,Belgium.
IDF 28:1974: Determination of the lactose content of milk. Brussels,Belgium.
IDF 150:1991: Yoghurt Determination of titratable acidity, potentiometric method. Brussels, Belgium.
Jandal, J.M.: Comparative aspects of goat and sheep milk, Small ruminant research 22 (1996) 177-185.
Martín-Diana, A.B., Janer, C., Peláez, C., Requena T.: Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. International Dairy Journal 13 (2003) 827–833.
McKinley, M.C.: The nutrition and health benefits of yoghurt, International Journal of Dairy Technology 58 (1) (2005) 1-12.
Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W.: Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68 (2007) 88–113.
Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y.: Composition of goat and sheep milk products: An update. Small ruminant research 79 (2008) 57-72.
Režek Jambrak, A.: Utjecaj ultrazvuka na fizikalna i funkcionalna svojstva proteina sirutke, doktorska disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, 2008.
Režek Jambrak, A., Lelas, V., Herceg, Z., Badanjak, M., Batur, V., Muža, M.: Prednosti i nedostaci primjene ultrazvuka visoke snage u mljekarskoj industriji Mljekarstvo 59 (4) (2009) 267-281.
Riener, J., Noci, F., Cronin, A.D., Morgan, D.J., Lyng J.G.: The effect of thermosonication of milk on selected physicochemical and microstructural properties of yoghurt gels during fermentation, Food Chemistry 114 (2008) 905-911.
Riener, J., Noci, F., Cronin, D.A., Morgan, D.J., Lyng, J.G.: Characterisation of volatile compounds generated in milk by high intensity ultrasound, International Dairy Journal 19 (2009) 269–272.
Reiner, J., Noci, F., Cronin, D.A., Morgan, D.J., Lyng, J.G.: A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks, Food Chemistry 119 (2010) 1108-1113.
Sarić, Z., Bijeljac, S., Skender, H.: Uloga i značaj kozijeg mleka u proizvodnji sira, Simpozijum „Mleko i proizvodi od mleka", Tara, 6-10 april 2005, Zbornik radova, 20-31.
Slačanac, V., Božanić, R., Hardi, J., Rezessyné Szabo, J., Lučan, M., Krstanović, V.: Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. International J. of Dairy Technology 63, (2) (2010) 171–189.
Tamime, A.Y. and Robinson R.K.: Yoghurt Science and Technology. Woodhead Publishing Limited, Cambridge England (2000)
Ulusoy, B.H., Colak, H., Hampikyan, H.: The use of ultrasonic waves in food technology. Research J. of Biological Sciences 2 (4) (2007) 491-497.
Vercet, A., Oria, R., Marquina, P., Crelier, S., Lopez-Buesa, P.: Rheological Properties of Yoghurt Made with Milk Submitted to Manothermosonication, J. Agric. Food Chem. 50 (2002) 6165-6171.
Wu, H., Hulbert, G.J., Mount, J.R.: Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter, Innovative Food Science & Emerging Technologies 1 (2001) 211-218.

SUMMARY

THE EFFECT OF ULTRASOUND TREATMENT ON CHARACTERISTICS OF SET YOGHURT MADE FROM GOAT MILK DURING STORAGE

Tanja R. Vučić, Snežana T. Jovanović, Nemanja V. Kljajević, Igor R. Zdravković, Ognjen D. Maćej

University of Belgrade Faculty of Agriculture, Institute for Food Technology and Biochemistry, Zemun, Serbia

Possibility treatment of ultrasound appliance in the production of goat milk's set yoghurt was investigated. Before inoculation milk was subjected to ultrasound treatment at the frequency of 35 kHz and 200 W powers during 5 and 10 minutes. As control, samples of goat milk's set yoghurt were produced by conventional treatment. Viscosity and physicochemical properties of produced samples were investigated on the 1st, 7th, 14th and 21st day of storage.

Based on analysis of the collected data, samples made from goat milk treated by ultrasound during 5 minutes had the highest viscosity, water holding capacity and the least syneresis.

Key words: goat milk • set yoghurt • ultrasound • viscosity

NEVENA Đ. MEDAKOVIĆ
MILICA ĆULAFIĆ
SLAĐANA S. ŠOBAJIĆ
BRIŽITA I. ĐORĐEVIĆ
IVAN M. STANKOVIĆ

Univerzitet u Beogradu,
Farmaceutski fakultet,
Katedra za bromatologiju, Beograd,
Srbija

UDK: 637.047:663.12

ANALIZA KORIŠĆENJA MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA MEĐU STUDENTIMA FARMACIJE

Mleko i mlečni proizvodi zbog svog nutritivnog sastava zauzimaju značajno mesto u ishrani, kako dece, tako i odraslih ljudi. Prema piramidi ishrane, ova grupa namirnica treba da bude zastupljena sa 2-3 porcije dnevno. Ova studija je ima za cilj da proceni korišćenje mleka i mlečnih proizvoda u populaciji studenata farmacije.

Informacije o navikama vezanim za učestalost konzumiranja mleka i mlečnih proizvoda su prikupljene kroz anketu na uzorku od 92 studenta (79 žena i 13 muškaraca), prosečnih godina 24. Anketom su prikupljeni podaci o vrsti mlečnih proizvoda, broju porcija i učestalosti konzumiranja, kao i mestu gde se student uobičajeno hrani.

Zapažene su velike interindividualne razlike u broju konzumiranih porcija mlečnih proizvoda. Prosečan broj nedeljno konzumiranih porcija mleka i mlečnih proizvoda iznosio je 26,8. Najveći broj porcija nedeljno zabeležen je kod studenata koji su se hranili kod roditelja (u proseku 28,9), neznatno manji je bio kod koji su sami pripremali hranu (u proseku 28), a najmanji kod studenata koji su se hranili u menzi (u proseku 21,1). Gledano po kategorijama mlečnih proizvoda, najzastupljeniji su bili fermentisani mlečni proizvodi (u proseku 7 porcija nedeljno), nešto manje su bili zastupljeni sirevi (u proseku 6,7 porcija nedeljno), a onda mleko (u proseku 5,9 porcija nedeljno). Mlečne masti su bile zastupljene u proseku sa 5,3 porcije nedeljno. U kategorijama mlečnih proizvoda gde postoji izbor između punomasnih i niskomasnih proizvoda, niskomasni proizvodi su bili zastupljeni sa 26,3% u ukupnom broj konzumiranih porcija nedeljno. Anketom je dalje utvrđeno da je među studentima farmacije njih 73% znalo šta su probiotici i prebiotici, a na pitanje da li koriste proizvode sa probioticima i prebioticima, njih 76% je odgovorilo pozitivno. Interesantno je da kod studenata koji su naveli da koriste mlečne proizvode sa probiotskim kulturama, njih 15,6% nije znalo da navede šta su probiotici i prebiotici.

Anketa sprovedena kod studenata farmacije pokazala je da je prosečan broj nedeljno konzumiranih porcija mlečnih proizvoda u skladu sa preporukama za ovu populacionu grupu. S obzirom da niskomasni proizvodi čine oko jedne četvrtine korišćenih mlečnih proizvoda u strukturi nedeljne ishrane ispitivanih studenata, može se zaključiti da je potrebno raditi na popularizaciji niskomasnih mlečnih proizvoda i na taj način povećati unos minerala, prevashodno kalcijuma, bez povećanog energetskog unosa i unosa zasićenih mlečnih masti. Najveći broj studenata je znao šta su probiotici i prebiotici i redovno ih koristi u svojoj ishrani.

Ključne reči: mleko i mlečni proizvodi • ishrana

Adresa autora:
Nevena Đ. Medaković, Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet, Vojvode Stepe 450, 11221 Beograd, Srbija, e-mail: n_medakovic@yahoo.com

SUMMARY

CONSUMPTION OF MILK AND DAIRY PRODUCTS IN STUDENT POPULATION

Nevena Đ. Medaković, Milica Ćulafić, Slađana S. Šobajić, Brižita I. Đorđević, Ivan M. Stanković

University of Belgrade, Faculty of Pharmacy, Department of Bromatology, Belgrade, Serbia

Key words: milk and dairy products • nutrition

Because of nutritional and health benefits of milk and dairy products, their role in everyday's diet is important for both children and adults. Foods from milk food group should be a part of a healthy diet and consumed two to three times per day, based on food pyramid recommendations. This study was conducted to evaluate dairy intake in pharmacy student population.

The questionnaire was designed to gather information on dairy products consumption habits in student population. Students completed a questionnaire (sample of 92 students, mean age 24, 79 females and 13 males) consisting of a questions on consumption patterns, type of dairy products, and the place where they usually eat.

Number of servings of milk and diary products consumed per day varied greatly. Average consumption of dairy servings was 26.8 per week. Students living with their parents consumed slightly more dairy servings per week (28.9 on average), compared to students who prepare food by themselves (28 in average); the third group of students were eating in a student's cantina and consuming the least of dairy servings per week (21.1 in average). Regarding the type of dairy products, our data showed that fermented dairy products were consumed most frequently (7 servings on average per week), followed by different kinds of cheeses (6.7 servings in average per week) and milk (5.9 servings in average per week). Consumption of butter and other milkfat products was 5.3 servings per week. When there was an option to choose between high-fat and low-fat dairy products, low-fat products comprised only 26% of total weekly dairy intake. Furthermore, 73% of pharmacy students stated that they were familiar with the terms 'probiotics' and 'prebiotics'; 76% of students confirmed that they regularly use these type of dairy products. Interestingly, out of these 76% of students that were using probiotics and prebiotics, 15.6% where not familiar with the meaning of terms 'probitoics' and 'prebiotics'.

Our data showed that average consumption of milk and dairy products among pharmacy student population is consistent with general recommendations for this population group. Education is needed about low-fat dairy products and their nutritional and health benefits, seeing that low-fat dairy consumption counts for only one fourth of weekly dairy intake. Significant number of students were familiar with terms 'probiotics' and 'prebiotics' and were consuming these products on a regular basis.

[1]ZORICA T. RADULOVIĆ
[1]DUŠANKA D. PAUNOVIĆ
[2]MIRELA D. ILIČIĆ
[1]NEMANJA MIRKOVIĆ
[1]MILICA M. PETRUŠIĆ
[1]DRAGOJLO B. OBRADOVIĆ

[1]Univerzitzet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija
[2]Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 663.88.014:637.146

PROMENA MIKROFLORE ČAJNE GLJIVE TOKOM SKLADIŠTENJA FERMENTISANIH MLEČNIH NAPITAKA*

Čajna gljiva nalazi sve veću primenu u proizvodnji inovativnih prehrambenih proizvoda, kako kod nas tako i u svetu. Ovakav trend se pripisuje pre svega njenim potencijalnim terapeutskim svojstvima. Hemizam ovakvog dejstva je još uvek predmet istraživanja, ali sasvim je sigurno da čajnu gljivu čini simbioza sirćetnih bakterija i kvasaca, koje mogu biti veoma raznovrsne, zavisno od porekla i geografskog regiona. Konzumiranje čajnog napitka ima veoma dugu tradiciju, ali primena čajne gljive u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka predstavlja novu tehnologiju, koja svakako može naći svoju perspektivu u industriji mleka. S obzirom da je sama tehnologija velikim delom determinisana, postavlja se pitanje održivosti proizvoda i njegovog kvaliteta tokom skladištenja.

U tom smislu, u radu je izvršeno ispitivanje promene mikrobiološke slike prisutnih bakterija i kvasaca čajne gljive tokom skladištenja od 10 dana. Za dobijanje fermentisanog mlečnog napitka, primenjen je inokulum čajnog napitka, u mleku sa različitim sadržajem mlečne masti (0,9% i 2,2%) u koncentraciji od 10%. Ispitana je sposobnost rasta sirćetnih bakterija, bakterija mlečne kiseline i kvasaca. Utvrđeno je da je ispitivana mikroflora bila veoma aktivna, pa je u 0-om danu broj laktokoka bio na nivou 10^5 ćelija/mL, sirćetnih bakterija 10^4 ćelija/mL i kvasaca i laktobacila 10^3 ćelija/mL. Nakon 10 dana skladištenja fermentisanog mlečnog napitka na 4°C vijabilnost sirćetnih bakterija je bila najveća i iznosila 10^8 ćelija/mL, laktokoka i kvasaca 10^4 ćelija/mL i laktobacila 10^3 ćelija/mL. Promena ispitivane mikroflore ukazuje na njenu dobru aktivnost u toku čuvanja fermentisanog mlečnog napitka. Međutim, veoma je važno ispitati i druga svojstva ovog proizvoda, kao što su senzorna svojstva, hemijski i nutritivni sastav.

Ključne reči: čajna gljiva • mikroflora • fermentisani mlečni napici

UVOD

Razvoj novih tehnologija u industriji mleka je veliki izazov, a koji ima sve veći značaj. Primena starter kultura i dobijanje mlečnih proizvoda je osnov na kome baziraju sve industrijske tehnologije proizvodnje mlečnih proizvoda. Međutim, kako se u oblasti razvoja tehnologija i starter kultura, sa klasičnim i novim funkcionalnostima, decenijama radi na poboljšanju i uvođenju novih tehnologija, korišćenje potpuno novih starter kultura u industriji mleka je inovacija, kako kod nas tako i u svetu. Jedna od pomenutih inovativnosti je i primena čajne gljive - kombuhe kao starter kulture u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka. Poznato je da je napitak od čajne gljive ili kombuhe proizvod fermentacije simbiotske zajednice kvasaca i sirćetnih bakterija, nastao fermentacijom zelenog ili crnog čaja zaslađenog saharozom. Kako je osnovni šećer mleka laktoza, vršena su istraživanja o sposobnosti fermentacije laktoze čajnom gljivom (Reiss, 1994), a kasnije su Lončar i sar. (2001), Milanović i sar., (2002), Duraković i sar., (2008), Malbaša i sar. (2008, 2009) ispitivali aktivnost kombuhe u mleku. Razlog popularnosti čajne gljive - kombuhe je sve veći broj preporuka za njenu primenu kod jačanja imuno sistema, suzbijanja artritisa, prevenciji karcinoma i dr. Međutim, mora se naglasiti da povećani interes za zdravstvene efekte čajne gljive pobuđuje sve veći broj istraživanja, ali još uvek ne postoje čvrsti naučni dokazi (Greenwalt i sar. 2000).

Ovakve pretpostavke pobuđuju istraživanja u ovoj oblasti, od identifikacije mikroflore kombuhe, kao i njene sposobnosti rasta na različitim supstratima, do utvrđivanja metabolita koji nastaju njenom aktivnošću, o čemu svedoče veliki broj literaturnih podataka (Zahoor i sar., 2006, Blanc, 1996, Lončar i sar., 2001). Međutim, istraživanja u ovoj oblasti su još uvek u razvoju, naročito ako se ima u vidu složenost mikroflore čajne gljive, neispitanost njihovog simbiotskog metabolizma i uticaj samih metabolita na senzorna i nutritivna svojstva fermentisanog mlečnog proizvoda. Sa druge strane, ostvarenje ovakve proizvodnje bi imalo i druge efekte, kako u proširenju asortimana fermentisanih mlečnih proizvoda, tako i u dobijanju novih proizvoda sa potencijalnim terapeutskim dejstvom.

Cilj ovog rada je bio da se ispita promena broja mikroorganizama čajne gljive u fermentisanim mlečnim napicima i ispita njihova vijabilnost kako u toku same fermentacije, tako i tokom njihovog čuvanja u uslovima skladištenja na 4°C.

MATERIJAL I METODI

U radu su proizvedeni fermentisani mlečni napici inokulacijom kombuha čajnog napitka. Inokulum je primenjen u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka sa različitim sadržajem mlečne masti (0,9% i 2,2%). Inokulacija mleka je izvršena sa 10% inokuluma čajnog napitka. U samom inokulumu i mleku pre inokulacije, kao i mleku nakon inokulacije i nakon 10 dana skladištenja na 4°C, praćen je broj prisutnih ćelija kvasaca, bakterija sirćetne kiseline i bakterija mlečne kiseline.

Određivanje broja ćelija sirćetnih bakterija, kvasaca i bakterija mlečne kiseline je izvršeno zasejavanjem na odgovarajućim selektivnim podlogama. Za rast sirćetnih bakterija korišćena je GYC podloga sledećeg sastava: 10g kvaščevog ekstrakata, 50 g glukoze, 30 g $CaCO_3$, 25g agar agara. Za rast kvasaca primenjena je selek-

*Rad je deo istraživanja u okviru projekta TR 20008 ''Funkcionalni fermentisani mlečni napitak – nova tehnologija'' koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Adresa autora:
dr Zorica Radulović, Poljoprivradni fakultet, Nemanjina 6, Zemun,Tel. 011 2615-315; e-mail: zradulovic@agrif.bg.ac.rs

tivna podloga Saburov maltozni agar („Torlak“) koji sadrži 10 g peptona i 40 g maltoze, a za rast mlečnih bakterija upotrebljen je MRS agar (MERCK, Germany) za laktobacile i M17 agar (MERCK, Germany) za laktokoke. Inkubacija zasejanih podloga izvršena je na 30°C u toku 48 sati u aerobnim uslovima, osim za laktobacile koji su inkubirani u fakultativno anaerobnim. Na Saburovom, MRS agaru i M17 agaru su brojane sve izrasle kolonije, a na GYC agaru samo kolonije koje su imale prosvetljene zone. Promene broja prisutne mikroflore u uzorcima fermentisanih mlečnih napitaka, čuvanih na 4°C u toku 10 dana, utvrđene su primenom pomenute metode i selektivnih podloga. Analize su urađene u dva ponavljanja, a u rezultatima su prikazane srednje vrednosti.

REZULTATI I DISKUSIJA

Za proizvodnju fermentisanih mlečnih napitaka upotrebljen je čajni napitak kombuhe i pasterizovano mleko sa različitim sadržajem mlečne masti. Mikrobiološka slika ovih medijuma data je u tabeli 1.

Na osnovu dobijenih rezultata zapaža se da su oba uzorka mleka bila odličan medijum za fermentaciju, gde je pasterizacijom postignut željeni efekat kao preduslov za dobijanje fermentisanog mlečnog napitka potpuno kontrolisanom fermentacijom pod uticajem dodatog inokuluma kombuhe.

Mirobiološki sastav pasterizovanog mleka inokulisanog sa 10% inokuluma čajnog napitka kombuhe, je prikazan u tabeli 2.

Evidentno je da je startni broj praćene mikroflore bio na zadovoljavajućem nivou iz čega se može očekivati uspešan razvoj fermentacije. Međutim poređenjem podataka za ispitivane medijume, zapaža se da je broj sirćetnih bakterija nešto niži u mleku sa 2,2% mm.

Na kraju nultog dana fermentacije mlečnih napitaka kombuhe, dobijena je sledeća promena mikrobiološkog sastava (Tabela 3).

U toku nultog dana fermentacije zapažen je porast broja prisutnih mikroorganizama, što potvrđuje pretpostavku o dobroj aktivnosti ćelija u inokulumu. Najveće povećanje se pokazalo kod broja laktokoka, tako da je ono iznosilo 3 log jedinice, a kod laktobacila 1 log. Broj sirćetnih bakterija se povećao za 2 log jedinice u mleku sa 0,9% mm, a u mleku sa 2,2% mm 3 loga. Najmanje povećanje broja je zapaženo kod kvasaca, tako da je njihov broj ostao na istom redu veličine kao na startu fermentacije.

Dobijeni rezultati ukazuju da je proces proizvodnje fermentisanih mlečnih napitaka dobro organizovan i vođen, tako da se već u nultom danu zapaža značajna aktivnost prisutnih mikroorganizama, a što je svakako preduslov da se fermentacija pravilno izvede do kraja.

Na osnovu dobijenih podataka očekivalo se da nakon 10 dana čuvanja fermentisanih napitaka na 4°C postigne znatno povećenje broja bakterija sirćetne kiseline, koje su najvećim delom nosioci fermentacije u kombuha napicima. Ova očekivanja su ostvarena, što je i prikazano u rezultatima tabele 4.

Poređenjem podataka iz tabela 3 i 4 dobija se uvid promene broja prisutne mikroflore. Evidentno je da se najviše povećao broj sirćetnih bakterija, i to za 4 log jedinice. Takođe i broj kvasaca se povećao za 1 log jedinicu, dok je broj laktobacila ostao skoro na istom nivou, broj laktokoka se smanjio. Stagnacija, odnosno smanjenje

Tabela 1. UKUPAN BROJ BAKTERIJA MLEČNE KISELINE, BAKTERIJA SIRĆETNE KISELINE I KVASACA U INOKULUMU I MLEKU
Table 1. TOTAL COUNT NUMBER OF LACTIC ACID BACTERIA, ACETIC ACID BACTERIA AND YEAST IN INOCULUM AND MILK

UZORCI	Broj laktobacila	Broj laktokoka	Broj sirćetnih bakterija	Broj kvasaca
Inokulum čajne gljive	$3,8x10^3$	$7x10^3$	$1,3x\ 10^3$	$5,99x10^4$
Mleko (0,9 %mm)	0	10	0	0
Mleko (2,2 %mm)	0	7	0	0

Tabela 2. UKUPAN BROJ BAKTERIJA MLEČNE KISELINE, BAKTERIJA SIRĆETNE KISELINE I KVASACA U INOKULISANOM MLEKU
Table 2. TOTAL COUNT NUMBER OF LACTIC ACID BACTERIA, ACETIC ACID BACTERIA AND YEAST IN INOCULATED MILK

UZORCI	Broj laktobacila	Broj laktokoka	Broj sirćetnih bakterija	Broj kvasaca
Mleko 0,9 %mm + 10% inokuluma	$2,35x10^2$	$3,05x10^2$	$1,85x10^2$	$4,1x10^3$
Mleko 2,2%mm + 10% inokuluma	$1,9x10^2$	$5,0x10^2$	7,75x10	$3,26x10^3$

Tabela 3. UKUPAN BROJ BAKTERIJA MLEČNE KISELINE, BAKTERIJA SIRĆETNE KISELINE I KVASACA U FERMENTISANIM MLEČNIM NAPICIMA
Table 3. TOTAL COUNT NUMBER OF LACTIC ACID BACTERIA, ACETIC ACID BACTERIA AND YEAST IN FERMENTED MILK BEVERAGE

UZORCI	0. dan fermentacije			
	Broj laktobacila	Broj laktokoka	Broj sirćetnih bakterija	Broj kvasaca
FMN 1	$7,3x10^3$	$4,6x10^5$	$4,5x10^4$	$5,6x10^3$
FMN 2	$8,1x10^3$	$1,21x10^5$	$1,4x10^4$	$9,4x10^3$

FMN1- fermentisani mlečni napitak sa 0,9% mlečne masti
FMN2 - fermentisani mlečni napitak sa 2,2% mlečne masti

Tabela 4. PROMENE BROJA BAKTERIJA MLEČNE KISELINE, BAKTERIJA SIRĆETNE KISELINE I KVASACA TOKOM ČUVANJA FERMENTISANOG MLEČNOG NAPITKA PRI TEMPERATURI OD 4°C
Table 4. YEAST, ACETIC ACID BACTERIA AND LACTIC ACID CELL COUNT CHANGES DURING FERMENTED MILK BEVERAGE STORAGE AT 4°C

UZORCI	10.dan skadištenja			
	Broj laktobacila		Broj laktobacila	
FMN 1	$9,5x10^3$	FMN 1	$9,5x10^3$	FMN 1
FMN 2	$7,6x10^3$	FMN 2	$7,6x10^3$	FMN 2

FMN1- fermentisani mlečni napitak sa 0,9% mlečne masti
FMN2 - fermentisani mlečni napitak sa 2,2% mlečne masti

broja bakterija mlečne kiseline je najvećim delom posledica njihove osetljivosti na niske temperature na kojoj su fermentisani mlečni napici skladišteni. Povećanje broja bakterija sirćetne kiseline i kvasaca je uzročno-posledično povezano, s obzirom da aktivnošću kvasaca nastaje alkohol, koji sirćetne bakterije koriste za svoj rast. Do sličnih rezultata se došlo i u ranijim istraživanjima o mogućnosti proizvodnje fermentisanih mlečnih napitaka primenom čajne gljive kombuha (Radulović i sar., 2009). Broj ćelija kvasaca u mlečnom napitku je znatno niži u odnosu na broj ćelija sirćetnih bakterija, što je verovatno posledica slabije sposobnosti prisutne mikroflore kvasaca da fermentiše laktozu iz mleka (Malbaša i sar., 2008, 2009). Takođe, i prisustvo kiseonika ima za posledicu podsticaj rasta aerobnih sirćetnih bakterija i kvasaca. Kako su i drugi autori pokazali (Sievers i sar., 1995., Zahoor i sar., 2006) simbiozu čajne gljive čine najvećim delom aerobne vrste *Gluconobacter xylinum* i *Acetobacter aceti,* a od kvasaca mogu biti prisutne mnogobrojne aerobne vrste *Zygosaccharomyces bailii, Schizosacharomyces pombe, Rhodotorula, Brettanomyces, Candida* (Harrera i sar.,1989) *Zygosaccharomyces kombuchaensis* (Steels i sar., 2002), *Saccharomyces* (Mayers i sar., 1995).

Generalno govoreći, tokom proizvodnje i čuvanja fermentisanih mlečnih napitaka sa čajnom gljivom, održavao se značajan broj bakterija mlečne kiseline, sirćetnih bakterija i kvasaca, tako da se može govoriti o pravilno vođenom, kontrolisanom procesu fermentacije. Svakako da se iz ovih istraživanja otvaraju nova pitanja, koja se odnose na hemijski, nutritivni i senzorni aspekt ispitivanja tokom čuvanja fermentisanih mlečnih napitaka dobijenih primenom čajne gljive (Iličić i sar, 2009, Malbaša i sar., 2009). Sveobuhvatna ispitivanja bi svakako dala doprinos boljem definisanju novih fermentisanih mlečnih proizvoda na našem tržištu.

ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja mikroflore inokuluma i mleka za proizvodnju fermentisanih mlečnih napitaka, utvrđena je dobra aktivnost bakterija mlečne kiseline, sirćetnih bakterija i kvasaca, a pasterizovano mleko, koje je primenjeno za proizvodnju sadržao je samo zanemarljiv broj laktokoka.

Shodno broju ispitivanih mikroorganizama u inokulumu, njihov broj u mleku odmah nakon inokulacije je bio za 1 log jedinicu niži nego u inokulumu.

Nakon 0-og dana fermentacije mlečnih napitaka, utvrđeno je znatno povećanje broja mikroflore. Najveće povećanje se pokazalo kod broja laktokoka, tako da je bilo na nivou 10^5 ćelija/mL, kod sirćetnih bakterija se povećao do nivoa 10^4 ćelija/mL, a kod laktobacila i kvasaca je iznosio 10^3 ćelija/mL.

Posle 10 dana skladištenja na 4°C, utvrđena je najveća aktivnost sirćetnih bakterija sa brojem od 10^8 ćelija/mL, broj laktokoka i kvasaca je iznosio 10^4 ćelija/mL, a broj laktobacila je ostao na nivou 10^3 ćelija/mL.

Generalno se može reći da su ispitivani mikroorganizmi bili značajno prisutni nakon skladištenja, pri čemu je evidentno da su najveću aktivnost pokazale bakterije sirćetne kiseline.

Dalja istraživanja u pogledu hemijskog i nutritivnog sastava, kao i senzornih svojstava dobijenih fermentisanih napitaka, svakako bi upotpunila ovu vrstu istraživanja.

LITERATURA

Blanc, P.: Characterization of the Tea Fungus matabolites. Biotechnology Letters 18 (1996) 139-142.

Duraković, K., Milanović, S., Carić, M., Iličić, M., Đurić, M., Tekić, M., Lenđel, J.: Funkcionalni niskoenergetski fermentisani mlečni napak proizveden uz primenu kombuhe. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 19, (1-2), (2008) 66-73.

Greenwalt, C.J., Steinkraus, K.H. and Ledford, R.: Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition and Claimed health Effects. Journal of Food Protection 63(7) (2000) 976-981.

Harrera, T., Calderon-Villagomez, A.: Species of yeasts isolated in Mexico from the tea fungus. Rev. Mex. Microbiol., 5 (1989) 205-210.

Iličić, M., Milanović, S., Carić, M., Đurić, M., Tekić, M., Vukić, V., Duraković, K., Popović, S: Primena kombuhe u tehnologiji funkcionalnih fermentisanih mlečnih napitaka. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 20, (1-2) (2009) 65-69.

Lončar E., Milanović S., Carić, M., Malbaša R., Panić M.: Metabolička aktivnost čajne gljive u mleku. Prehrambena industrija 1-2 (2001) 13-17.

Malbaša, R., Lončar, E. and Đurić, M.: Comparison of the products of Kombucha fermentation on source and molasses. Food Chemistry, 106 (2008) 1039–1045.

Malbaša, R., Milovanović, S., Lončar, E., Đurić, M., Carić, M., Iličić, M. and Kolarov, Lj. : Milk-based beverages obtained by Kombucha application. Food Chemistry, 112 (2009) 178–184.

Malbaša, R., Lončar, E., Kolarov, Lj.: Određivanje vitamina C u fermentisanim mlečnim proizvodima od kombuhe. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 20 (1-2) (2009) 31-34.

Mayser, P., Fromme, S., Leitzmann, C. and Grunder, K.: The yeast spectrum of the "tea fungus Kombucha". Mycoses, 38 (1995) 289-295.

Milovanović, D.S., Carić, Đ.M., Lončar, S.E., Panić, D.M., Malbaša, V.R., Dobrić, Đ.D.: Primena koncentrata čajne gljive u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka. Prehrambena industrija, 1-2 (2002) 8-13.

Radulović, Z., Iličić, M., Radin, D., Paunović, D., Mitrović N., Petrušić, M., Obradović, D.: Karakterizacija mikroflore kombuhe u fermentisanim mlečnim napicima. Prehrambena industrija, Vol. 20, 1-2, (2009) 106-109.

Reiss, J.: Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. Yeitschrift fur Lebensmittel Unterschung und Forschung, 198 (1994) 258-261.

Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U. and Teuber, M.: Microbiology and Fermentation Balance in a Kombucha Beverage Obtained from a Tea Fungus Fermentation System. Appl. Microbiol., 18 (1995) 590-594.

Steels, H., James, A.J., Bond, C.J., Roberts, N.I., Stratfore, M.: Zygosaccharomyces kombuchaensis: the physiology of a new species related to the spoliage yeasts Zygosaccharomyces lentus and Zygosaccharomyces bailii. FEMS Yeast reserch, 2(2) (2002) 113-121.

Zahoor, T., Siddique, F. and Farooq U.: Isolation and characterization of vinegar culture (*Acetobacter aceti*) from indigenous sources. British Food Journal, 109 (6) (2006) 429-439.

SUMMARY

CHANGES IN MICROFLORA OF TEA FUNGUS DURING STORAGE OF FERMENTED DAIRY BEVERAGES

[1]Zorica T. Radulović ,[1]Dušanka D. Paunović, [2]Mirela D. Iličić, [1]Nemanja Mirković, [1]Milica M. Petrušić, [1]Dragojlo B. Obradović,

[1]University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun, Serbia
[2]University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

The tea fungus is being increasingly used in the production of innovative food products, both in Serbia and in other countries. This trend can be primarily ascribed to potential therapeutic characteristics of the fungus. The mechanism of this effect is still being researched, but it is quite certain that the tea fungus contains a symbiosis of acetic acid bacteria and yeasts, which can vary to a great degree depending on the origin and geographic region. The consummation of kombucha tea has a very long tradition; however, the use of the tea fungus in the production of fermented milk beverages is a new technology which can most certainly find its perspective in the dairy industry. Bearing in mind that the technology has been determined to a great extent, the question remains as to the sustainability of the product and its quality during the storage period.

In this sense, this paper looks into the changes in the microbiological image of kombucha bacteria and yeasts present in the product, during a ten day storage period. In order to get a fermented dairy beverage, fermented tea inoculum was prepared, in milk with a varied milk fat content (0.9 %, 2.2 %) to the concentration of 10 %. The growth ability of acetic acid bacteria, lactic acid bacteria and yeasts was examined. It was determined that the examined microflora was very active, with the number of lactococci on day 0 amounting to 10^5 cfu/ml, of acetic acid bacteria to 10^4 cfu/mL and of yeasts and lactobacillus to 10^3 cfu/ml. After ten days of storing the fermented dairy product at 4°C, the viability of acetic acid bacteria was the highest and stood at 10^8 cfu/ml, of lactococci and yeasts at 10^4 cfu/mL and of lactobacillus at 10^3 cfu/ml. The changes in the examined microflora indicate good activity during the storage of the fermented dairy beverage; however, other characteristics of this product must also be looked into, including sensory characteristics, the chemical and nutritional composition.

Key words: tea fungus • microflora • fermented dairy beverages

[1]MILKA J. STIJEPIĆ
[2]SPASENIJA D. MILANOVIĆ
[1]JOVANA R. GLUŠAC
[2]VLADIMIR R. VUKIĆ
[2]KATARINA G. KANURIĆ
[3]DRAGICA M. ĐURĐEVIĆ MILOŠEVIĆ

[1]Visoka medicinska škola Prijedor, Republika Srpska, BiH
[2]Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija
[3]Visoka tehnološka škola strukovnih studija, Šabac, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.146.3:638.167:637.05

PROMJENE TEKSTURALNIH I SENZORSKIH OSOBINA PROBIOTIČKOG JOGURTA PROIZVEDENOG UZ PRIMJENU RAZLIČITIH DODATAKA

Djelimično obrano kravlje mlijeko sa 1,5% mliječne masti, nakon dodatka 1% koncentrata proteina surutke (KPS) ili 1% inulina (IN), termički je tretirano na 95ºC/10 min. Poslije hlađenja do 55°C dodat je med u koncentraciji od 2%. Proizvedeni su i uzorci samo sa 1%KPS i sa 1%IN, te kontrolni uzorci bez dodataka. Tako pripremljeni uzorci su dalje hlađeni do 37°C i fermentisani uz primjenu mješovite probiotičke kulture: *Bifidobacterium bifidum, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus* (Culture Corporation, Indiana, USA). Tokom 21 dana skladištenja praćeni su viskozitet, sinereza, teksturalna svojstva (čvrstoća, konzistencija, kohezivnost i koeficijent viskoziteta), senzorska svojstva i mikrostruktura.

Dodatkom meda (2%), u svim varijantama probiotičkog jogurta poboljšavaju se senzorske osobine, posebno intenzitet ukusa, dok su teksturalne osobine neznatno smanjene u odnosu na uzorke sa pojedinačnim dodatkom KPS ili inulina.

Ključne reči: probiotički jogurt • inulin • KPS • med • teksturalne osobine • senzorske osobine

Adresa autora:

mr Milka J. Stijepić ,Visoka medicinska škola, 79101 Prijedor, Nikole Pašića 4a, Republika Srpska, BiH, tel.:+387 52 242380; faks: +387 52 242381, e-mail: milka.stjepic@vmspd.com

UVOD

Funkcionalni mliječni proizvodi moraju osigurati normalnu fiziološku funkciju organizma, te pružiti osobi što veći sadržaj dnevno potrebnih materija u cilju poboljšanja zdravlja. Novi zahtjevi za zdravom prehranom rezultiraju, pored tradicionalnih, veliki asortiman probiotičkih fermentisanih proizvoda sa odabranim sojevima *Lactobacillus* sp. i *Bifidobacterium* sp. (Oliveira i sar., 2009) koji pospješuju određene fiziološke procese u organizmu ili sprečavaju nastanak nekih patoloških procesa i stanja (Frece i sar., 2005). Kombinovana primjena probiotičkih bakterija i prebiotičkih supstrata potiče aktivnost autohtonih i unesenih probiotičkih bakterija u intestinalnom sistemu (Frece, 2007). Najznačajniji pozitivni učinci probiotičkih bakterija na zdravlje domaćina su antimikrobno djelovanje na patogene mikroorganizme, poboljšavanje metabolizma laktoze, stimulacija imunološkog sistema, antikancerogeno djelovanje i snižavanje koncentracije holesterola u serumu (Tamime i sar., 2003).

Posljednjih godina vrše se intenzivna ispitivanja primjene različitih dodataka u cilju standardizacije suve materije mlijeka namijenjenog proizvodnji fermentisanih mliječnih proizvoda. Toj grupi novih proizvoda svakako pripadaju fermentisani mliječni proizvodi sa dodatkom koncentrata proteina surutke, te proizvodi sa dodatkom inulina.

Proteini surutke su zbog svoje visoke nutritivne vrijednosti svrstani u grupu funkcionalne hrane, pa je pažnja naučne i stručne javnosti usmjerena na njihovu što širu primjenu. Većoj biološkoj vrijednosti surutkinih proteina, u odnosu na proteine mlijeka, pridonosi visoki sadržaj lizina i tioaminokiselina, te imunoglobulini i nespecifični imunoaktivni sastojci proteina surutke s antimikrobnim svojstvima (laktoferin, lizozim, laktoperoksidaza i dr.), koji su vrlo bitan „imunoaktivni sistem“ a koji štiti ljudski organizam i čini ga otpornijim (Herceg i Režek, 2006). Osim toga, istraživanja pokazuju da proteini surutke stimulišu rast određenih bakterija mliječne kiseline, što je posebno važno u primjeni probiotičkih kultura, koje se teže adaptiraju i sporije rastu u mlijeku (Janer i sar., 2004; Antunes i sar., 2005).

Drugi aspekt vezan za poboljšanje zdravlja uključuje prebiotike. Upotreba inulina, kao neprobavljivog sastojka hrane, dovodi do povoljnog uticaja na domaćina selektivnom stimulacijom rasta jedne ili ograničenog broja bakterijskih vrsta u debelom crijevu, što poboljšava zdravlje domaćina (Klijn i sar., 2005). S druge strane, u proizvodnji “light” fermentisanih mliječnih proizvoda, sirnih namaza i deserata, inulin se može koristiti kao zamjena za mliječnu mast, gdje se svojstva inulina baziraju na njegovoj sposobnosti stabilizovanja strukture vodene faze proizvoda, što mu daje čvrstoću i ukus sličan mastima.

Med je prirodni proizvod koji se zbog svog sastava sve više upotrebljava u ljudskoj prehrani. S obzirom da je u svijetu sve jači trend proizvodnja organske hrane, njegovo je značenje naročito veliko imajući u vidu da se u procesu proizvodnje meda ne primjenjuju postupci koji bi narušili njegov prirodni sastav, niti mu se išta dodaje.

Tradicionalno se medu pridaju razna ljekovita svojstva, najčešće prema ljekovitom djelovanju biljaka od kojih med potiče. U apiterapijskim preporukama mnogi autori ukazuju da med štiti želudac od oštećenja koja mogu izazvati neke toksične materije i značajno smanjuje pojavu čira na želucu, te sprečava promjene na debelom crijevu koje mogu dovesti do razvoja tumora. Takođe, med pridonosi boljoj resorpciji minerala, pridonosi boljoj sintezi vitamina K, kao i snižavanju masti u krvi.

Cilj rada je da se ispita uticaj dodatka meda, u kombinaciji sa koncentratom proteina surutke ili u kombinaciji sa inulinom, na teksturalna i senzorska svojstva probiotičkog jogurta.

MATERIJAL I METODI

Za proizvodnju probiotičkog jogurta korišteno je homogenizovano i djelimično obrano kravlje mlijeko standardizovano na 1,5% mliječne masti (proteini 3,3%, laktoza 4,7) proizvođača MILKO d.d. Prijedor.

Inokulacija uzoraka mlijeka vršena je uz primjenu mješovite probiotičke kulture VIVOLAC DriSet BIOFLORA ABY 424: 70% *Streptococcus thermophilus,* 10% *Lactobacillus bulgaricus,* 10% *Lactobacillus acidophilus,* 10% *Bifidobacterium ssp.* (Vivolac Culture Corporation, Indiana, USA), u koncentraciji 0,0025%.

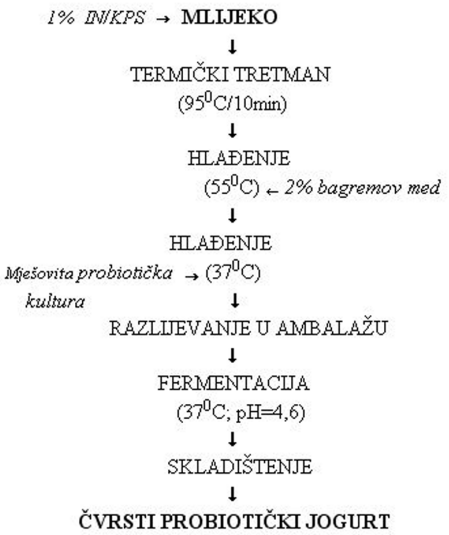
Radi pozitivnog uticaja na teksturalna i senzorska svojstva jogurta, te poboljšanja tehnoloških i nutritivnih svojstava proizvoda, u proizvodnji probiotičkog jogurta dodaje se inulin (Fibruline® Instant Cosucra Groupe Warcoing S.A., Belgium- min 90% inulina (IN), max 10% fruktoze, glukoze i saharoze, max 0,3% pepela) ili koncentrat proteina surutke KPS (WPC) (PROGEL 800–DMW International BV, Veghel, The Netherlands – sadržaj proteina 80,0%, laktoze 7,0%, masti 5,0%, mineralnih materija 5,0%).

Korišten je bagremov med (M) u udjelu od 2%, proizvođača „BK Kompani“ d.o.o. Banja Luka (Banja Luka, BiH).

Proizvodnja probiotičkog čvrstog jogurta

Tehnološki proces proizvodnje probiotičkog jogurta prikazan je na slici 1.

Mlijeko za proizvodnju probiotičkog jogurta podijeljeno je na 5 dijelova: u dva uzorka je dodato po 1% inulina, u druga dva po 1% koncentrata proteina surutke (KPS), dok je peti uzorak kontrolni (bez dodataka).



Slika 1. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PROBIOTIČKOG JOGURTA
Figure 1. TECHNOLOGICAL PROCESS OF PROBIOTIC YOGHURT PRODUCTION

Mlijeko je termički tretirano na 95°C/10min. Nakon hlađenja do temperature 55°C dodato je 2% meda i dobijene su sljedeće kombinacije: mlijeko + 1%IN + 2%M, mlijeko + 1%KPS + 2%M, mlijeko + 1%IN i mlijeko + 1%KPS. Fermentacija mlijeka je vođena na 37°C uz primjenu mješovite probiotičke kulture u koncentraciji 0,0025% do postizanja pH 4,6. Nakon završene fermentacije uzorci su hlađeni vodovodnom vodom do 20°C i skladišteni u frižideru 21 dan na 5°C. Analize su vršene 1, 14. i 21. dana.

Analize

U proizvedenim varijantama probiotičkog jogurta praćene su promjene viskoziteta po modifikovanoj metodi Labropoulos i sar.(1984). Korišten je viskozimetar BROOKFIELD Digital Viscometer, DV-E (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, USA) pri brzini rotacije spindla 20 rpm.

Prema modifikovanoj metodi Keogh i O'Kennedy (1998) određena je indukovana sinereza. Uzorci su centrifugirani 1, 14. i 21. dana pri brzinama 2000 i 3000 o/min u trajanju od 10 min uz pomoć centrifuge SIGMA 2-6 Laboratory Centrifuges (Osterode am Harz, Germany). Poslije centrifugiranja određivana je masa taloga, a na osnovu te vrijednosti izračunavana je masa izdvojene surutke, odnosno sinereza. Sinereza, procentualno izražena, izračunava se po formuli:

$$\text{sinereza, \%} = (m_K - m_T) / m_M \times 100$$

gdje je:
m_K - masa kivete sa sadržajem;
m_T - masa taloga preostalog nakon centrifugiranja
m_M - masa sadržaja (jogurta) u kiveti

Teksturalne karakteristike (čvrstoća, kohezivnost, konzistencija i indeks viskoziteta) varijanti fermentisanih mliječnih napitaka ispitane su primjenom uređaja *Texture Analyser TA.XPplus* (Micro Stable System, England) na temperaturi +5ºC. Sila kompresije mjerena je korištenjem diska A/BE prečnika 35 mm i ekstenzionog tega čije je opterećenje 5 kg. Korištena je opcija „Return to Start“. Brzina pomjeranja diska prije i tokom testa iznosila je 1,0 mm/s. Disk je prelazio rastojanje od 30 mm.

Za proučavanje mikrostrukture čvrstog probiotičkog jogurta korištena je SEM (scanning electron microscopy) tehnika, na elektronskom mikroskopu JSM-6460LV (Oxford Instruments, England). Uzorci za snimanje su pripremljeni tako što je izvršeno fiksiranje u 2,8% rastvoru gluteraldehida, dehidratacija u rastvoru etanola različitih koncentracija, ekstrakcija pomoću $CHCl_3$, dehidratacija u apsolutnom etanolu tokom 24 časa, sušenje primjenom uređaja (CPD 030 "Critical Point Dryer ", BAL-TEC, Njemačka) u

toku 1 časa i prevlačenje uzorka slojem zlata (BAL-TEC, SCD 005, Sputter coater) (Kalab, 1993; Gavarić i sar., 1989; Sandoval-Castilla i sar., 2004). Korištena su uvećanja 5000, 10000, 20000 i 50000.

Koristeći sistem od 20 ponderisanih bodova (ISO, 1985), senzorsku procjenu probiotičkog jogurta (ukus, konzistenciju, boju, miris i izgled površine) ocijenila je panel grupa od šest članova.

Sve analize su rađene u tri ponavljanja, a dobijeni rezultati su obrađeni u programu Microsoft® Excel 2003 i prikazani kao srednje vrijednosti. Ako je analizom varijanse (sa jednim faktorom i sa dva faktora varijabiliteta) ustanovljeno da izvor varijabiliteta ima određen nivo značajnosti (0,05) proveden je Tukey-ev test radi procjene između kojih aritmetičkih sredina postoji statistički značajna razlika.

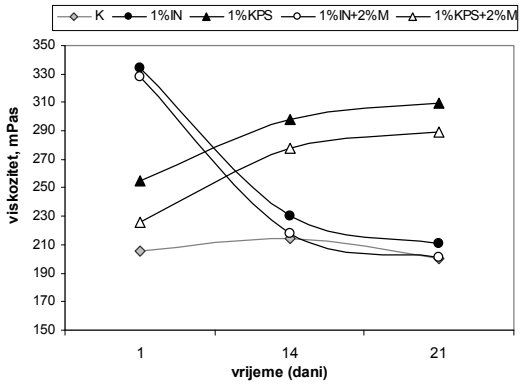
REZULTATI I DISKUSIJA

Fizičke karakteristike uzoraka

Na slici 2 prikazane su vrijednosti viskoziteta probiotičkog jogurta. Uzorci sa dodatkom inulina (1%IN) i kombinacije 1%IN + 2%M 1. dana skladištenja imali su najviše srednje vrijednosti viskoziteta. Međutim, nakon 14. dana mjerenja, uočava se veliko smanjenje viskoziteta kod oba uzorka. Na kraju skladištenja dolazi do izjednačavanja vrijednosti viskoziteta uzorka koji sadrži 1%IN+2%M sa kontrolnim (K) uzorkom, dok uzorak s dodatkom 1%IN ima nešto višu vrijednost.

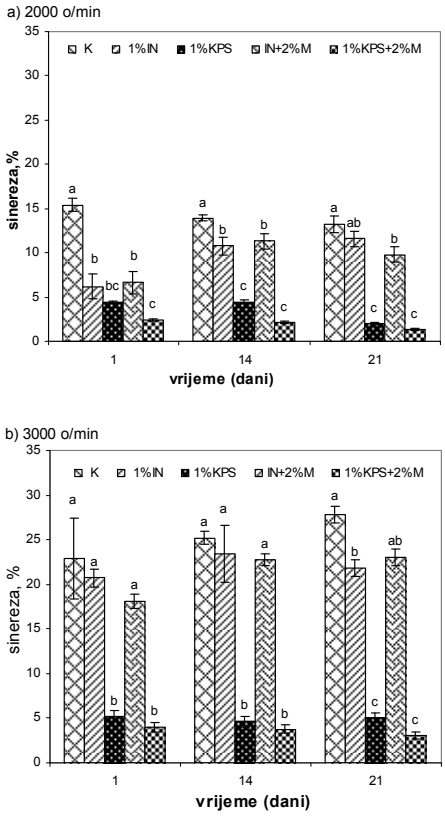
Kod probiotičkog jogurta sa dodatkom 1%KPS viskozitet se razvija i raste tokom skladištenja, dok isti trend rasta viskoziteta sa neznatno nižim vrijednostima pokazuje uzorak sa kombinovanim dodatkom 1%KPS + 2%M. Najviše vrijednosti viskoziteta 14. i 21. dana ima uzorak sa 1%KPS, dok ga sa nešto nižim vrijednostima prati uzorak sa 1%KPS+2%M. Kod kontrolnog uzorka ne dolazi do bitnijih promjena viskoziteta tokom cjelokupnog perioda skladištenja.

Na slici 3 prikazane su vrijednosti sinereze probiotičkog jogurta pri brzinama centrifugiranja od 2000 i 3000 o/min. Kontrolni uzorak imao je statistički značajno ($p<0,05$) više vrijednosti sinereze u odnosu na ostale uzorke, pri brzini centrifugiranja od 2000 o/min (slika 3a), dok pri većoj brzini centrifugiranja 1. i 14. dana statistički značajne razlike nije bilo u poređenju sa uzorcima sa 1%IN i kombinovanim dodatkom inulina i meda (slika 3b). Pri brzini centrifugiranja od 2000 o/min, uzorak sa dodatkom inulina imao je značajno manju ($p<0,05$) sinerezu 1. i 14. dana u odnosu na kontrolni uzorak. Ovo je u skladu sa rezultatima dosadašnjih istraživanja (Gueven i sar., 2005, Aryana i McGrew, 2007). Kombinovani dodatak inulina i meda nije značajnije uticao na smanjenje sinereze u poređenju sa uzorkom kome je dodat samo inulin, pri obe brzine centrifugiranja.



Slika 2. VISKOZITET PROBIOTIČKOG JOGURTA SA DODATKOM 1%IN, 1%KPS, 1%IN+2%M I 1%KPS+2%M, TOKOM 21 DANA SKLADIŠTENJA

Figure 2. VISCOSITY OF PROBIOTIC YOGHURT WITH ADDITION OF 1%IN, 1%WPC, 1%IN+2%H, 1%WPC+2%H DURING 21 DAYS OF STORAGE (H - honey)



Slika 3. SINEREZA PROBIOTIČKOG JOGURTA SA DODATKOM 1%IN, ' 1%KPS, 1%IN+2%M I 1%KPS+2%M, NA RAZLIČITIM BRZINAMA CENTRIFUGIRANJA, TOKOM 21 DANA SKLADIŠTENJA

Figure 3. SYNERESIS OF OF PROBIOTIC YOGHURT WITH ADDITION OF 1%IN, 1%WPC, 1%IN+2%H, 1%WPC+2%H AT DIFFERENT CENTRIFUGAL FORCES, DURING 21 DAYS OF STORAGE (H - honey)

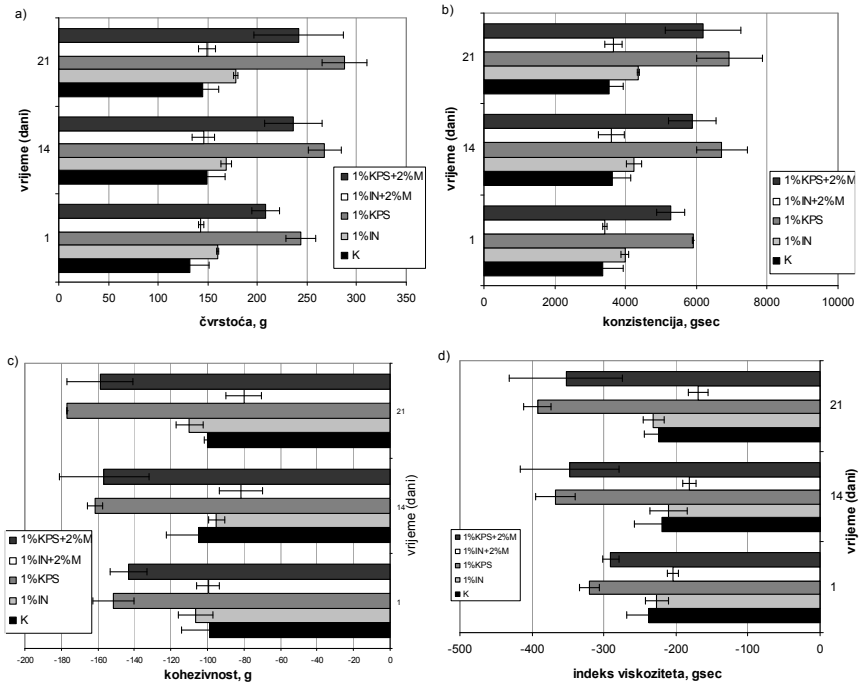
Najnižu sinerezu, koja je opadala tokom skladištenja, imao je uzorak sa kombinacijom dodatka KPS i meda, koji je ocijenjen kao najstabilniji (slika 3a,b). Uzorak sa 1%KPS pokazuje znatnu stabilnost tokom skladištenja i male oscilacije u vrijednostima sinereze kao i smanjenje sinereze do kraja skladištenja, što se može pripisati pozitivnim osobinama KPS. Ovo je u skladu sa rezultatima dosadašnjih istraživanja (Sahin i Ozdemir, 2004; Stijepić i sar., 2009). Dodatak meda i njegova inkorporacija u trodimenzionalni proteinski matriks prethodno obogaćen sa KPS, rezultuje dodatnim povećanjem gustine razgranate proteinske mreže i smanjenom otpuštanju surutke.

Teksturalne karakteristike uzoraka

Tekstura gruša fermentisanih mliječnih proizvoda jedan je od osnovnih faktora njihovog ukupnog kvaliteta. Na slici 4 prikazane su teksturalne karakteristike probiotičkog jogurta.

Čvrstoća jogurta direktno zavisi od udjela suve materije, proteina i oblika proteina. Najveću čvrstoću i kompaktnost gruša (slika 4a) ima uzorak sa dodatkom 1%KPS, dok dodatak 2% meda neznatno smanjuje čvrstoću jogurta. Oba uzorka imaju čvrstoću veću za oko dva puta od kontrolnog uzorka. Veću čvrstoću ima i uzorak sa dodatkom 1%IN, dok uzorak sa kombinacijom inulina i meda ima čvrstoću približno istu kao kontrolni uzorak. Tokom skladištenja čvrstoća kod kontrolnog i uzorka sa kombinacijom inulina i meda lagano se smanjuje, dok kod ostalih uzorka, posebno jogurta obogaćenih KPS, čvrstoća raste tokom skladištenja.

Konzistencija fermentisanih mliječnih proizvoda određuje se na osnovu stepena deformacije do koje dolazi kada se na gruš djeluje nekim naponom koji izaziva deformaciju (Walstra, 1998). Veća vrijednost konzistencije ukazuje na gušći proizvod, pa možemo zaključiti da su probiotički jogurti sa dodatkom 1% KPS najgušći, odnosno imaju najveću vrijednost konzistencije tokom cjelokupnog vremena skladištenja (slika 4b). Konzistencija jogurta sa 1%IN veća je u odnosu na kontrolni uzorak i pokazuje blagi rast tokom skladištenja. Dodatak meda u kombinaciji sa KPS smanjio je konzistenciju u odnosu na uzorak sa dodatkom 1%KPS, dok je uzorak sa dodatkom meda u kombinaciji sa inulinom 14. i 21. dana skladištenja imao najnižu konzistenciju.



Slika 4. TEKSTURALNE KARAKTERISTIKE PROBIOTIČKOG JOGURTA SA DODATKOM 1%IN, 1%KPS, 1%IN+2%M I 1%KPS+2%M, TOKOM 21 DANA SKLADIŠTENJA

Figure 4. TEXTURAL CHARACTERISTICS OF PROBIOTIC YOGHURT WITH ADDITION OF 1%IN, 1%WPC, 1%IN+2%H, 1%WPC+2%H DURING 21 DAYS OF STORAGE (H - honey)

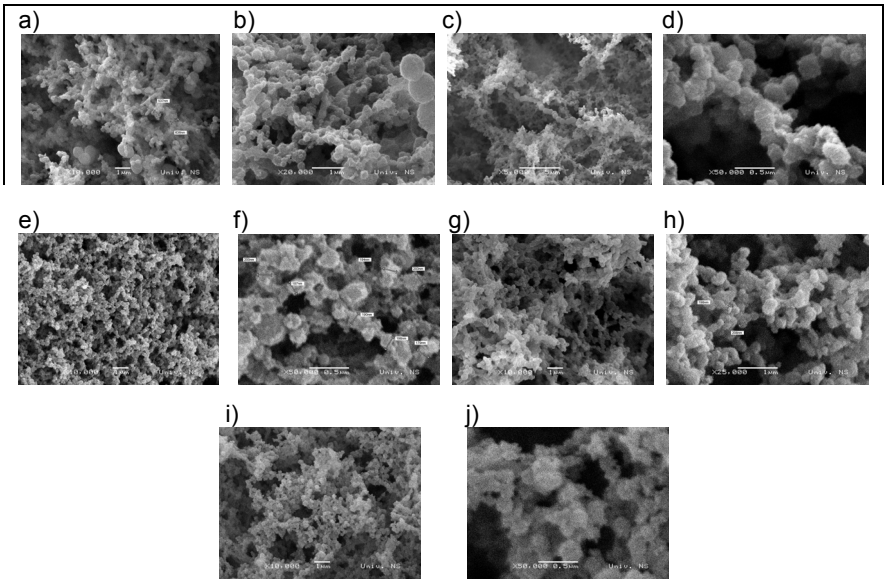
Kohezivnost je bila najviša kod uzoraka sa dodatkom 1%KPS i kombinacijom dodataka meda i KPS, tokom 21 dana skladištenja (Slika 4c). Dodatak meda, u kombinaciji sa inulinom, uticao je na smanjenje kohezivnosti, tako da je kohezivnost 14. i 21. dana skladištenja bila najniža kod uzorka s 1%IN+2%M.

Najviše vrijednosti za indeks viskoziteta (slika 4d) tokom 21 dana skladištenja imao je uzorak sa 1% KPS, a najnižu sa dodatkom kombinacije 1%IN + 2%M. Uzorak sa kombinacijom KPS i meda ima neznatno manju vrijednost za indeks visoziteta u odnosu na uzorak sa 1%KPS. Uzorak obogaćen inulinom 1. i 14. dana imao je nižu vrijednost za ovaj parametar u odnosu na kontrolni probiotički jogurt.

Rezultati ovih mjerenja pokazuju različit uticaj korištenih dodataka i njihovih kombinacija, kao i vremena skladištenja na teksturalne karakteristike ispitivanih uzoraka. Vidljiv je pozitivan uticaj inulina i izrazito snažan uticaj KPS na poboljšanje svih parametara teksture. Takođe se uočava i manje pozitivan uticaj kombinacije inulina i meda (niže vrijednosti svih parametara teksture), dok je dodatak meda u kombinaciji sa KPS rezultovao neznatno nižim teksturalnim parametrima.

Mikrostruktura

Mikrostruktura probiotičkog jogurta proizvedenog uz primjenu različitih dodataka prikazana je na slici 5. Mikrostruktura kontrolnog probiotičkog jogurta (slika 5a,b) odlikuje se nepravilno raspoređenim šupljinama, pa je kod ovoga uzorka sinereza izraženija nego kod ostalih. Na mikrografijama probiotičkog jogurta sa 1%IN (slika 5c,d) uočljivo je prisustvo mikroorganizama. Mikrostruktura probiotičkog jogurta proizvedenog od mlijeka sa dodakom inulina i meda ima finiju i umreženiju strukturu (slika 5g,h). S obzirom da dodatak KPS utiče na povećanje dijametra kazeinskih micela (Guyomarc'h i sar., 2003; Donato i sar., 2007), uočava se da uzorak s 1%KPS ima zadebljane proteinske lance (oko 0,2 μm), umreženu, gusto upakovanu strukturu sa pravilno raspoređenim šupljinama i bez uočljivog prisustva mikrorganizama (slika 5e,f). Dodatak meda u kombinaciji sa KPS nije imao bitnijeg uticaja na promjenu mikrostrukture (slika 5i,j).



SLIKA 5. MIKROSTRUKTURA KONTROLNOG PROBIOTIČKOG JOGURTA (A,B), JOGURTA SA DODACIMA: 1%IN (C,D), 1%KPS (E,F), KOMBINOVANIM DODATKOM INULINA I MEDA-1%IN+2%M (G,H) I KOMBINOVANIM DODATKOM KPS I MEDA-1%KPS+2%M (I,J) NA RAZLIČITIM UVEĆANJIMA

FIGURE 5. MICROSTRUCTURE OF CONTROL PROBIOTIC YOGHURT (A,B), YOGHURT WITH ADDITION OF: 1%IN (C,D), 1%WPC (E,F), COMBINATION OF INULIN AND HONEY-1%IN+2%H (G,H) AND COMBINATION OF WPC AND HONEY-1%WPC+2%H(I,J) AT DIFFERENT MAGNIFICATION (H - honey)

Senzorska procjena

Rezultati senzorske analize su prikazani u tabeli 1 kao srednje vrijednosti ispitivanih uzoraka. Prvog dana nakon proizvodnje, rezultati analize uzoraka jogurta pokazuju da su svi uzorci imali karakterističan ugodan miris i ukus svojstven za pojedine uzorke, bez grudvica i fine konzistencije. Izgled površine je bio gladak, homogen, sjajan i bez izražene sinereze. Uzorci sa kombinacijama sa medom imali su posebno ugodan slatkast ukus, dok se kod uzorka sa 1%KPS i 1%IN osjećala punoća u ustima. Svi uzorci su ocijenjeni maksimalnim ocjenama za sve ispitivane parametre, sa ukupnim brojem bodova 20.

Nakon 3 sedmice čuvanja najmanji broj bodova dobio je kontrolni uzorak (17,05), dok su uzorci sa dodatkom meda zadržali maksimalan broj bodova (20,0).

Ocijenjeno je da su uzorci sa medom imali nježniju konzistenciju, kao i homogeniji i kompaktniji gruš (površina pravilnija, staklasta, bez nabora) i da je med, u kombinaciji sa inulinom, sveukupno poboljšao senzorske osobine proizvoda kao i njihovu stabilnost tokom skladištenja, što je u skladu sa istraživanjima (Varga, 2006).

Dodatkom KPS u mlijeko, tokom koagulacije nastaje gušća konzistencija koaguluma, homogenija, uz smanjenu mogućnost sinereze. Dodatkom meda, u kombinaciji sa KPS, nastaje nježnija konzistencija sa homogenijim i kompaktnijim grušom, te dosta prihvatljivija slatkasta aroma jogurta.

ZAKLJUČAK

Dodatak 1% KPS i 1% inulina uticali su na poboljšanje fizičkih osobina proizvoda (smanjena sinereza i povećan viskozitet) kao i na teksturalne i senzorke osobine. Dodatak 2% meda u kombinaciji sa inulinom ili sa KPS, neznatno je uticao na smanjenje teksturalnih parametara gotovog proizvoda. Viskozitet probiotičkog jogurta nakon dodatka meda lagano opada, dok je indukovana sinereza kod uzorka sa kombinacijom inulina i meda izraženija u odnosu na uzorak samo sa dodatkom inulina. Uzorak sa kombinacijom KPS i meda najmanje je otpuštao surutku tokom skladištenja i ocijenjen je kao najstabilniji. Tokom 21 dana skladištenja najbolje senzorske ocjene dobili su uzorci sa dodatkom meda koji su imali posebno ugodan i blago slatkast ukus.

Generalno, može se zaključiti da je dodatak meda od 2% u kombinaciji sa 1% inulina ili 1%KPS doprinio poboljšanju kvaliteta gotovog proizvoda.

TABELA 1. SENZORSKA PROCJENA PROBIOTIČKOG JOGURTA SA DODATKOM 1%IN, 1%KPS, 1%IN+2%M I 1%KPS+2%M, 1. I 21. DANA SKLADIŠTENJA

TABLE 1. SENSORY EVALUATION OF PROBIOTIC YOGHURT WITH ADDITION OF 1%IN, 1%WPC, 1%IN+2%H, 1%WPC+2%H AT 1st AND 21st DAYS OF STORAGE (H-honey)

Dani čuvanja	Uzorci	Osobine					
		Izgled	Boja	Miris	Konzistencija	Ukus	Σ
1	K	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00
	1%IN	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00
	1%KPS	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00
	1%IN + 1%M	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00
	1%KPS + 2%M	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00
21	K	0,75	1,0	2,0	3,2	10,1	17,05
	1%IN	1,0	1,0	2,0	3,6	10,2	17,80
	1%KPS	1,0	1,0	2,0	4,0	11,0	19,00
	1%IN + 1%M	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00
	1%KPS + 2%M	1,0	1,0	2,0	4,0	12,0	20,00

LITERATURA

Antunes, A.E.C., Cazetto, T., Bolini, H.M.A.: Viability of probiotic micro-organisms during storage, postacidification and sensory analysis of fat-free yogurts with added whey protein concentrate, Int. Dairy J., 58 (3), 169-173. (2005).

Aryana, K.J., McGrew, P.:Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. LWT- Food Science and Technology 40 1808–1814.(2007).

Donato, L., Guyomarc'h, F., Amito, S., Dalgleish, D.G.: Formation of whey protein/κ-casein complexes in heated milk: Preferential reaction of whey protein with κ-casein in the casein micelles. Int. Dairy J. 17:1161–1167. (2007).

Frece, J., Kos, B., Beganović, J., Vuković, S., Šušković, J.: In vivo testing of functional properties of three selected probiotic strains. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 21, 1401-1408 (2005).

Frece, J.: Sinbiotički učinak bakterija: *Lactobacillus acidophilus* M92, *Lactobacillus plantarum* L4 i *Enterococcus faecium* L3, Disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2007).

Gavarić, D.Đ., Carić, M., Kalab, M.: Effects of protein concentration in ultrafiltration milk retentates and type of protease used for

coagulation on the microstructure of resulting gels. Food Microstructure, vol. 8, 53-66. (1989).
Guven, M., Yasar, K., Karaca, O.B., Hayaloglu, A.A.:The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. Int. J. of Dairy Technology 58 180–184. (2005).
Guyomarc'h, F., Law, A.J.R., Dalgleish, D.G.: Formation of soluble and micelle-bound protein aggregates in heated milk. Agric. Food Chem. J. 51:4652–4660. (2003)
Herceg, Z., Režek, A.: Prehrambena i funkcionalna svojstva koncentrata i izolata proteina sirutke, Mljekarstvo, 56 (4), 379-396. (2006).
ISO (TC34) SC 12 (Secretariat – 139) E „Sensory analysis" DC., 185-02-05. (1985)
Janer, C., Peláez, C., Requena, T.: Caseinomacropeptide and whey protein concentrate enhance Bifidobacterium lactis growth in milk, Food Chemistry, 86, 263-267. (2004).
Kalab, M.: Practical aspects of electron microscopy in dairy research. Food Structure, 12, 95-114. (1993).
Klijn, A., Mercenier, A., Arigoni, F.: Lessons from the genomes of bifidobacteria. U: Proceedings of the 8 Symposium on Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications, Elsevier B.V., Amsterdam, FEMS Microbiology Reviews, 76, 491-510. (2005).
Koegh, M. K, O'Kennedy, B. T.: Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. Journal of Food Science, 63, 108-112. (1998).
Labropoulos, A.E., Collins, W.F., Stone, W.K.: Effects of Ultra-High temperature and Vat processes on heat-induced Rheological properties of yogurt, J. Dairy Sci., 67 (2), 405-409. (1984).
Oliveira, R.P.S., Oliveira, P., Converti, A., Oliveira, M.N.: Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in co-cultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*, J. Food Engineering 91, 133-139 (2009).
Sahin, H., Ozdemir., F.:Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocolloids*, 18, 1015–1022.(2004).
Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., Vernon-Carter, E.J.: Microstructure and texture of yoghurt as influenced by fat replacers, Int. Dairy J. 14, 151-159. (2004).
Stijepić, M., Glušac, J., Đurđević Milošević., D., Ilić, D.: Promjene sinereze jogurta obogaćenog koncentratom serum proteina u zavisnosti od termičkog tretmana mlijeka.VIII Simpozijum sa međunarodnim učešćem „Savremene tehnologije i privredni razvoj", Leskovac, Zbornik radova Tehnološkog fakulteta u Leskovcu 19, 104-111. (2009).
Tamime, A.Y., Božanić, R., Rogelj, I.: Probiotički fermentirani mliječni proizvodi. Mljekarstvo 53, 111-113. (2003).
Varga, L.: Effect of acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) honey on the characteristic microflora of yogurt during refrigerated storage. *Int. J. Food Microbiology*, 108, 272-275. (2006).
Walstra, P.: Relation between structure and texture of cultured milk products, u Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts, IDF No. 9802, Brussels, pp. 9-16. (1998).

SUMMARY

TEXTURAL AND SENSORY PROPERTIES OF PROBIOTIC YOGHURT PRODUCED BY USING DIFFERENT INGREDIENTS

[1]Milka J. Stijepić, [2]Spasenija D. Milanović, [1]Jovana R. Glušac, [2]Vladimir R. Vukić, [2]Katarina G. Kanurić, [3]Dragica M. Đurđević Milošević

[1]Higher Medical School, Prijedor, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina
[2]University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia
[3]Higher Technology School of Professional Studies, Šabac, Serbia

Raw and homogenized skim milk with 1,5% milk fat were added 1% whey protein concentrates (WPC) or inulin (IN) and treated on 95ºC for 10 min. After addition of honey on 55ºC, milk was inoculated probiotic starter culture (70% w/w *Streptococcus thermophilus*, 10% w/w *Lactobacillus bulgaricus*, 10% w/w *Lactobacillus acidophilus*, 10% w/w *Bifidobacterium* ssp.). Control sample without additives were made, as well as samples with added 1% WPC or inulin. The induced syneresis and viscosity was measured, while the texture was assessed through firmness, consistency, cohesiveness and index of viscosity. Measurements of viscosity, induced syneresis, microstructure and sensory evaluations were done during 21 days of storage. The texture was assessed through firmness, consistency, cohesiveness and index of viscosity. Addition of honey (2%) highly improved the sweetness, flavour intensity, and overall sensory quality of probiotic yoghurt, while textural properties of the products had slightly decreased after addition of honey.

Key words: probiotic yoghurt • inulin • WPC • honey • textural characteristics • sensory properties

[1]JULIJANA TOMOVSKA
[1]NIKOLA GJORGIEVSKI
[1]STEFČE PRESILSKI
[2]NATALIJA TOMOVSKA

[1]University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Biotechnical Sciences, Bitola, Macedonia
[2]Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Institute of Chemistry, Skopje, Macedonia

SCIENTIFIC PAPER

UDK: 637.146.1:637.04/.05

CHEMICAL ANALYSIS OF PROBIOTIC YOGURT IN THE MANUFACTURING PROCESS

Probiotic yogurt comprises of milk fermented under the influence of probiotic bacteria. Probiotics are living microorganisms which are considered beneficial for the host organism. These bacteria are known to aid in establishing balance in the digestive system of mammals, boosting immune system, as well as curing or prevention of certain diseases, such as diarrhea, infections of the urinary system, infections with *Salmonella typhimurium* etc.

Lactobacillus acidophilus and *Bifidobacterim* are bacterial varieties with significant probiotic activity.

Acquiring samples for chemical analysis is done according to the food safety regulations. The obtained values are constant with minor variations. The percentage of dry matter, milk fat and acidity level (pH) are with approximate value for the three consecutive months tested. Slight variations are obtained in temperature and titrable acidity.

Most common factor for manufacturing faults in probiotic yoghurt is low-grade raw material i.e. poor milk quality. If the percenttage of dry matter in the raw milk is lower, then the most common manufacturing fault is yogurt with very fluid consistency. Foult taste might occur if the fermentation is terminated at 15°C or higher.

Key words: probiotic yogurt • probiotic bacteria • fermentation

Corresponding author:
Dr. Julijana Tomovska, University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Biotechnical Sciences, Bitola, Macedonia, Tel: ++ 389 75 207 886
E-mail: dzulitomovska@yahoo.com

INTRODUCTION

Probiotic yogurt (also called fermented acidophilus milk) comprises of milk fermented under the influence of probiotic bacteria. It is placed in the category of liquid fermented milk products. The yogurt contains all the constituents of raw milk, and is usually prepared so that it can be consumed just after the fermentation has ended.

The manufacturing of fermented products entails the fermentation of lactose to lactic acid and other fermentation by-products. When the concentration of lactic acid is high enough the proteins in the milk clump together in a process called curding (Tamime and Deeth, 1980).

Probiotic yogurt is milk which is fermented under the influence of probiotic bacteria in a sterile environment. Probiotics are living microorganisms which are considered beneficial for the host organism. These bacteria are known to aid in establishing balance in the digestive system of mammals, boosting immune system, as well as curing or prevention of certain diseases, such as diarrhea, infections of the urinary system, infections with *Salmonella typhimurium* etc.

Lactobacillus acidophilus and *Bifidobacterim* are bacteria with signifycant probiotic activity. These are the most common bacteria used in the manufacturing process of probiotic yogurt. Other strains of probiotic *Lactobacillus* are as follows: *Lactobacilllus johnsonii*, *Lactobacilllus casei*, *Lactobacilllus rhamnosus*, *Lactobacilllus gasseri*, and *Lactobacilllus reuteri*. *Bifidobacterium* strains include *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, and *Bifidobacterium infantis* (Radulović et al., 2008; Hull et al., 1984; Hood and Zottola, 1998; Hussein and Kebary, 1999; Iwana et al., 1993; Shan, 2000; Ljungh and Wadström, 2006).

The nutritional value of fermented milk products is generally affected by the quality of the raw milk, as well as the changes that took place during the processing of the raw milk for fermentation, such as transport, filtration and pasteurization (Williams et al., 2004).

The yogurt has the same nutritional profile as the raw milk, except that it has lower level of lactose than raw milk, which makes it ideal for lactose intolerant persons (Kutija et al., 2008). The yogurt with its nutritional profile is an ideal source of proteins, calcium (100gr of yogurt supplies 15% RDA), potassium, phosphorus and vitamins A and B. In addition, yogurt contains very few calories (approx. 45 kcal per 100 gr.). Yogurt is very easily digested approximately 90 % of the ingested quantity is absorbed in 1 hour, compared to the 30 % raw milk within the same period.

There are many benefits of consuming probiotic yogurt, which are as follows:

- it is well digested and tolerated by lactose intolerant persons,
- it inhibits growth and multiplication of *Clostridium botulinum* (which is explained by the antibacterial effect of the microorganisms used in the manufacturing process),
- it stimulates intestinal peristalsis,
- it boosts immune system.

The main objective of this research is to follow the manufacturing process of probiotic yogurt and to deter-

minate its standardization, as well as its relevance to the food safety regulations, especially with the regulations for production of fermented beverages and probiotic yogurt.

MATERIAL AND METHODS

The quality control of dairy products implicates analysis which is necessary to be made as the product exits the manufacturing process. The analysis made for quality control of dairy products requires samples for microbiological and chemical analysis. This research covers the chemical analysis done of yogurt.

Size and type of sample for analysis

The base for the production of dairy products is milk, which has a typical composition of ≈87.4% water, ≈4.7% lactose, ≈3.8% fat, ≈3.3% protein, ≈0.2% citrate, and ≈0.6% minerals. The pH of milk is usually between 6.5 and 6.7. The protein fraction is composed of ≈80% casein and 20% whey proteins. Thus, the nonfat dry matter of milk is between 8.5% and 9%.

Sweet acidophilus milk and sweet AB milk are probiotic dairy products based on unfermented milk. Both are produced by adding concentrated probiotic bacteria to intensively heat-treated milk. Heat treatment is necessary to achieve sufficient microbiological stability during storage of the final product. L. acidophilus and L. acidophilus plus bifidobacteria are added to sweet acidophilus milk and sweet AB milk, respectively. In contrast, acidophilus milk (fermented probiotic yogurt) is produced by fermentation with L. acidophilus plus bifidobacteria. Again, intensive heat treatment before fermentation, yielding almost sterile milk, is necessary for successful fermentation by excluding contaminating bacteria. A scheme for acidophilus milk production is presented in Figure 1.

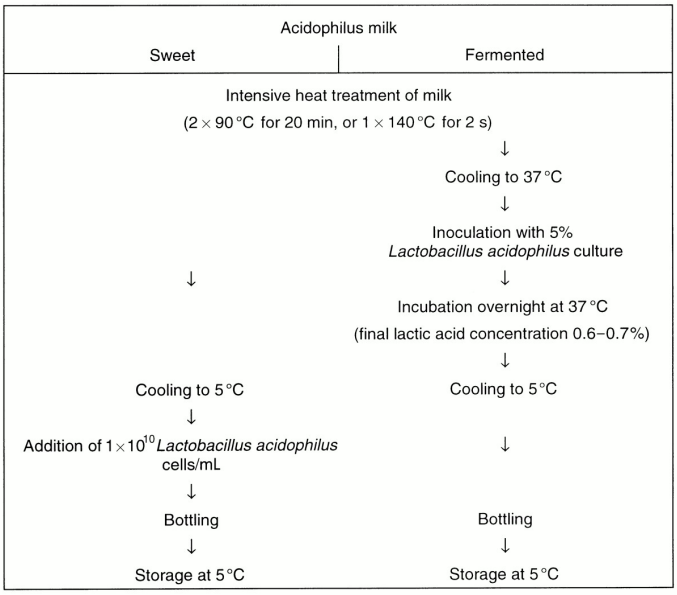


Figure 1. EXPLAINS THE MANUFACTURING PROCESS OF PROBIOTIC YOGURT ON AN INDUSTRIAL SCALE
Slika 1. PROCES PROIZVODNJE PROBIOTSKOG JOGURTA U INDUSTRIJSKIM USLOVIMA

The samples used in this research are from industrially produced probiotic yogurt. Probiotic strains of Lactobacillus LA-5 and Bifidobactera BB-12, supplied by the Danish manufacturer Chr. Hansen, are used to produce the probiotic yogurt.

Sampling the dairy products is the most critical step concerning analysis. The sampling is made according to the food safety regulations. The samples are collected in a glass or plastic container free of chemical impurities, which can be sealed with clean and dry cover. The samples are collected in such method that they can, statistically, represent the whole batch of dairy products being produced at a given time. The minimum amount of the sample is 500 ml, or one comercially available packing (usually tetrapack). The samples obtained are immediately sent to a laboratory to be analyzed.

Table 1. PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF THE PROBIOTIC YOGURT FOR FEBRUARY
Tabela 1. KARAKTERISTIKE PROBIOTSKOG JOGURTA U FEBRUARU

Days	Dry matter (%)	Fat (%)	Temperature (ºC)	Active acidity (pH)	Titrable acidity (SHº)
02.02	8.50	1.5	11.0	4.48	32.0
04.02	8.51	1.5	12.6	4.45	31.4
06.02	8.49	1.5	10.5	4.38	32.0
08.02	8.50	1.5	14.0	4.40	31.4
10.02	8.49	1.5	10.5	4.41	32.8
12.02	8.51	1.5	11.0	4.39	32.0
14.02	8.50	1.5	12.0	4.44	33.2
16.02	8.50	1.5	12.0	4.50	31.2
18.02	8.50	1.5	12.5	4.60	30.4
20.02	8.51	1.5	11.5	4.42	33.0
22.02	8.49	1.5	11.0	4.48	32.0
24.02	8.50	1.5	12.6	4.45	31.4
26.02	8.51	1.5	10.5	4.38	32.0
28.02	8.51	1.5	14.0	4.40	31.4

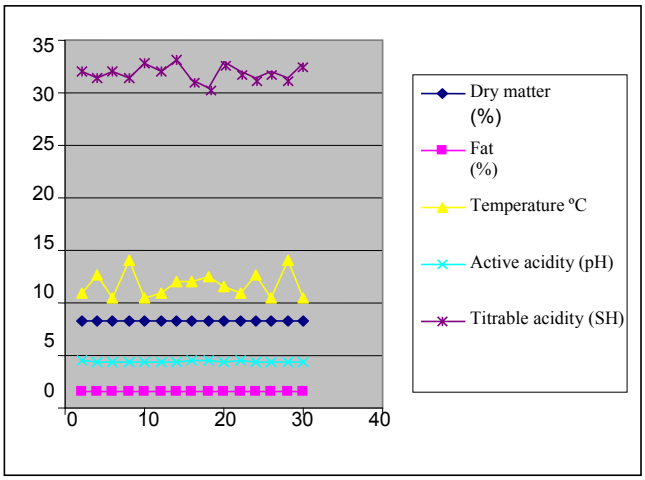


Figure 2. RESULTS FROM THE ANALYSIS FOR FEBRUARY DISPLAYED GRAPHICALLY
Slika 2. REZULTATI ANALIZE KARAKTERISTIKA PROBIOTSKOG JOGURTA U FEBRUARU

Quality control of fermented dairy products

The yogurt should comply with the following quality control issues:

- To have white to white-yellowish color
- To have inherent smell and pleasant tart flavor
- To be with viscous consistency
- To contain minimum 3.2 % fat
- To contain minimum 8.5 % non fat dry matter
- To have acidity not higher than 55° SH (Sl. list SRJ br. 26/ 2002).

Yogurt made from semi-skimmed milk should comply with the same issues, except it should contain maximum 1.6 % fat.

Table 2. PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF THE PROBIOTC YOGURT FOR MARCH
Tabela 2. KARAKTERISTIKE PROBIOTSKOG JOGURTA U MARTU

Days	Dry matter (%)	Fat (%)	Temperature (ºC)	Active acidity (pH)	Titrable acidity (SHº)
01.03	8.50	1.5	10.2	4.48	32.0
03.03	8.51	1.5	11.0	4.20	34.2
05.03	8.51	1.5	11.0	4.41	31.0
07.03	8.49	1.5	10.5	4.56	30.4
9.03	8.49	1.5	11.4	4.56	31.0
11.03	8.50	1.5	11.6	4.45	32.8
13.03	8.51	1.5	10.5	4.51	31.4
15.03	8.50	1.5	11.0	4.40	31.3
17.03	8.50	1.5	10.5	4.47	31.0
19.03	8.49	1.5	10.0	4.40	32.3
21.03	8.49	1.5	11.0	4.49	32.0
23.03	8.51	1.5	11.0	4.50	31.6
25.03	8.50	1.5	11.0	4.40	33.8
27.03	8.51	1.5	14.0	4.40	31.4
29.03	8.50	1.5	10.5	4.41	32.8

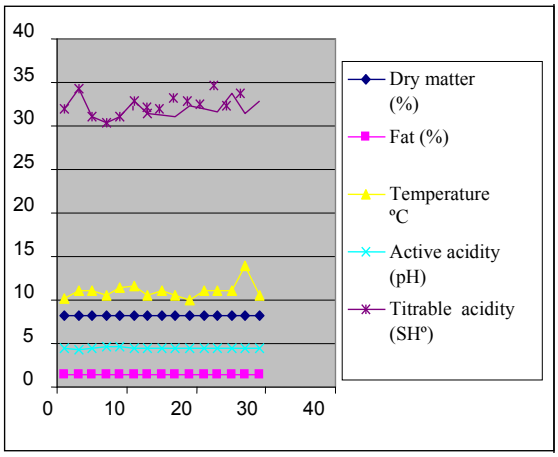


Figure 3. RESULTS FROM THE ANALYSIS FOR MARCH DISPLAYED GRAPHICALLY
Slika 3. REZULTATI ANALIZE KARAKTERISTIKA PROBIOTSKOG JOGURT, U MARTU

Quality control of yogurt is based on a variety of measurements and the following parameters are determined:

- Physical and receptory characteristics of yogurt
- Fat content
- Content of non-fat dry matter
- Acidity of yogurt
- Temperature (Carić et al., 2000).

RESULTS AND DISCUSSION

Statistical methods are used to process data and the results are displayed in the following table 1 and figure 2.

From the results displayed in the table 1 and in the figure 2 for February one can conclude that there are small variations of the temperature and the

Table 3. PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF THE PROBIOTC YOGURT FOR APRIL
Tabela 3. KARAKTERISTIKE PROBIOTSKOG JOGURTA U APRILU

Days	Dry matter (%)	Fat (%)	Temperature (ºC)	Active acidity (pH)	Titrable acidity (SHº)
02.04	8.50	1.5	11.0	4.48	32.0
04.04	8.51	1.5	12.6	4.45	31.4
06.04	8.49	1.5	10.5	4.38	32.0
08.04	8.50	1.5	14.0	4.40	31.4
10.04	8.51	1.5	10.5	4.41	32.8
12.04	8.49	1.5	11.0	4.39	32.0
14.04	8.50	1.5	12.0	4.44	33.2
16.04	8.51	1.5	12.0	4.50	31.2
18.04	8.50	1.5	12.5	4.60	30.4
20.04	8.49	1.5	11.5	4.42	33.0
22.04	8.50	1.5	11.0	4.48	32.0
24.04	8.51	1.5	12.6	4.45	31.4
26.04	8.50	1.5	10.5	4.38	32.0
28.04	8.49	1.5	14.0	4.40	31.4
30.04	8.49	1.5	10.5	4.41	32.8

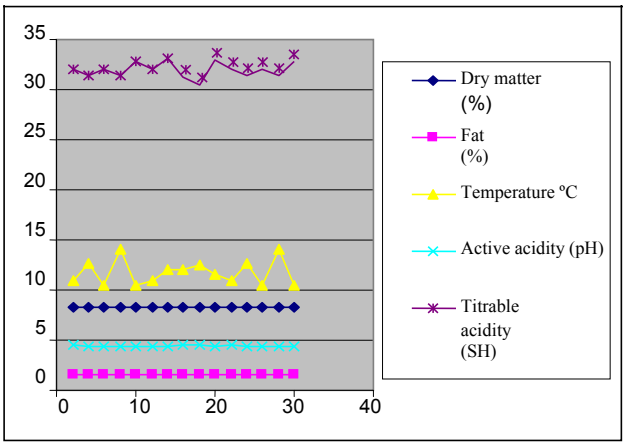


Figure 4. RESULTS FROM THE ANALYSIS FOR APRIL DISPLAYED GRAPHICALLY
Slika 4. REZULTATI ANALIZE KARAKTERISTIKA PROBIOTSKOG JOGURTA U APRILU

titrable acidity. Other parameters have remained stable.

From the results displayed in the table 2 and in the figure 3 for March one can conclude that there are small variations of the temperature and the titrable acidity. Other parameters have remained stable.

From the chemical analysis carried out during February, March and April (table 3; figure 4), the conclusion is as follows - all the parameters tested are in consent with the food safety regulations i.e. the probiotic yogurt has white to white-yellowish color, with inherent smell and aroma, pleasant tartly flavor and thick consistency.

The values of all parameters tested are consistent, with minor fluctuations. The values of the dry matter content, percentage of fat and acidity are very consistent. However, slight variations can occur in the temperature and the titrable acidity, for example in the first week of February where a slight elevation in the titrable acidity and the temperature occurs.

Overall, it can be confirmed that the probiotic yogurt fully complies with the food safety regulations and the regulations for production of fermented dairy beverages and dairy products.

CONCLUSION

All the parameters tested during February, March and April are in consent with the food safety regulations. The values of the dry matter content, percentage of fat and acidity are very consistent. However, slight variations are obtained in temperature and titrable acidity.

Overall, it can be confirmed that the probiotic yogurt fully complies with the food safety regulations and the regulations for production of fermented dairy beverages and dairy products.

LITERATURA

Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D.: Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, Prometej i Tehnološki fakultet, Novi Sad, pp. 25-26, 89-91 (1997).

Hood, S. K. and Zottola, M. L.: Effects of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. Journal of Food Science, 53 (1998) 1514-1516.

Hull, R. R., Roberts, A. V., Mayes, J.: Survival of *Lactobacillus acidophilus* in yoghurt. The Australian Journal of Dairy Technology, 39 (1984) 164-166.

Hussein, S. A. and Kebary, K. M. K.: Improving vialibility of *Bifidobacteria* by microentrapment and their effect on some pathogenic bacteria in stirred yoghurt. Acta Alimentaria, 28 (1999) 113-131.

Iwana, H., Masuda, H., Fujisawa, K., Mitsuoka, T.: Isolation and identification of *Bifidobacterium* spp in commercial yoghurts sold in Europe. Bifidobacteria Microflora, 12 (1993) 39-45.

Kutija, M., Tonković, K., Božanić, R., Gregurek, Lj.: Optimizacija procesa delaktozacije mlijeka i proizvodnja jogurta. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 19 (1-2) (2008) 32-33.

Ljungh, A. and Wadström, T.: Lactic acid bacteria as probiotics. Current Issues in Intestinal Microbiology, 7 (2006) 73–90.

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

Radulović, Z., Petrović, T., Paunović, D., Mirković, N., Obradović, D.: Karakterizacija autohtonog soja *Lactobacillus paracaesi* 08 na potencijalne probiotske sposobnosti. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi, 19 (1-2) (2008) 23-27.

Shan, N. P.: Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. Journal of Dairy Science, 83 (2000) 894-907.

Tamime, A. Y. and Deeth, H. C.: Yoghurt: Technology and biochemistry. Journal of food Protection, 43 (1980) 939-977.

Williams, R. P. W., Glagovskaia, Augustin, M. A.: Properties of stirred yoghurts with added starch: Effects of blends of skinm milk powder and whey protein concentrates on yoghurt texture. The Australian Journal of Dairy Technology, 59 (2004) 214-220.

IZVOD

HEMIJSKA ANALIZA PROBIOTSKOG JOGURTA U PROCESU PROIZVODNJE

[1]Julijana Tomovska, [1]Nikola Gjorgievski, [1]Stefče Presilski, [2]Natalija Tomovska

[1]University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Biotechnical Sciences, Bitola, Macedonia, [2]Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Institute of Chemistry, Skopje, Macedonia

Probiotski jogurt dobija se od mleka fermentisanog pod uticajem probiotskih bakterija. Probiotici su živi mikroorganizmi korisni za organizam domaćina. Ove bakterije pomažu uspostavljanje ravnoteže u digestivnom sistemu sisara, jačanje imunološkog sistema, kao i lečenje ili sprečavanje nekih bolesti, kao što su dijareja, infekcije urinarnog sistema, infekcije *Salmonelom typhimurium* itd.

Lactobacillus acidophilus i *Bifidobacterium* su bakterije sa značajnom probiotskom aktivnošću. Hemijska analiza uzoraka izvršena je u skladu sa propisima o bezbednosti hrane. Dobijene vrednosti su konstantne sa manjim varijacijama. Vrednosti suve materije, mlečne masti i kiselosti (pH vrednosti) su približne u tri uzastopna meseca testiranja. Male varijacije su dobijene kod temperature i kiselosti.

Key words: probiotski jogurt • probiotske bakterije • fermentacija

[1]DRAGANA D. ILIĆ
[2]SPASENIJA D. MILANOVIĆ
[1]DRAGICA M. ĐURĐEVIĆ MILOŠEVIĆ

[1]Visoka tehnološka škola strukovnih studija, Šabac, Srbija
[2]Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 637.047:663.12

HEMIJSKE KARAKTERISTIKE PERMEATA DOBIJENOG ULTRAFILTRACIJOM MLEKA U POSTUPKU PROIZVODNJE FETA SIRA I MLADOG SIRA

Permeat dobijen ultrafiltracijom mleka pri proizvodnji feta sira i mladog sira, proizvođača AD "Mlekara" Šabac, korišćen je za ispitivanje hemijskih karakteristika.

Ultrafiltracija mleka je sprovedena korišćenjem uređaja sa polisulfonskim membranama čiji je kapacitet 5000 L mleka/h uz kontinuirano uzorkovanje permeata.

Utvrđeno je da permeat prosečno sadrži: 5,32% suve materije, 0,18% ukupnih proteina, 0,46% pepela. Prosečna pH vrednost permeata iznosila je pH= 6,65, a titraciona kiselost 3,37 ºSH.

Rezultati analiza su pokazali neznatnu varijaciju u hemijskom sastavu permeata i postojanje funkcionalne veze između pojedinih komponenata.

Ključne reči: ultrafiltracija • permeat • hemijske karakterikstike

UVOD

Membranski procesi frakcionisanja i koncentrisanja, kao što su ultrafiltracija, mikrofiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza, široko se primenjuju u tehnologiji mleka od sredine 20. veka. Separiranje komponenata fluidne smeše ultrafiltracijom postiže se pomoću polupropustljive membrane pod dejstvom pritiska kao pogonske sile, pri čemu se dobijaju dve frakcije: koncentrat (retentat) i permeat (filtrat).

Ultrafiltracija u mlekarskoj industriji ima primenu u proizvodnji mlečnih proizvoda sa redukovanim sadržajem laktoze (Kosikowski, 1979; Edelsten i sar., 1983; Patel i sar. 1991), u proizvodnji sireva (Emstrom i sar., 1980; Ryder, 1985), ultrafiltriranog sirovog mleka (Jonson, 1998) i drugih proizvoda (Keogh i sar., 2003).

Adresa autora:
Dragana D. Ilić, Visoka tehnološka škola strukovnih studija Šabac, Hajduk Veljkova 10, 15000 Šabac, Srbija
e-mail:draganailic82@yahoo.com

Ultrafiltracija u mlekarskoj industriji ima primenu u proizvodnji mlečnih proizvoda sa redukovanim sadržajem laktoze (Kosikowski, 1979; Edelsten i sar., 1983; Patel i sar. 1991), u proizvodnji sireva (Emstrom i sar., 1980; Ryder, 1985), ultrafiltriranog sirovog mleka (Jonson, 1998) i drugih proizvoda (Keogh i sar., 2003).

Cilj ultrafiltracije mleka u procesu proizvodnje sira je da zadrži što više proteina surutke u siru radi povećanja randmana (Maubosis i Mocquot, 1975). Na žalost, pokazalo se da visok stepen retencije proteina surutke pri proizvodnji tvrdih sireva, kao što je čedar, vodi ka formiranju strukture i ukusa koji nisu prihvatljivi od strane kupaca (Covacevich et Kosikowski, 1978). Nasuprot tome, meki sirevi, npr. feta, sasvim se uspešno proizvode primenom ultrafiltracije (Horton, 1997). Pozitivni efekti prisustva proteina surutke u siru ogledaju se u redukciji proteolize tokom zrenja sira zbog inhibicije aktivnosti himozina (Creamer i sar., 1987). I drugi visokomolekularni serum proteini, kao što su imunoglobulini koncentrišu se u retentatu i takođe inhibiraju proteolitičku aktivnost himozina tokom zrenja sira (Lelievre i sar., 1990).

Permeat predstavlja sporedni proizvod u tehnologiji mleka i dragocenu sirovinu za proizvodnju brojnih produkata (Adamović i sar., 2004; Carić i Milanović, 1995). Ima relativno malu ekonomsku vrednost (Mann, 1989) zbog niskog sadržaja suve materije, i u nekim slučajevima ne ide u dalju preradu već se koristi za napajanje muznih grla (Ostojić, 1983). Zbog svog sastava permeat ispušten u životnu sredinu predstavlja ozbiljan ekološki problem, budući da biološka potrošnja kiseonika (BPK) za permeat u zavisnosti od sastava varira i iznosi 30000-45000 g/L (Carić i sar., 2000).

Hemijski sastav permeata zavisi od sirovine koja se koncentriše i stepena koncentrisanja. Nema velike razlike u hemijskom sastavu permeata dobijenog pri koncentrisanju mleka i slatke surutke, za razliku od permeata dobijenog ultrafiltracijom zakišeljenog mleka ili kisele surutke (Glover, 1985). Variranje parametara procesa kao što su pritisak i brzina fluida, koji se koncentriše, ne utiče bitno na hemijski sastav permeata (Boer i sar., 1980; Kelly, 1982; Yan i sar., 1979). Svrha ovog rada bilo je ispitivanje varijabilnosti hemijskog sastava permeata u zavisnosti od sastava mleka i utvrđivanje međusobnog odnosa pojedinih komponenata.

MATERIJAL I METODI

Permeat je dobijen ultrafiltracijom mleka pri proizvodnji mladog i feta sira, proizvođača AD "Mlekara" Šabac. Uređaj za ultrafiltraciju (proizvođača DDS Danska, membrane polisulfonske, pločasti modul) je kapaciteta 5000 L mleka/h, a u jednoj smeni obradi se oko 20000 L mleka od čega se dobije 4500-4800 L koncentrata i oko 15000-16000 L permeata.

Permeat je uziman sa linije ultrafiltracije mleka, u prepodnevnoj i popodnevnoj smeni. Permeati su obeleženi kao: permeat I, permeat II, permeat III, permeat IV, permeat V, permeat VI. Određen je hemijski sastav svih šest permeata primenom standardnih metoda analize (Carić i sar., 2000).

pH vrednost merena je pH-metrom (Consort C830, Belgija). Titraciona kiselost određivana je metodom po Soxhlet-Henkel-u, a sadržaj mlečne masti metodom po Gerber-u. Suva materija određivana je postupkom sušenja, ukupni proteini metodom po Kjeldahl-u i sadržaj pepela postupkom žarenja (Carić i sar., 2000).

Svi dobijeni rezultati obrađeni su u Microsoft Office Excel 2007.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati analiza hemijskog sastava, pH vrednosti i titracione kiselosti (ºSH) šest uzoraka permeata prikazani su u tabeli 1. Analizom nije dokazano prisustvo masti u permeatu (MM=0%), a vrednosti ispod granice detekcije tj. manje od 0,01% nalazili su i drugi autori (Coton, 1980). Ultrafiltracija ne dozvoljava prelazak mlečne masti u permeat (Bastian i sar., 1991).

Tabela 1. HEMIJSKI SASTAV, PH VREDNOST I TITRACIONA KISELOST PERMEATA
Table 1. CHEMICAL COMPOSITION, pH VALUE AND TITRABLE ACIDITY OF PERMEATES

Permeat Permeate	pH vrednost pH value	Kiselost (°SH) Acidity (°SH)	Mast (%) Fat (%)	Suva materija (%) Dry matter (%)	Pepeo (%) Ash (%)	Ukupni proteini (%) Total proteins (%)
I	6,66	3,6	0	5,24	0,51	0,13
II	6,70	3,0	0	5,34	0,51	0,17
III	6,66	3,2	0	5,30	0,47	0,20
IV	6,67	3,2	0	5,34	0,36	0,18
V	6,60	3,6	0	5,38	0,39	0,21
VI	6,59	3,6	0	5,35	0,50	0,22
Prosečna vrednost Mean	6,65	3,37	0	5,32	0,46	0,18
Standardna devijacija Standard deviation	0,04	0,26	0	0,05	0,06	0,03
Koeficijent varijacije (%) Coefficient of variation (%)	0,60	7,72	0	0,94	13,04	16,67

pH vrednost kretala se u intervalu 6,59-6,70, sa srednjom vrednošću 6,65. Titraciona kiselost varirala je u intervalu 3,0-3,6, sa prosečnom vrednošću 3,37. Uz to, rezultati titracione kiselosti pokazuju veće rasipanje oko izračunate srednje vrednosti, u odnosu na pH vrednost, što je vidljivo iz razlika u koeficijentima varijacije (tabela 1).

Međusobni odnos pH vrednosti i titracione kiselosti (^{o}SH) analiziranih permeata prikazan je na slici 1 i može se iskazati sledećom formulom:

$$y = -54{,}998x^2 + 725{,}31x - 2387{,}7 \quad (1)$$

sa koeficijentom determinacije R^2 = 0,7448 i iznosi za pH vrednost u intervalu 6,59-6,70.

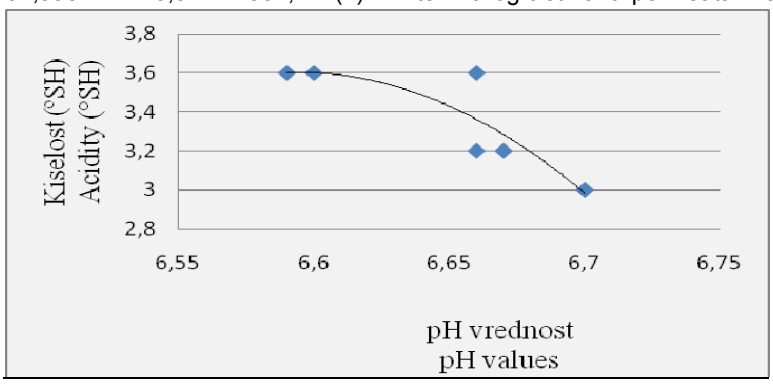
Sadržaj ukupnih proteina analiziranih uzoraka permeata varirao je od 0,13% do 0,22%, sa prosečnom vrednošću 0,18%, uz izražen koeficijent varijacije od 16,67. I drugi autori su nalazili različite vrednosti sadržaja proteina u permeatu – 0,03% (Coton, 1980), odnosno 0,15% (Ostojić, 1983; 2005), što se može tumačiti razlikama u selektivnosti membrana i sastavu mleka koje se podvrgava ultrafiltraciji (Fleming, 2004).

Na slici 2 prikazan je međusobni odnos ukupnih proteina i pH vrednosti permeata. Formula koja prikazuje zavisnost ukupnih proteina permeata i pH vrednosti je sledeća:

$$y = -32{,}321x^2 + 10{,}446x + 5{,}8491 \quad (2)$$

sa koeficijentom determinacije R^2 = 0,9126 i vredi za ukupne proteine permeata u intervalu 0,13-0,22%.

Količina prisutnih proteina u permeatu je bitna zbog mogućnosti uticaja na promenu pH vrednosti tokom termičkog tretmana permeata. Naime, Donskaja i sar. (1978) pokazali su da se dodatkom proteina mleka ili surutke u permeat u koncentraciji većoj od 0,7% sprečava taloženje Ca-fosfata pri njegovom zagrevanju, iz čega sledi zaključak o protektivnoj ulozi ovih proteina. Zagrevanjem permeata bez dodatka proteina pri pH=6,6 i temperaturi 60ºC, taloži se 40% prisutnog kalcijuma i 25% fosfora, čime se snižava pH permeata za oko 0,47 jedinica. Zagrevanjem na 90ºC precipituje 60% kalcijuma i 30 % fosfora snižavajući pH za 0,64 jedinice. Do opadanja pH vrednosti dolazi zbog oslobađanja jona HPO_4^{2-} i PO_4^{3-} s obzirom na to da se od njih odvojio Ca radi stvaranja taloga trikalcijum-fosfata. Pri pH vrednosti permeata od 6,0 ne dolazi do precipitacije Ca-fosfata, jer je drugi jon fosforne kiseline ne disosovan.



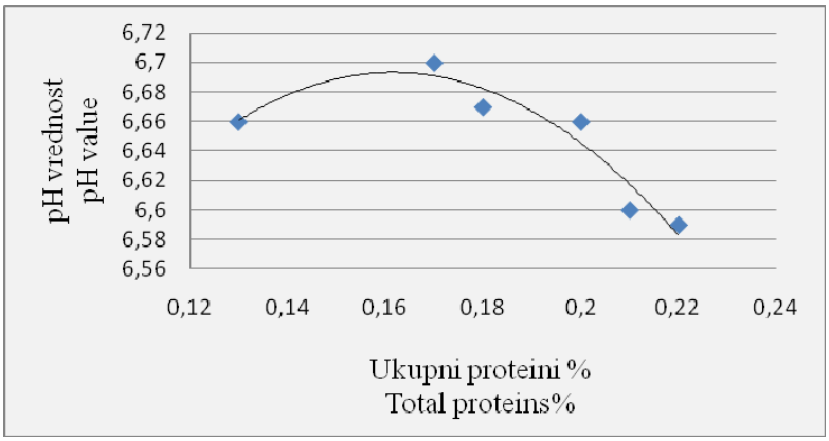
Slika 1. MEĐUSOBNI ODNOS pH VREDNOSTI I TITRACIONE KISELOSTI PERMEATA
Figure 1. CORRELATION OF pH VALUE AND TITRABLE ACIDITY OF PERMEATE

Međusobni odnos ukupnih proteina permeata i titracione kiselosti može se prikazati sledećom formulom:

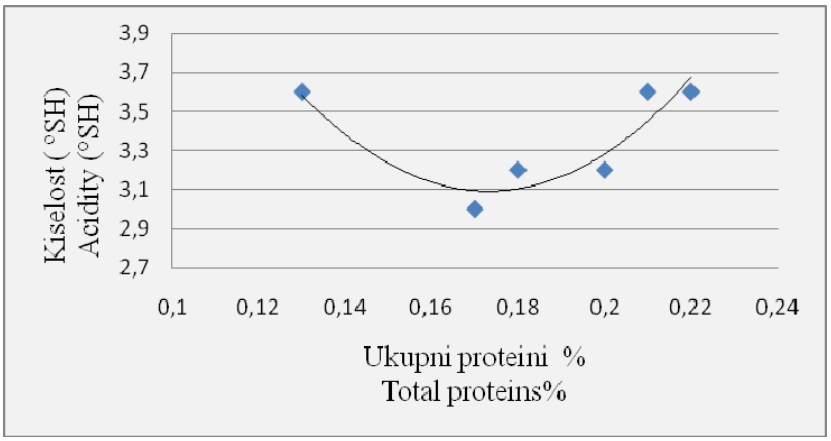
$$y = 265{,}74x^2 - 92{,}023x + 11{,}059 \quad (3)$$

sa koeficijentom determinacije R^2 = 0,8512 i vredi za ukupne proteine permeata u intervalu 0,13-0,22%.

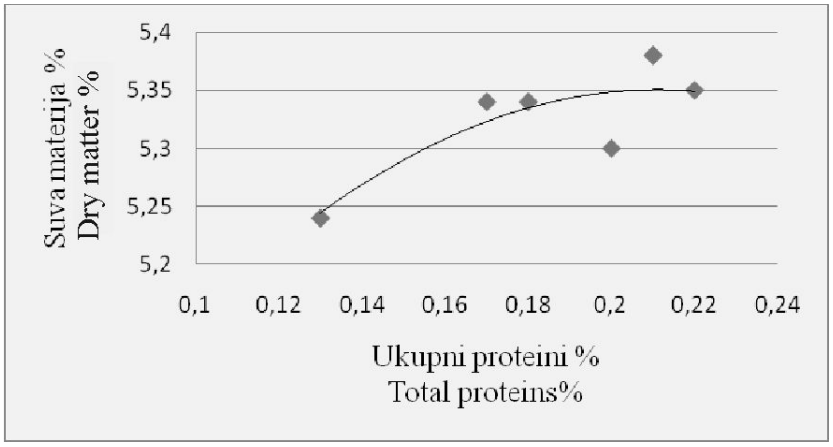
Sadržaj suve materije varirao je od 5,24% do 5,38%, sa srednjom vrednošću 5,32%, a sadržaj pepela je bio u intervalu 0,36% do 0,51%, sa srednjom vrednošću 0,46%. Coton (1980) je referisao više vrednosti u odnosu na dobijene rezultate, odnosno 0,5% pepela, dok je sadržaj suve materije bio 5,7%, identičan navodima Rennera i Abd El-Salam-a (1991). Geilman i sar. (1992) su za proizvodnju elektrolitnog napitka koristili permeat mleka sa 4,95% suve materije i 0,40% pepela, pa je za preporuku usmeravanje ispitivanih uzoraka permeata za dobijanje sportskih napitaka koji mogu da poboljšaju fizičke i fiziološke perfor



Slika 2. MEĐUSOBNI ODNOS pH VREDNOSTI I UKUPNIH PROTEINA PERMEATA
Figure 2. CORRELATION OF pH VALUE AND TOTAL PROTEINS OF PERMEATE



Slika 3. MEĐUSOBNI ODNOS UKUPNIH PROTEINA I KISELOSTI (°SH) PERMEATA
Figure 3. INTERRELATIONSHIP OF TOTAL PROTEINS AND ACIDITY (°SH) OF PERMEATES



Slika 4. MEĐUSOBNI ODNOS UKUPNIH PROTEINA I KISELOSTI (°SH) PERMEATA
Figure 4. INTERRELATIONSHIP OF TOTAL PROTEINS AND DRY MATTER OF PERMEATES

manse konzumenta (Abd El-Khair, 2009; Murray and Stofan, 2001; Sawka and Montain, 2000). Koeficijent varijacije sadržaja suve materije ispitivanih uzoraka permeata bio je 0,94, a koeficijent varijacije sadržaja pepela 13,04. Uočljivo je da postoje veća odstupanja pojedinačnih uzoraka u kvantitativnoj zastupljenosti mineralnih materija u odnosu na srednju vrednost, a da su niske varijacije u sadržaju suve materije kompenzovane izraženom varijabilnošću neke od komponenata koja nije bila predmet analize.

Međusobni odnos ukupnih proteina i suve materije (slika 4) može se prikazati formulom:

$$y = -16{,}177x^2 + 6{,}8271x + 4{,}6301 \quad (4)$$

sa koeficijentom determinacije R^2 = 0,7028 i vredi za ukupne proteine permeata u intervalu 0,13-0,22%.

Iz matematičkog formalizma (4) uočljivo je da u ispitivanom intervalu sa porastom sadržaja proteina raste i količina suve materije, i to u vidu kvadratne funkcije. Iako je poznato da molekule veće od promera pora ostaju na membrani i koncentrišu se u retentatu, a manje molekule odlaze zajedno sa vodom u permeat, tokom UF procesa deo manjih molekula asocira sa proteinima i zaostaje u koncentratu (Glover, 1971; Green i sar., 1984). U zavisnosti od stepena koncentrisanja u retentatu može zaostati i do 100% proteina od ukupne količine koja se nalazi u tretiranom mleku (Bruhn, 2002). Iz toga proizilazi da prolazak izvesne količine proteina u permeat, što je slučaj sa našim uzorcima, istovremeno smanjuje verovatnoću zadržavanja manjih, sa proteinima asociranih molekula, u koncentratu, što podržava dobijeni formalizam (4).

Budući da je u novije vreme permeat postao predmet interesovanja industrije bezalkoholih pića i da je razvijeno više različitih formula napitaka na bazi mlečnog permeata (Coton, 1980; Geilman i sar., 1990; Geilman i sar., 1992), kao i napitaka za sportiste, a koji se nalaze u grupi funkcionalnih napitaka (Williams, 2001), valorizacija permeata i usmeravanje u dalju preradu dobija sve više na značaju.

ZAKLJUČAK

Na tehnološkoj liniji za ultrafiltraciju mleka u pogonu AD "Mlekara" Šabac pri proizvodnji feta sira i svežeg sira, kao sporedni proizvod dobija se 15000-16000 L permeata/smeni.

Hemijskom analizom permeata utvrđeno je da njihov sastav neznatno varira i prosečno iznosi: suva materija je 5,32%, ukupni proteini 0,18%, pepeo 0,46%, a prisustvo mlečne masti nije utvrđeno. Prosečna pH vrednost permeata iznosila je pH= 6,65, a titraciona kiselost 3,37ºSH.

Eksperimentalni rezultati su pokazali da postoji međusobni odnos između pH vrednosti i titracione kiselosti, ukupnih proteina i pH vrednosti, titracione kiselosti i sadržaja ukupnih proteina, ukupnih proteina i suve materije analiziranih permeata, koji se može iskazati matematičkim formalizom uz određeni koeficijent determinacije.

S obzirom da literaturni podaci ukazuju na visok sadržaj laktoze (80-85% ukupne suve materije) u permeatu, prisustvo drugih materija, a pre svih proteina, predstavlja ozbiljan ekološki rizik pri eventulanom ispuštanju permeata u životnu sredinu. Stoga je valorizacija permeata i usmeravanje za dobijanje novih proizvoda, od izuzetnog ekološkog, ekonomskog i tehnološkog značaja.

LITERATURA

Abd El-Khair, A.A. 2009: Formulation of Milk Permeate for Utilization as Electrolyte Beverages. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 572-578.

Adamović, O., Stojanović, B., Grubić, G. 2004: Sporedni proizvodi industrije mleka – izvori hranljivih materija za ishranu podmlatka domaćih životinja, Zbornik radova, ed. P. Puđa, S. Jovanović, Beograd, 191-194.

Bastian, E. D., Collinge S. K., Ernstrom C. A. 1991. Ultrafiltration: Partitioning of Milk Constituents in Permeate and Retanteate. J Dairy Sci 74:2423-2434.

Boer, de R., Zomerman, J.J, Hiddink, J., Aufderheyde, J., Swaay, van W.P.M., Smolders, C.A. (1980): Journal of Dairy Science 45, 1522-28.

Bruhn, J. (2002): Latest development in farm ultrafiltration. 1.History of onfarm ultrafiltration of milk. J. Animal Sci., 84.

Carić, M., Milanović, S.,Vucelja D. (2000): Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, Prometej, Novi Sad, 204.

Carić, M., Milanović, S. (1995): Savremene mogućnosti iskorišćenja sporednih proizvoda u tehnologiji mleka, Ekotehnologija u prehrambenoj industriji i biotehnologiji, ed. J. Baras, 153-164.

Coton, S. G. (1980): The utilisation of permeates from ultrafiltration of whey and skim milk. J. of the Soc. of Dairy Tech. 33-89.

Covacevich, H. R., F. V. Kosikowski. 1978: Mozzarella and Cheddar cheese manufacture by ultrafiltration principles. J. Dairy Sci. 61:701–709.

Creamer, L. K., M. Iyer, J. Lelievre. 1987: Effect of various levels of rennet addition on characteristics of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk. N.Z. J. Dairy Sci. Technol. 22:205–214.

Donskaja, G.A., Tihomirova, G.P., Kosarinskaja, R.K., Kuzmin, V.M., Žamakočjan, M.S., Potrapova, M.A. (1978): Moločnaja Promišljenost 24-25.

Edelsten, D., M. Meersohn, P. Friis, E. W. Nielsen, K. L. Sørensen, and E. Gudmand-Høyer (1983): Production of skim milk powder with lactose content reduced by ultrafiltration. Milchwissenschaft 38:261–263.

Emstrom, *C.* A., B. J. Sutherlmd, G. W. Jameson 1980: *Cheese* base for processing: a high yield product from whole milk by ultrafiiltration. J. *Dairy* Sci. 63:228.

Fleming, R. (2004): On-Farm Concentration of Raw Milk www.dallasmacom/present/farmconc.

Geilman, W.G., D. Schmidt, C. Herfurth-Kennedy and J. Path (1990): Potential of milk permeate as an electrolyte beverage. J. Dairy Sci., 73(1): 94.

Geilman, W.G., D. Schmidt, C. Herfurth-Kennedy, J. Path and J.S. Cullor (1992): Production of an electrolyte beverage from milk permeate. J. Dairy Sci., 75: 2346-2369.

Glover, F.A. (1985): Ultrafiltration and Reverze Osmosis for Dairy Industry, Bulletin No.5, National Institute for Research in Dairying, Reading, Great Britain, pp 207.

Glover, F. A. (1971): Concentration of milk by ultrafiltration and reverse osmosis. J. Dairy Res. 38:373.

Green, M. L, K. J. Scott, M. Anderson, M. C. A. Griffin, F. A. Glover (1984): Chemical characterisation of milk concentration by ultrafiltration. J. Dairy Res. 51:267.

Horton, B. S. 1997: Whatever happened to the ultrafiltration of milk? Aust. J. Dairy Technol. 52:47–49.

Jonson, M. (1998): Making cheese with UF raw milk.Dairy pipline, 10, 2,

Kelly, P.M. (1982): Journal of Dairy Research 49, 119-26.

Keogh Kieran M., Murray C.A. and O´Kennedy, B T. (2003): Effects of ultrafiltration of whole milk on some properties of spray-dried milk powders. International Dairy Journal 995-1002.

Kosikowski, F. V. (1979): Low lactose yogurts and milk beverages by ultrafiltration. J. Dairy Sci. 62:41–46.

Lelievre, J., L. K. Creamer, K. L. Tate 1990: Inhibition of calf vell and microbial rennet action by whey protein concentrate. Milchwissenschaft 45:2:71–75.

Mann, E. J. (1989): Whey utilization – part 1. Dairy Ind. Int. 54(7):10.

Maubois, J. L., G. Mocquot 1975: Application of membrane ultrafiltration to preparation of various types of cheese. J. Dairy Sci. 58:1001–1007.

Murray, R., J. Stofan, 2001. Formulating carbohydrate-electrolyte drinks for optimal efficacy. In: Maughan R, Murray R, eds. Sports Drinks, Basic Science and Practical Aspects. Boca Raton, FL: CRC Press, 183-195.

Ostojić, M. (1983): Dekomponovanje mleka ultrafiltracijom sa osvrtom na hemiljski sastav retentata i permeata. Magistarski rad. Univerzitet Novi Sad, Poljoprivredni fakultet. 6-18.

Ostojić M., Karić M: Mogućnost primene membranskih procesa u proizvodnji mleka. Zbornik naučnih radova, Vol. 11 br. 3-4 (2005) 103-114.

Patel, R. S., H. Reuter, D. Prokopek, S. Sachdeva (1991): Manufacture of low lactose powder using ultrafiltration technology. Food Sci. Technol. 24:338–340.

Renner, E., Abd El-Salam, M.H. (1991): Application of Ultrafiltation in the Dairy Industry, Elsevier Science Publishers Ltd, Barking, 315-343.

Ryder, D. N. (1985): Use of membranes in the manufacture of hard and semi-hard cheeses. *Desalination,* 53: 129-133.

Sawka, M.N. and S.J. Montain, (2000): Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. Am. J. Clin. Nutr., 72: 564S-572S.

Yan, S.H., Hill, C.G.J., Amundos, C.H. (1979): Journal of Dairy Science 62, 23-40.

Williams, L.A., (2001): Trend setting drinks: The new developments and trends that will be shaping their industry in the years to come. The World of Food Ingredients, 50(52): 45-4.

SUMMARY

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF PERMEATES FROM ULTRAFILTRATION OF WHOLE MILK IN PROCESSING OF FETA AND FRESH CHEESE

[1]Dragana D. Ilić, [2]Spasenija D. Milanović, [1]Dragica M. Đurđević Milošević

[1]Higher Technological School of Professional Studies in Šabac, Serbia
[2]University of Novi Sad, Faculty of Technology, Serbia

Chemical characterization of permeates produced by milk ultrafiltration (UF) in feta cheese and fresh cheese production in AD „Mlekara" Sabac was the object of this study.

Milk concentration by ultrafiltration (UF) was carried out by using polysulfone membranes in UF module with capacity of 5000 L of milk per hour, with continuous sampling of permeate.

Chemical characterization showed mean value: 5.32%, 0.18%, 0.46% for dry matter, total proteins and ash, respectively. Milk fat in permeates was not detected. Mean pH value of permeates was 6.65, and mean value of titratable acidity was 3.37 ºSH.

The obtained results showed slight variation in chemical composition of permeates as well as interrelationship between some chemical characteristics.

Key words ultrafiltration • permeate • chemical characteristics

[1] JELENA V. ŽIVKOVIĆ
[2] SLAVICA M. SUNARIĆ
[3] RADMILA M. PAVLOVIĆ
[4] NATAŠA V. TRUTIĆ
[5] GORDANA M. KOCIĆ
[6] GORAN M. NIKOLIĆ
[7] TATJANA V. JOVANOVIĆ

[1-4,6] University of Niš, Medical Faculty of Niš, Department of Pharmacy, Serbia
[5] University of Niš, Medical Faculty of Niš, Department of Biochemistry, Serbia
[7] University of Niš, Medical Faculty of Niš, Department of Physics, Serbia

SCIENTIFIC PAPER

UDK:637.12:547.56

THE INFLUENCE OF PHENOLIC COMPOUNDS ADDITION ON ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COW MILK*

There is an increasing interest among consumers in food products recognized as beneficial to health, having greater nutritional value, lower fats and rich bioactive components. Plant polyphenols are multifunctional and have powerful antioxidant activities *in vitro* as they are capable to scavenge a wide range of reactive oxygen, nitrogen, and chlorine species, such as superoxide, hydroxyl radical, peroxyl radicals, hypochlorous acid, and peroxynitrous acid. Also, phenolics are biologically active compounds that may possess some disease-preventive properties. Milk has been an important medium for nutrient fortification for many years. In order to determine the effect of addition on phenolic compounds (gallic acid, vanillin and rutin) to milk, total phenolic content and antioxidant activity were analysed. The highest antioxidative activity was noticed in milk to which gallic acid was added (5 mg/L) (2.54 ± 0.14) mL milk mg^{-1} DPPH. Antioxidant activity was higher in milk to which rutin was added as compared to milk to which vanilllin was added, assuming that both phenolics are previosly added to milk in the same concentration (25 mg/L). The data obtained from the antioxidant activity measurements of cow milk show that the phenolic compound may be useful for production of new functional dairy products, especially milk with rutin and vanillin addition.

Key words: antioxidative activity • milk • total phenolics • DPPH method • gallic acid • rutin • vanillin

* This Work was suported by the Ministry of Science, Technology, and Development of Republic of Serbia, Grant No. 19042: Influence on the Technological Procedures of Processing on Biochemistry of Milk and Medical Justification of New Dietary Products for Population at Risk.

Corresponding author:
Dr Jelena Živković, Medical Faculty of Niš, Department of Pharmacy, Bulevar Zorana Đinđića 81, 18000 Niš, e-mail: jelenazi2003@yahoo.com

INTRODUCTION

The Mediterranean diet is characterized by a moderate or low consumption of milk and dairy products, mostly in the form of cheese and yogurt. It appears that this dietary pattern allows the favorable effects derived from consumption of dairy products, while other elements of the diet, notably fruit and vegetable intake and moderate wine consumption, may block dairy products-related unfavorable effects (Vasilopoulou *et al*., 2005). Phenolic phytochemicals are the largest category of phyto-chemicals and are most widely distributed in the plant kingdom. The 3 most important groups of dietary phenolics are flavornoids, phenolic acids, and polyphenols. Total phenolic phytochemical intake could be quite high (up to hundreds of milligrams per day). Most of them are antioxidants and have similar biological activities (King and Young, 1999). There isn't an official Recommended Dietary Allowance (RDA) for phenolic phytochemicals and their human requirement is considered to be very small. Also, no RDA for flavonoids has been established. The closest approximation is the American Cancer Society on general recommendations of daily intake of approximately 100 mg of flavonoids per day (Hertog *et al*., 1993).

Milk has been an important medium for nutrient fortification for many years. Due to the importance of milk as a source of dietary calcium, fortifycation of milk with vitamin D has been practiced in the U.S. since the 1930s (Shortt and O'Brien, 2004). Fortification of milk with phenolic phytochemical has not been often applied so far. The addition of phenolic compound (PC) is derived from wood smoke producing desirable sensory attributes to cheese (Besle *et al*., 2010). In investigation of influence of Pycnogenol, French marine bark extract added to yogurt preparation has been suggested (Ruggeri *et al*., 2008) as a valuable ingredient component to enrich yogurt preparation. Gallic acid, or 3,4,5-trihydroxybenzoic acid, has anticarcinogenic and antioxidant effects (Méndez *et al*., 2003). Flavonoids are relatively new concepts in food and therefore are likely to be unfamiliar to consumers (Lampila *et al*., 2009). It was reported that vanillin acts as an antioxidant in complex foods containing polyunsaturated fatty acids and possess antimicrobial properties (Hansen and Heinis, 1991; Bartolomé *et al*., 2000; Cerruti *et al*., 1997).

The aim of this study was to determine total phenolic content and evaluate antioxidant properties using 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl free radical (DPPH) in milk with phenolic compound addition. Also, we tried to develop the idea of functional dairy products with high antioxidant activities to combat the risk of degenerative diseases.

MATERIALS AND METHODS

Reagents and apparatus

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl hydrate and vanillin were obtained from Sigma-Aldrich Chemie, Steinheim,

Germany. Gallic acid and rutin (Fluka A.G., Buchs, Switzerland) were used. All other chemicals and solvents used were of high analytical grade. The solution of vanillin and rutin was prepared in concentration of 1.25 mg/mL diluted in methanol, while gallic acid was prepared in the same solvent but in lower concentration (0.25 mg/mL). Then, 100 μL of previous prepared solution of phenolic compound was mixed with 5 mL milk. The final concentrations of added phenolics were shown in table 1. The solution of DPPH in methanol ($6x10^{-5}$ mol/L) was prepared daily before measurements. The absorbance change was followed spectrophotometrically by Evolution 60 UV/VIS spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific USA).

Milk sample

Cow (UHT) milk (2.8% fat content) was collected from a local shop. The sample was taken immediately after opening the milk carton to ensure that values reflected the antioxidant capacity of fresh milk. To provide milk deproteinisation, absolute ethanol was added (1:1; v/v) in the aliquot of milk. The sample was kept for 20 min at -20°C, and centrifuged (4000*g*) for 30 min at 4°C to remove turbidity. After separation of supernatant the processses of etanol addition, cooling and centrifugation were repeated. Furthemore, finally obtained supernatant was analysed.

Quantification of the phenolics

Total phenolics were determined in milk sample by Folin-Ciocalteu method (Singleton *et al.*, 1999). For the preparation of calibration curve, 0.1 mL aliquots of 0.020 mg/mL, 0.040 mg/mL, 0.060 mg/mL, 0.080 mg/mL and 0.100 mg/mL of gallic acid solutions in ethanol were mixed with 7.9 mL of H_2O, 0.5 mL of Folin-Ciocalteu reagent and 1.5 mL of 20 % sodium carbonate. Control sample was the distilled water. The absorption was read after 2 hrs. at 20°C and 765 nm, and the calibration curve was drawn. A volume of 0.1 mL of milk sample was mixed with the same reagents as described above, and after 2 hrs. the absorption was measured for the determination of phenolics. The total concentration of phenolic compounds was expressed as mg of gallic acid equivalents (GAE) per liter of milk, using a standard curve of gallic acid concentration against absorption at 765 nm.

DPPH free radical scavenging activity

The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity was carried out according to the method described by Miliauskas *et al.* (2004), and as described in our previous papers (Živković *et al.*, 2009; Sunaric *et al.*, 2010). The reduction of 60 μM DPPH in methanol was followed by monitorring a decrease of its absorbance at 515 nm. The antioxidative capacity or EC_{50} value could be calculated, defined as the amount of milk necessary to decrease the initial DPPH concentration by 50% and expressed as mL of milk mg^{-1} DPPH. In this method, the lower the EC_{50} value, the higher the content of antioxidants in milk. Therefore, the lower the EC_{50} value, the less milk is needed to reduce the concentration of DPPH to 50%.

RESULTS AND DISCUSSION

In our investigation, we determine first the content of phenolic compounds, while the second step related to quantification of the DPPH radical scavenging activity. The total phenolic (TP) content is often used to explain antioxidant activity though it is unlikely to account for antioxidant capacity and activity (Kähkönen *et al.*, 1999).

The results of (TP)s content and antioxidative activity of UHT milk with phenolic compounds addition were shown in Table 1.

The highest content of total phenolic compounds (110.21±0.30) mg/L, expressed as GAE was determined in the milk sample with vanillin addition, while the lowest was determinated in the control sample (75.73±0.26) mg/L. The Folin-Ciocalteau method was already used in the determination of total phenolics of breast milk and formula (Wende *et al.*, 2009). The results obtained for total phenolic content in that research are much higher compared to cow milk and ranged from 329 mg/kg to 797 mg/kg, expressed as ferulic acid equivalents.

The occurrence of (PC)s in milk and dairy products may be a conesquence of several factors, e.g., the consumption of particular fodder crops by cattle, the catabolism of proteins by bacteria, contamination with sanitising agents, process-induced incorporation or their deliberate addition as specific flavouring or functional ingredients. The consumption of PC-rich foods by cattle can affect ruminant health and the yield and quality of milk (O'Connell and Fox, 2001).

The highest antioxidative activity (lowest EC_{50}) produced milk with gallic acid addition (5 mg/L), (2.54±0.14) mL milk mg^{-1} DPPH. Antioxidant activity was higher in milk to which flavonoid rutin was added, compared to milk with vanilllin addition, assuming that both phenolics have been previously added to milk in the same concentration (25 mg/L). Basic UHT cow milk (2.8% fat content) with no phenolics addition expressed the lowest antioxidant activity, (5.54 ± 0.10) mL milk mg^{-1} DPPH.

The addition of different antioxidants to milk can prevent milk lipid oxidation, provide milk quality, have possible effects by strengthening the defence against oxidative stress and give an important contribution to the consumers' health. The pharmacological, and medical properties of the flavonoids have been extensively revie-

Table 1. TOTAL PHENOLICS AND ANTIOXIDATIVE ACTIVITY OF UHT MILK WITH PHENOLIC COMPOUNDS ADDITION

Tabela 1. UKUPNI FENOLI I ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST UHT MLEKA SA DODATKOM FENOLNIH JEDINJENJA

Sample	Concentration of added phenolics (mg/L)	TP (mg gallic acid equivalents/L)	EC_{50} mL milk mg^{-1} DPPH
Control*	-	75.73 ± 0.26**	5.54 ± 0.10
Gallic acid	5	81.18 ± 0.28	2.54 ± 0.14
Vanillin	25	110.21 ± 0.30	5.01 ± 0.12
Rutin	25	105.12 ± 0.31	2.75 ± 0.11

*Milk (2.8%) fat content

**Values are presented as means ± SD (from three separate experiments).

wed (Silva *et al.*, 2002), but flavonoids are relatively new concepts in food and therefore likely to be unfamiliar to consumers. Vanillin provides several major advantages over other flavourings and its flavouring characteristics are well accepted. The data obtained from the antioxidant activity measurements of cow milk show that the phenolic compound may be useful for production of new functional dairy products, especially milk with rutin and vanillin addition.

REFERENCES

Bartolomé, B., Estrella, I., Hernández, M.T.: Interaction of Low Molecular Weight Phenolics with Proteins (BSA). Food science, 65 (4) (2000) 617-621.

Besle, J. M., Viala, D., Martin, B., Pradel, P., Meunier, B., Berdagué, J. L. Fraisse, D. Lamaison, J. L. , Coulon, J. B.: Ultraviolet-absorbing compounds in milk are related to forage polyphenols. Journal of Dairy Science, 93 (7) (2010) 2846-2856.

Cerruti, P., Alzamora, S. M., Vidales, S. L.: Vanillin as an Antimicrobial for Producing Shelf-stable Strawberry Puree. Journal of Food Science, 62 (3) (1997) 608-610.

Hansen, A. P., Heinis, J. J.: Decrease of vanillin flavor perception in the presence of casein and whey proteins. Journal of Dairy Science, 74 (1991) 2936-2940.

Hertog, M. G., Feskens, E. J., Kromhout, D., Hollman, P. C., Katan, M. B.: Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. Lancet, 342 (8878) (1993) 1007-1011.

Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., Heinonen, M.: Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47 (1999) 3954-3962.

King, A., Young, G.: Characteristics and Occurrence of Phenolic Phytochemicals. Journal of the American Dietetic Association, 99 (2) (1999) 213-218.

Lampila, P., van Lieshout, M., Gremmen, B., Lähteenmäki, L.: Consumer attitudes towards enhanced flavonoid content in fruit. Food Research International, 42 (1) (2009) 122-129.

Méndez, del Mar Vendez, C., Forster, M. P., Rodréguez-Delgado, M. Á., Rodríguez-Rodríguez, E. M., Romero, C. D.: Content of free phenolic compounds in bananas from Tenerife (Canary Islands) and Ecuador. European Food Research and Technology, 217 (4) (2003) 287–290.

Miliauskas, G., Venskutonis, P. R., van Beek, T. A.: Screening of radical scavenging ativity of some medicinal and aromatic plant extracts, Food Chemistry, 85 (2004) 231-237.

O'Connell, J. E., Fox, P. F.: Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. International Dairy Journal, 11 (2001) 103-120.

Shortt, C., O'Brien, J.: Handbook of Functional Dairy Products, CRC Press LLC, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C. (2004) 281-282.

Ruggeri, S., Straniero, R., Pacifico, S., Aguzzi, A., Virgili, F.: French marine bark extract pycnogenol as a possible enrichment ingredient for yogurt. Journal of Dairy Science, 91(12) (2008) 4484-4491.

Silva, M. M., Santos, M. R., Caroço, G., Rocha, R., Justino, G. , Mira, L.: Structure-antioxidant Activity Relationships of Flavonoids: A Re-examination. Free Radical Research, 36 (2002) 1219-1227.

Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M.: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Cicoalteu reagent. In: L. Packer (Ed.), Methods in Enzymology, Oxidant and Antioxidants (Part A) Vol. 299, San Diego, CA: Academic Press, (1999) 152-178.

Sunaric S. M. Zivkovic, J. V., Trutic N. V., Pavlovic R. M., Kocic G. M. Nikolic G. M. , Mujic I. O.: Evaluation of antioxidative capacity of pasteurized and UHT cow milk by using DPPH radical scavenging method. 48th Meeting of the Serbian Chemical Society, Novi Sad, Sebia, (2010) 234-236.

Vasilopoulou, E., Georga, K., Bjoerkov Joergensen, M. Naska, A., Trichopoulou, A.: The Antioxidant Properties of Greek Foods and the Flavonoid Content of the Mediterranean Menu. Curr. Med. Chem.-Immun., Endoc. & Metab. Agents, 5 (2005) 33-45.

Wende, L, Hosseinian, F. S., Tsopmo, A., Friel, J. K., Beta, T.: Evaluation of antioxidant capacity and aroma quality of breast milk. Nutrition, 25 (2009) 105-114.

Živković, J., Sunarić, S., Trutić N., Pavlović R., Kocić G., Nikolić G., Jovanović T.: DPPH Radical-Scavenging Activity of Pasteurized Cow Milk. Food industry – milk and diary products, 20 (1-2) (2009) 45-47.

IZVOD

UTICAJ DODATKA FENOLNIH MATERIJA NA ANTIOKSIDATIVNU AKTIVNOST KRAVLJEG MLEKA

[1]Jelena V. Živković, [2]Slavica M. Sunarić, [3]Radmila M. Pavlović, [4]Nataša V. Trutić, [5]Gordana M. Kocić, [6]Goran M. Nikolić, [7]Tatjana V. Jovanović

[1-4,6] Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Niš, Departman za farmaciju, Srbija
[5] Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Niš, Departman za biohemiju, Srbija
[7] Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Niš, Departman za fiziku, Srbija

Postoji veliko interesovanje potrošača za prehrambene proizvode koji deluju blagotvorno na zdravlje, poseduju veću nutritivnu vrednost, mali sadržaj masti i visok sadržaj bioaktivnih komponenti. Biljni polifenoli su multifunkcionalni, poseduju izraženu antioksidativnu aktivnost *in vitro*, vrše skevedžing širokog spektra reaktivnih kiseoničnih, azotovih i hloridnih vrsta, kao što su superoksidni, hidroksilni radikal, peroksidni radikal, hipohlorna kiselina i peroksinitratna kiselina. Takođe, fenolne materije su biološki aktivne komponente koje ispoljavaju izvesno delovanje u cilju preveniranja bolesti. Mleko je dugi niz godina važan medijum za dodavanje hranljivih materija. U cilju određivanja delovanja dodatka fenolnih materija (galne kiseline, rutina i vanilina) u mleko, određen je sadržaj ukupnih fenolnih materija i antioksidativna aktivnost. Najveću antioksidativnu aktivnost ispoljava mleko sa dodatkom galne kiseline (5 mg/L) (2,54 ± 0,14) mL mleka mg^{-1} DPPH. Veću antioksidativnu aktivnost ima mleko sa dodatkom rutina u poređenju sa mlekom sa dodatkom vanilina, s obzirom da su oba fenolna jedinjenja prethodno dodata u mleko u istoj koncentraciji (25 mg/L). Dobijeni rezultati za antioksidativnu aktivnost pokazuju da se fenolne materije mogu koristiti za proizvodnju novih funkcionalnih mlečnih proizvoda, posebno mleka obogaćenog rutinom i vanilinom.

Ključne reči: antioksidativna aktivnost • ukupni fenoli • DPPH metod • galna kiselina • rutin • vanilin

[1]NEBOJŠA P. MILOSAVLJEVIĆ
[2]NATAŠA M. JOKOVIĆ
[3]NIKO S. RADULOVIĆ
[3]POLINA D. BLAGOJEVIĆ
[2]DRAGIŠA S. SAVIĆ

[1]Visoka poljoprivredno-prehrambena škola, Prokuplje, Srbija
[2]Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija
[3] Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Odeljenje za hemiju, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 543.92:[637.354:636.32/.38](497.11-11)

ISPARLJIVA JEDINJENJA PIROTSKOG KAČKAVALJA OD OVČIJEG MLEKA

"Pirotski kačkavalj" je tradicionalna vrsta tvrdog sira koji se proizvodi u regionu Pirota (Istočna Srbija) kao tradicionalni mlečni proizvod. Proizvodi se od punomasnog kravljeg ili ovčijeg mleka bez dodavanja starter kultura. Zrenje sira vrši se tradicionalno u domaćinstvima i može se konzumirati kao 'mlad' (nakon 30 dana zrenja) ili 'star' (nakon 2 meseca zrenja).

U ovom radu, tehnika ekstrakcije bez rastvarača (HS-SPME) u kombinaciji sa gasno-masenom spektrometrijom (GC/MS) korišćena je za ekstrakciju i identifikaciju isparljivih jedinjenja Pirotskog kačkavalja pripremljenog od ovčijeg mleka.

Primenjenim tehnikama identifikovano je ukupno 70 jedinjenja: masnih kiselina (C2-C10), metil-, etil-, propil- i butil-estara, primarne i sekundarne alkohole (C2-C9), ketone (uglavnom 2-metil) i aldehide. Najveći udeo u ukupnim isparljivim jedinjenjima čine masne kiseline i alkoholi. Etanol je identifikovan u najvećoj količini, a što objašnjava činjenicu da najveći broj identifikovanih estara čine etil-derivati (etil-acetat, etil-butanoat i etil-heksanoat). Identifikovane komponente su karakteristična aromatična jedinjenja koja utiču na senzorna svojstva sireva.

Ključne reči: kačkavalj • isparljiva jedinjenja • HS-SPME ekstrakcija • GS/MS

UVOD

Na području Stare planine, a u opštini Pirot, u poslednjih 100 godina razvijena je proizvodnja kačkavalja koji je na širem području poznat pod nazivom Pirotski kačkavalj. Pirotski kačkavalj proizvodili su pastiri u bačijama (stočarskim naseljima u planini) u vreme ispaše ovaca. Proizvodili su ga tradicionalno, parenjem dozrelih baskija i ručnim oblikovanjem koluta sira.

U klimatskim uslovima Stare planine, zrenje i soljenje sira rezultiralo je prepoznatljivošću ukusa pirotskog kačkavalja (Mijačević i sar., 2005).

Pirotski kačkavalj je jedan od različitih varijeteta sireva parenog testa tzv. Pasta-Filata-Cheese. Veliki broj evropskih tradicionalnih sireva potiče sa mediteranskog područja, a sve ih karakteriše proizvodnja na malim farmama, radionicama, u malim količinama, sa jedinstvenim neponovljivim kvalitetom. S druge strane, ovi sirevi imaju dodatnu vrednost s obzirom na specifične senzorne karakteristike, a posebnu vrednost predstavlja lepota priče koja ih prati, priča o kulturi naroda koji ih proizvodi (Mijačević i sar., 2005).

Isparljive komponente sira, naročito one koje utiču na ukus, bile su predmet istraživanja mnogih autora. Istraženo je više vrsta sireva: Gruyère, Manchego i Ragusano (Mallia i sar., 2005); Provola dei Nebrodi (Ziino i sar., 2005); Pecorino (Randazzo i sar., 2008). Cilj ovog rada je određivanje isparljivih komponenti koje utiču na senzorna svojstva Pirotskog kačkavalja proizvedenog od ovčijeg mleka. Praćena je promena sastava isparljivih komponenti u toku zrenja kačkavalja od 30 dana.

MATERIJAL I METODI

U radu je korišćen kačkavalj proizveden od ovčijeg mleka. Kačkavalj je dobijen tradicionalnim postupkom izrade i zrenja u Mlekarskoj školi ,,Dr Obren Pejić" u Pirotu (Jugoistočna Srbija). Uzorci za istraživanje su uzimani sukcesivno 1 (OK1), 5(OK2), 20 (OK3) i 30-tog (OK4) dana nakon kalupljenja. Uzorci su tokom transporta čuvani na ≈ +4°C, a do momenta istraživanja na ≈ -18°C.

Isparljive komponente iz uzoraka kačkavalja određivane su gasno-masenom spektrometrijom (GC/MS) nakon ekstrakcije isparljivih jedinjenja u vazdušnom sloju iznad uzorka tehnikom bez rastvarača (HS-SPME - headspace solid-phase microextraction). Isparljiva jedinjenja su ekstrahovana komercijalnim vlaknima (Supelco, Bellefonte, PA, USA) sa slojem polidimetilsiloksana (PDMS - 100μm) i poliakrilata (PA - 85μm). GC/MS analize rađene su na uređaju Hewlett-Packard 6890N sa colonom HP-5MS (5% fenilmetilsiloksan, 30m×0,25 mm, debljina filma 0,25 μm, Agilent Technologies, USA). Vlakna zasićena isparljivim jedinjenjima uzoraka držana su 10 min. u injektoru na 250°C, a u cilju desorpcije isparljivih jedinjenja. Temperatura identifikacije je bila 45°C u roku 5 min., zatim povećavana do 250°C brzinom 10°C/min i održavana sledećih 10 min. na toj temperaturi. Protok gasa (helijum) kroz uređaj je održavan konstantno 1 mL/min.

REZULTATI I DISKUSIJA

Upoređivanjem retencionih vremena ekstrahovanih jedinjenja na hromatogramu sa podacima iz baze podataka identifikovano je 70 isparljivih jedinjenja koja pripadaju različitim organskim klasama jedinjenja. Rezultati za GC-MS analize uzoraka Pirotskog kačkavalja prikazani su u tabelama 1-6 kao procentualni udeo koji ima određeno jedinjenje u odnosu na ukupno ekstrahovana jedinjenja. U tabelama 1-5 prikazana su jedinjenja izolovana PA vlaknima, dok su u tabeli 6 data jedinjenja koja su izolovana jedino korišćenjem PDMS vlakana.

U uzorcima kačkavalja detektovane su monokarbonske kiseline srednje dužine lanaca (tabela 1). Sirćetna, bu-

Adresa autora:
Prof. dr Dragiša Savić, Tehnološki fakultet, Bulevar oslobođenja 124, 16000 Leskovac, Srbija,
tel.: +381631068531,
e-mail: savic_d@yahoo.com

terna, heksanova (kapronska) i oktanoična kiselina prisutne su tokom svih faza zrenja, dok su 2-metil butanoična, 3-metil butanoična i dekanoična kiselina prisutne u kasnijim (5, 20 i 30 dan zrenja) fazama zrenja. Ostale monokarbonske kiseline ekstrahovane su iz pojedinačnih uzoraka kačkavalja.

Tabela 1. MONOKARBONSKE KISELINE EKSTRAHOVANE PA VLAKNIMA IZ UZORAKA KAČKAVALJA
Table 1. MONOCARBONIC ACIDS EXTRACTED FROM CHEESE SAMPLES BY MEANS OF PA FIBRES

Detektovane kiseline	Uzorci kačkavalja			
	OK1	OK2	OK3	OK4
Sirćetna kiselina	tr	4,02	7,75	16,90
2-Metilpropanska kiselina	-	1,20	tr	-
Butanska kiselina	13,37	35,64	45,85	32,64
2-Metilbutanska kiselina	-	0,50	0,33	tr
3-Metilbutanska kiselina	-	1,61	0,87	0,80
Pentanska kiselina	-	0,20	-	-
Heksanska kiselina	11,59	15,66	19,21	24,25
Oktanska kiselina	tr	1,71	1.75	3,68
Dekanska kiselina	-	0,90	tr	tr
Ukupno kiselina (9)	24,96 (4)	61,45 (9)	75,76 (8)	78,28 (7)

tr-jedinjenja koja su obuhvatala manje od 0,1% površine hromatograma (nalaze se u tragovima)
tr-compounds that comprised less than 0,1% of the chromatogram surface (present in traces)

Tabela 2. ESTRI KISELINA EKSTRAHOVANI PA VLAKNIMA IZ UZORAKA KAČKAVALJA
Table 2. ACID ESTERS EXTRACTED FROM CHEESE SAMPLES BY MEANS OF PA FIBRES

Detektovani estri	Uzorci kačkavalja			
	OK1	OK2	OK3	OK4
Etil-acetat	-	tr	tr	-
Etil-butanoat	-	tr	2,40	tr
Metil-heksanoat	-	tr	tr	-
Etil-3-okso-butanoat,	-	0,10	-	0,34
2-metilpropil-butanoat	-	0,10	-	tr
Etil-heksanoat	-	-	2,62	tr
2-Metilpropil-3-metilbutanoat	-	0,10	-	tr
3-metilbutil-butanoat	-	0,10	-	-
Metil-oktanoat	-	tr	tr	-
Etil-oktanoat	-	0,20	0,55	0,34
Etil-dekanoat	-	0,10	0,22	tr
Ukupno estara (11)	0,00 (0)	0,70 (10)	5,79 (7)	0,69 (7)

tr-jedinjenja koja su obuhvatala manje od 0,1% površine hromatograma (nalaze se u tragovima)
tr-compounds that comprised less than 0,1% of the chromatogram surface (present in traces)

Tabela 3. ALKOHOLI EKSTRAHOVANI PA VLAKNIMA IZ UZORAKA KAČKAVALJA
Table 3. ALCOHOLS EXTRACTED FROM THE CHEESE SAMPLES BY MEANS OF PA FIBRES

Detektovani alkoholi	Uzorci kačkavalja			
	OK1	OK2	OK3	OK4
Etanol	20,86	1,81	2,40	2,53
2-Propanol	-	-	tr	tr
2-Butanol	-	1,41	-	1,38
2-Pentanol	-	5,12	1,53	2,64
3-Metil-1-butanol	14,97	3,01	1,75	5,40
2-Metil-1-butanol	-	1,51	tr	tr
DL-2,3-butandiol	-	0,40	-	-
Butandiol	-	2,31	-	-
2-Heptanol	-	2,11	0,44	0,46
Benzil alkohol	-	0,10	tr	tr
2-Nonanol	-	0,20	0,22	-
2-Feniletanol	-	0,20	tr	tr
Ukupno alkohola (12)	35,83 (2)	18,17 (11)	6,33 (9)	12,41 (9)

tr-jedinjenja koja su obuhvatala manje od 0.1% površine hromatograma (nalaze se u tragovima)
tr-compounds that comprised less than 0.1% of the chromatogram surface (present in traces)

Najveći broj različitih monokarbonskih kiselina detektovan je u uzorku kačkavalja OK2 starosti 5 dana.

Estri su ekstrahovani i detektovani iz svih uzoraka kačkavalja (tabela 2), osim u uzorku OK1. Iz uzoraka OK2, OK3 i OK4 ekstrahovan je najveći broj različitih estara, dok je u ostalim uzorcima detektovano od jedne do tri vrste estra.

Alkoholi su, nakon estara, najzastupljenija jedinjenja u uzorcima kačkavalja (tabela 3). Etanol i 3-metil-1-butanol su detektovani u svim uzorcima kačkavalja dok su 2-pentanol, 2-metil-1-butanol, 2-heptanol i fenil-etil alkohol ekstrahovani iz većeg broja uzoraka. Od aromatičnih alkohola, detektovan je benzil alkohol.

Aldehidi i ketoni predstavljaju procentualno nešto manje zastupljena jedinjenja u uzorcima kačkavalja (tabela 4), pri čemu je zastupljenost aldehida manja u odnosu na ketone. Ketoni su ekstrahovani iz svih uzoraka, a procentno su najzastupljeniji u uzorcima OK2, OK3 i OK4. Od aldehida, benzaldehid je detektovan u svim uzorcima, 3-metil-butanal detektovan je samo kod uzoraka OK2 i OK3, dok je benzen-acetaldehid detektovan u tragovima, samo kod uzorka OK4.

Alifatični i aromatični ugljovodonici detektovani su u svim uzorcima kačkavalja (tabela 5). Dihlor-metan je ekstrahovan iz svih uzoraka osim u uzorku OK4, takođe, etil-etar je osim u uzorku OK1 detektovan u svim uzorcima kačkavalja.

Od aromatičnih ugljovodonika detektovani su toluen, u tri uzorka, i p-ksilen, u tragovima, u dva uzorka.

Limonen je jedini terpen koji je ekstrahovan, detektovan u tragovima i to samo u uzorcima OK2 i OK4.

Ekstrakcija isparljivih jedinjenja iz uzoraka kačkavalja rađena je i GC-MS analizom manje polarnim PDMS vlaknima. Ekstrakcija PDMS vlaknima omogućila je detekciju estara koji nisu detektovani GC-MS pri ekstrakciji PA vlaknima.

Detektovano je ukupno 11 estara, 4 alifatična ugljovodonika, 1 keton, 1 alkohol, 2 aldehida u tragovima i po jedan atomatični ugljovodonik i terpen (tabela 6).

Formiranje ukusa fermentisanih proizvoda od mleka nastaje kao posledica metaboličke aktivnosti prisutne mikroflore. Produkti glikolize, proteolize kazeina i lipolize masti, kao proizvodi osnovnih metaboličkih funkcija bakterija mlečne kiseline (BMK), u velikoj meri utiču na formiranje ukusa si-

Tabela 4. ALDEHIDI I KETONI EKSTRAHOVANI PA VLAKNIMA IZ UZORAKA KAČKAVALJA
Table 4. ALDEHYDES AND KETONES EXTRACTED FROM CHEESE SAMPLES BY MEANS OF PA FIBRES

	Uzorci kačkavalja			
	OK1	**OK2**	**OK3**	**OK4**
Detektovani ketoni				
2-Propanon	4,46	tr	1,64	2,99
2-Pentanon	2,67	1,10	0,98	1,26
2,3-butandion	-	tr	tr	tr
3-Hidroksi-2-butanon	-	1,10	1,75	1,15
2-Heptanon	8,56	4,12	1,86	1,15
8-Nonen-2-on	-	0,40	tr	tr
2-Nonanon	18,00	6,63	3,93	1,38
2-Undekanon	tr	0,20	0,33	tr
Ukupni ketoni (8)	33,69 (5)	13,55 (8)	10,48 (8)	7,93 (8)
Detektovani aldehidi				
3-Metilbutanal	-	0,10	0,22	-
Benzaldehid	tr	0,30	tr	0,23
Fenilacetaldehid	-	-	-	tr
Ukupni aldehidi (3)	0,00 (1)	0,40 (2)	0,22 (2)	0,23 (2)

tr-jedinjenja koja su obuhvatala manje od 0,1% površine hromatograma (nalaze se u tragovima)
tr-compounds that comprised less than 0,1% of the chromatogram surface (present in traces)

reva. Međutim, i druga jedinjenja koja se u siru nalaze u izrazito malim koncentracijama, a proizvod su određenih metaboličkih puteva BMK, doprinose razvoju specifične arome sireva (Marshall, 1987).

U formiranju ukusa i mirisa određene vrste sira ne učestvuje samo jedan sastojak svojim prisustvom i određenom koncentracijom, već najčešće mešavina sastojaka različitih koncentracija. Hemijske promene sastojaka mleka tokom zrenja svakako ne protiču jedna za drugom po redu, već neke od njih prethode drugima, a druge se dešavaju istovremeno u paralelnim nepovezanim ili spregnutim hemijskim reakcijama (McSweeney i Sousa, 2000).

Detektovana isparljiva jedinjenja u ispitivanim uzorcima kačkavalja pripadaju monokarbonskim kiselinama, alkoholima, ketonima, aldehidima, terpenima i ugljovodonicima. Kiseline predstavljaju najveći deo detektovanih isparljivih jedinjenja u svim uzorcima kačkavalja. Sirćetna, buterna, heksanova i oktanska kiselina detektovane su u svim uzorcima kačkavalja u različitom opsegu.

Sirćetna kiselina, koja ima oštar kiseo miris nastaje fermentacijom laktoze i katabolizmom alanina i serina (Shakeel-Ur-Rehman i sar., 2000).

Zasićene masne kiseline sa više od četiri ugljenikova atoma nastaju procesom lipolize u sirevima i daju pikantan oštar miris sirevima (Randazzo i sar., 2008). Buterna i heksanova kiselina detektovane su u mnogim sirevima kao glavna frakcija slobodnih masnih kiselina (Mallia i sar., 2005; Ziino i sar., 2005; Hayaloglu i sar., 2007). Značajan doprinos formiranju željenog ili neželjenog ukusa i mirisa sireva pokazuju i druga jedinjenja, kao što su estri (masne kiseline i alkoholi) koji uzrokuju neželjeni "voćkast" ukus i miris, tioestri (FFA i tiol), aldehidi, ketoni i laktoni (Fox i Cogan, 2000), a nastaju kao produkti transformacija slobodnih masnih kiselina.

U uzorcima analiziranih kačkavalja, estri su prisutni u svim ispitivanim uzorcima, osim u uzorku OK1. Najzastupljeniji je etil-butanoat, etil-estar oktanoične kiseline i etil-estar dekanoične kiseline koji su prisutni u uzorcima OK2, OK3 i OK4, dok su druge vrste estara prisutne samo u određenim uzorcima. Kako je koncentracija alkohola limitirajući faktor u sintezi estara, prisustvo etanola u mlečnim proizvodima omogućava veću sintezu etil estara u odnosu na estre drugih alkohola (Holland i sar., 2004). Etil-heksanoat, etil-oktanoat i etil-dekanoat, koji predstavljaju glavne frakcije estara u analiziranim uzorcima kačkavalja, imaju značajnu ulogu u aromi čedar, gorgonzola, pekorino i raguzano sireva (Randazzo i sar., 2008).

Alkoholi predstavljaju procentualno najzastupljenija isparljiva jedinjenja u kačkavalju. Veća koncentracija alkohola uvek je detektovana u mlečnim proizvodima koji se prave od nepasterizovanog mleka (Ortigosa i sar., 2005). Pored etanola i 3-metil-butanola koji su detektovani u svim uzorcima kačkavalja, detektovani su i drugi primarni i sekundarni alkoholi u različitim uzorcima kačkavalja. Različiti alkoholi (primarni i sekundarni) nađeni su u različitim sirevima npr. Parmigiano, Roquefort i Cheddar (Engels i sar., 1997); sekundarni alkoholi su posebno važne komponente za ukus tzv. Plavih sireva gde se stvaraju redukcijom metil ketona. Alifatični primarni alkoholi kao 1-butanol, 1-pentanol i 1-heksanol daju voćnu notu ukusu sira. (Gallois & Langlois, 1990). Arora, Cormier & Lee (1995) objavljuju da je etil alkohol najzastupljeniji alkohol u Cheddar siru; ethanol, 2-butanol i 1-propanol su takođe otkriveni u većim količinama u nekim vrstama sira kao što je Cheddar (Barlow i sar., 1989), Feta (Horwood i sar., 1981) i Roncal (Izco i Torre, 2000). Primarni alkoholi potiču iz odgovarajućih aldehida dobijenih iz masnih kiselina i metabolizma

Tabela 5. UGLJOVODONICI, TERPENI I OSTALA JEDINJENJA EKSTRAHOVANA PA VLAKNIMA IZ UZORAKA KAČKAVALJA
Table 5. CARBOHYDRATES, TERPENES AND OTHER COMPOUNDS EXTRACTED FROM CHEESE SAMPLES BY MEANS OF PA FIBRES

	Uzorci kačkavalja			
DETEKTOVANA JEDINJENJA	**OK1**	**OK2**	**OK3**	**OK4**
Alifatični ugljovodonici				
Dihlormetan	5,53	2,01	1,42	-
Ukupno 1	5,53 (1)	2,01(1)	1,42 (1)	-
Aromatični ugljovodonici				
Toluen	-	tr	tr	0,46
p-Ksilen	-	tr	-	tr
Ukupno 2	0,00	0,00 (2)	0,00 (1)	0,46 (2)
Terpeni				
Limonen	-	tr	-	tr
Ukupno 1	0,00	0,00 (1)	0,00	0,00 (1)
Ostala jedinjenja				
Etiletar	-	3,71	tr	tr
Ukupno 1	0,00	3,71 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)

tr-jedinjenja koja su obuhvatala manje od 0,1% površine hromatograma (nalaze se u tragovima)
tr-compounds that comprised less than 0,1% of the chromatogram surface (present in traces)

aminokiselina. (Barbieri i sar., 1994). 3-metilbutanol, detektovan u svim uzorcima Pirotskog ovčijeg kačkavalja, nastaje metabolizmom leucina i daje prijatan miris svežim sirevima (Moio i sar., 1993).

Metil ketoni su glavna jedinjenja odgovorna za ukus plavih sireva (Engels i sar., 1997), a takođe njima obiluju jedinjenja zadužena za ukus raznih vrsta sireva (Molimard i Spinnler, 1996). Metil ketoni su detektovani u mnogim sirevima, ali predstavljaju i glavnu frakciju isparljivih jedinjenja plavih sireva, gorgonzole i rokforta, gde su najzastupljeniji 2-nonanon, 2-undekanon i 2-heptanon (Gkatzionis i sar., 2009). Alifatični aldehidi su karakteristični po svom biljnom mirisu na zelenu travu (Moio i sar., 1993) i nastaju kao glavni produkti autooksidacije nezasićenih masnih kiselina, katabolizmom masnih kiselina i dekarboksilacijom i deaminacijom aminokiselina (Randazzo i sar., 2008). U uzorcima kačkavalja su aldehidi procentualno malo zastupljeni, a glavni uzrok su nizak redoks potencijal i manja koncentracija nezasićenih masnih kiselina u kačkavalju, kao i brza konverzija aldehida do alkohola i odgovarajućih kiselina.

Ugljovodonici su detektovani u mnogim sirevima gde dospevaju direktno iz mleka ili nastaju kao sekundarni produkti autooksidacije lipida (Barbieri i sar., 1994.). Ugljovodonici su u uzorcima kačkavalja detektovani, uglavnom, u tragovima, ali mogu da imaju značaj u sintezi drugih isparljivih jedinjenja kao prekursori. Od terpena u uzorcima kačkavalja detektovan je u tragovima jedino limonen korišćenjem apolarnih PA vlakana, dok je korišćenjem PDMS vlakana za ekstrakciju isparljivih jedinjenja detektovan samo 1,3,8-*p*-mentatrien. Terpeni se sintetišu u biljkama i njihova koncentracija u mlečnim proizvodima zavisi od načina ishrane životinja čije se mleko koristi za proizvodnju mlečnih proizvoda (Curioni i Bosset, 2002).

Određena ciklična aromatična jedinjenja koja su detektovana u kačkavalju, verovatno, nastaju usled kontaminacije iz spoljašnje sredine. Tako, prisustvo stirena, koji je detektovan inače u mnogim sirevima, nastaje, najverovatnije, od polistirena od koga su napravljene plastične kese za čuvanje uzoraka.

Tabela 6. JEDINJENJA EKSTRAHOVANA SAMO PDMS VLAKNIMA IZ UZORAKA KAČKAVALJA
Table 6. COMPOUNDS EXTRACTED FROM THE KAČKAVALJ SAMPLES BY MEANS OF PDMS SAMPLES

Detektovani alkoholi	**Uzorci kačkavalja**			
	OK1	**OK2**	**OK3**	**OK4**
Estri kiselina				
2-metilpropilacetat		tr		
Propil-butanat		tr		
2-pentilacetat		0,48		
3-metil-1-butilacetat		0,19		
1-metilbutil-butanat		0,19		
1-metiletil-heksanat		tr	0,22	
2-metil-2-metilbutilbutanat		0,10		
2-metilpropilheksanat		0,58		
2-metilbutilheksanat		0,19	tr	
Izopentilheksanoat		0,19	0,11	
Metil-dekanat			tr	
Alkoholi				
2-metil-1-propanol	1,07	1,26		
Ketoni				
3-metil-2-pentanon		tr		
2-oktanon		6,02		
Aldehidi				
Metilpropanal			tr	
2-metilbutanal			tr	
Alifatični ugljovodonici				
Heksan	3,80	0,49	tr	tr
Dodekan		tr		
Tridekan		0,58		
Hloroform		1,26		
Aromatični ugljovodonici				
Stiren		tr		
Terpeni				
1,3,8-*p*-mentatrien		tr		

tr-jedinjenja koja su obuhvatala manje od 0.1% površine hromatograma (nalaze se u tragovima)
tr-compounds that comprised less than 0.1% of the chromatogram surface (present in traces)

ZAKLJUČAK

Pirotski kačkavalj je tradicionalni sir. Karakteriše ga jedinstvena aroma i ukus koji je posebno izražen kod kačkavalja proizvedenog od ovijčeg mleka. Različita isparljiva jedinjenja karakteristična za ovu vrstu sireva su ekstrahovana PDMS i PA vlaknima. Ovo istraživanje pokazuje da specifičan ukus potiče od lako isparljivih komponenti prisutnih u kačkavalju. Isparljive komponete koje daju karakterističnu aromu pripadaju estrima, masnim kiselinama, alkoholima, ketonima, aldehidima, terpenima i ugljovodonicima.

LITERATURA

Arora, G., Cormier, F., Lee, B.: Analysis of odor-active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/MS/ sniffing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43 (1995) 748–752.

Barbieri, G., Bolzoni, L., Careri, M., Mangia, A., Parolari, G., Spagnoli, S., Virgili, R.: Study of the volatile fraction of Parmesan cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (1994) 1170–1176.

Barlow, I., Lloyd, G. T., Ramshaw, E. H., Miller, A. J., McCabe, G. P., McCabe, L.: Correlations andchanges in flavours and chemical parameters of Cheddar cheese during maturation. *Australian Journal of Dairy Technology*, 44 (1989) 7–18.

Curioni, P. M. G., Bosset, J. O.: Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12 (2002) 959–984.

Engels, W. J. M., Dekker, R., de Jong, C., Neeter, R., Visser, S. A.: A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 7 (1997) 255–263.

Fox, P.F., Cogan, T.M.: Cheese: Scientific Highlights of the 20th Century. The 6th Cheese Simposium. Ed. Cogan, T.M. McSweeney P.L.H. and Guinee T. P. Moorepark (2000) 83-122.

Gallois, A., Langlois, D.: New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. *Le Lait*, 70 (1990) 89–106.

Gkatzionis, K., Linforth, R.S.T., Dodd, C.E.R.: Volatile profile of Stilton cheeses: Differences between zones within a cheese and dairies. *Food Chem*. 113 (2009) 506-512.

Holland, R.: Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour. IDF symposium on cheese: ripening, characterization & technology, Prague, Czech Republic, March 21–25 (2004) p. 24.

Horwood, J. F., Lloyd, G. T., Stark, W.: Some flavour components of Feta cheese. *Australian Journal of Dairy Technology* 36 (1981) 34–37.

Izco, J. M., Torre, P.: Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the 'purge and trap' method and

analysed by GC–MS. *Food Chemistry,* 70 (2000) 409–417.

Marshall, M. V.: Lactic acid bacteria: starters for flavour. FEMS *Microbiol. Rev*. 46 (1987) 327-336.

McSweeney, P. L. H., Sousa, M. J.: Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening. *Le Lait,* 80 (2000) 293-234.

Mijačević, Z., Bulajić, S., Božić, T., Niketić, G.: Pirotski kačkavalj, *Mljekarstvo,* 55 (3) (2005) 203-213.

Moio, L., J. Dekimpe, P. X. Etievant, F. Addeo.: Volatile flavor compounds of water buffalo Mozzarella cheese. *Ital. J. Food Sci*. 5 (1993) 57–68.

Molimard, P., Spinnler, H. E.: Review: compounds involved in the flavour of surface mold-ripened cheeses: origins and properties. *Journal of Dairy Science*, 79 (1996) 169–184.

Ortigosa, M., Arizcun, C., Torre, P., Izco, J.M.,: Use of wild Lactobacillus strains in an adjunct culture for a Roncal-type cheese. *J. Dairy Res*. 7 (2005) 1–11.

Randazzo, C.L., Pitino, I., De Luca, S., Scifò, G.O., Caggia, C.: Effect of wild strains used as starter cultures and adjunct cultures on the volatile compounds of the Pecorino Siciliano cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 122 (2008) 269–278

Shakeel-Ur-Rehman, S. U., Banks, J. M., Brechany, E. Y., Muir, D. D., McSweeney, P. L. H., Fox, P. F.: Influence of ripening temperature on the volatiles profile and flavour of Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal*, 10 (2000) 55–65.

Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Giuffrida, D., Verzera, A.: Characterization of "Provola dei Nebrodi", a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS. *International Dairy Journal*, 15 (2005) 585-593.

SUMMARY

MAJOR VOLATILES IN "PIROTSKI KACKAVALJ" CHEESE MADE FROM SHEEP MILK

N. Milosavljević[1], N. Joković[2], N. Radulović[3], P. Blagojević[3], D. Savić[2]

[1]College of Agriculture and Food Technology, Prokuplje, Serbia
[2]Faculty of Technology, Leskovac, Serbia
[3] University of Niš, Faculty of Science and Mathematics, Department of Chemistry, Serbia

"Pirotski kackavalj" is a typical Serbian hard cheese, produced in the area of Pirot (Eastern Serbia) and classified as a "traditionally prepared dairy product", by Regione Pirot. It is a full-fat raw milk cheese, derived mostly from cow or sheep milk. Coagulation is achieved by using rennet; starter cultures are not added. The cheese ripens in farmhouse stockrooms and can be consumed fresh (one month ripened) or as an aged product (2 months).

A headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) method in combination with gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) has been used for extraction and identification of components of the volatile fraction of "Pirotski kackavalj" made of sheep milk. The volatile components of the cheese samples were extracted using polyacrylate (PA – 85 μm film thickness) and polydimethylsiloxane (PDMS – 100 μm film thickness).

The SPME–GC–MS technique used made it possible to identify 70 components: fatty acids from C-2 to C-10; methyl, ethyl, propyl and butyl esters; primary and secondary alcohols from C-2 to C-9; ketones (mostly 2-methyl ketones) and aldehydes. In the chromatograms, fatty acids and alcohols predominated, respectively. Ethanol is the most abundant alcohol in the analyzed samples of cheese and this probably explains why more of esters identified were ethyl derivatives (ethyl esters of acetic, butanoic and hexanoic acids). The compounds identified are well-known components of cheese flavour.

Key words: Kackavalj cheese • volatile fraction • HS-SPME-headspace solid-phase microextraction • GC/MS-gas chromatography-mass spectrometry

[1]MIRJANA BOJANIĆ RAŠOVIĆ
[1]SLAVKO MIRECKI
[1]NIKOLETA NIKOLIĆ
[2]SNEŽANA VUČINIĆ
IVAN IVANOVIĆ
[3]RAJO RAŠOVIĆ

[1]Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora
[2]Specijalistička veterinarska laboratorija, Podgorica, Crna Gora
[3]ZZ "Cijevna", Podgorica, Crna Gora

NAUČNI RAD

UDK: 637.047:663.12

MIKROBIOLOŠKI I HEMIJSKI KVALITET AUTOHTONIH SIREVA U CRNOJ GORI

Cilj rada je bio da se ispita mikrobiološki i hemijski kvalitet nekih autohtonih sireva u Crnoj Gori. Mikrobiološka ispitivanja su rađena standardnim mikrobiološkim metodama prema zahtjevima Pravilnika o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu Sl. list SRJ br. 26/93. Hemijski kvalitet sireva je ispitivan pomoću aparata MilcoScan FT 120 pri čemu su određeni sledeći parametri: sadržaj masti, sadržaj proteina, ukupna suva materija i sadržaj natrijum hlorida.

Od 21 ispitanog uzorka sira, mikrobiološki su bila neispravna 16 uzoraka (76,19%). Koagulaza pozitivne stafilokoke su izolovane iz 13 (61,90%), E. coli iz 16 (76,19%), dok su obe vrste bakterija izolovane iz 12 uzoraka (57,14%).

Sadržaj masti u uzorcima bijelih sireva kretao se od 18,51% do 28,70%, sadržaj proteina od 14,75% do 21,71%, sadržaj ukupne suve materije od 40,84% do 54,40% i sadržaj soli od 1,83% do 2,79%. Sadržaj suve materije bez masti u bijelim sirevim kretao se od 21,40% do 26,80%, a sadržaj masti u suvoj materiji sira od 42,04% do 55,11%. Procenat vlage u bijelim sirevima se kretao od 45,60% do 59,16%, a procenat vlage u suvoj materiji bez masti od 44.94% do 57.95%.

Sadržaj masti u uzorcima mekih sireva kretao se od 17,07% do 30,64%, sadržaj proteina od 19,53% do 24,50%, sadržaj ukupne suve materije od 46,85% do 49,69% i sadržaj natrijum hlorida od 1,55% do 2,51%. Sadržaj suve materije bez masti u mekim sirevima se kretao od 23,03% do 30,10%, a sadržaj masti u suvoj materiji sira od 36.18% do 57.08%. Procenat vlage u siru kretao se od 46,33% do 53,15%, dok se procenat vlage u suvoj materiji bez masti kretao od 42,91% do 63,81%.

Na osnovu mikrobiološkog i hemijskog ispitivanja može se zaključiti da se ispitivani autohtoni sirevi dobijaju po različitoj i nestandardizovanoj tehnologiji i u higijenski nekontrolisanim uslovima proizvodnje.

Ključne reči: mikrobiološki kvalitet • hemijski kvalitet • autohtoni sirevi

Adresa autora:
dr Mirjana Bojanić Rašović, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Mihaila Lalića 1, Podgorica, Crna Gora, tel.: +38269306324,
e-mail: bojanic.m@t-com.me

UVOD

Autohtoni mliječni proizvodi predstavljaju bogatstvo i dio materijalne kulture svake zemlje. Mogu se proizvoditi u uslovima razvijene mljekarske prerade ili u domaćinstvima.

Autohtoni sirevi su raznovrsnijeg ukusa, arome i konzistencije u odnosu na industrijski proizvedene sireve, gdje su tehnologije strogo definisane, a uslovi proizvodnje kontrolisani. Na specifičnost nekog autohtonog sira najviše utiče klima, geografski položaj, zemljište, voda, botanički sastav prirodnih livada i pašnjaka, rasa i način uzgoja mliječne stoke, kao i tradicionalne navike i običaji lokalnog stanovništva (Prpić i sar., 2003).

Mlijeko kao sirovina utiče na specifičnost (autohtonost) sireva prvenstveno zbog bakterija mliječne kiseline, koje doprinose karakterističnom i prepoznatljivom ukusu, mirisu i konzistenciji određenog sira.

U Crnoj Gori po rasprostranjenosti i količini proizvodnje dominantni su bijeli sirevi u salamuri. Ovi sirevi su glavni proizvodi u sjevernom i sjeveroistočnom području i na krajnjem jugu Crne Gore. Zatvoreni u više lokaliteta proizvodnje, uz manja variranja, oni su zadržali autohtonu proizvodnju i nose ime područja u kome se proizvode. Postoji više varijeteta i podvarijeteta proizvodnje ovih sireva i svi oni, bez obzira na regionalne nazive, nose zajedničko ime „masni" sir.

Pri proizvodnji sireva u autohtonoj preradi u domaćinstvima ne primjenjuje se pasterizacija i standardizacija mlijeka, niti se koriste čiste kulture.

Zato je veoma važno da pri proizvodnji sira mlijeko potiče od zdravih životinja i da je higijenski ispravno.

Bijeli sirevi proizvode se tako što se svježe mlijeko siri odmah poslije muže, pri čemu koagulacija traje 1-2 h, dobijeni gruš se cijedi u cjedilima (sirnim krpama) primjenom raznih lokalnih tehnika, kriške se slažu, sole i zru u kacama. Čuvaju se uglavnom pod opterećenjem u salamuri.

U centralnom i sjeverozapadnom području Crne Gore proizvodi se sir od parenog tijesta, tzv. „meki" sir. Za njegovu proizvodnju se kao sirovina koristi kravlje, ovčije i miješano mlijeko sa dodatkom do 15% vode. Proizvodi se kao masni, sa pavlakom, ili od djelimično obranog mlijeka. Svježe mlijeko se prvo grije do 45°C, a zatim ostavlja na temperaturi prostorije 12-24 h. U tom periodu mlijeko zri i razvija kiselost. U mlijeko se dodaje sirilo na temperaturi od oko 35°C, pri čemu koagulacija traje oko 30 minuta. Gruš se reže, postepeno skuplja u grudu, a surutka se zagrijava do 55°C. Gruda se vadi i presuje oko 5 minuta, presavija i ponovo presuje. Proces se ponavlja 3-4 puta. Poslije presovanja sir se „cijepa", odvajaju se tanke kriške-listovi. Kriške se sole suvom solju i slažu u posude (Dozet i sar. 1996).

Imajući u vidu značaj proizvodnje i upotrebe ovih autohtonih sireva u Crnoj Gori, postavili smo u zadatak da ispitamo njihov mikrobiološki i hemijski kvalitet.

MATERIJAL I METODI

Uzorci sireva sa različitih lokaliteta u Crnoj Gori uzimani su najvećim dijelom direktno od proizvođača, a manji

procenat sa prodajnih mjesta. Hemijski je ukupno ispitano 16, a mikrobiološki 21 uzorak sira.

Mikrobiološka ispitivanja su rađena metodama propisanim Pravilnikom o metodama mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica (Sl. list SFRJ, br. 25/80). Određivanje mikrobiološkog kvaliteta uzoraka sira je rađeno prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ br. 26/93), prema kojem su propisani zahtjevi na prisustvo *Salmonella* vrsta, koagulaza pozitivnih stafilokoka, sulfitoredukujućih klostridija, *Proteus* vrsta i *E. coli* u namirnicama.

Hemijska ispitivanja sireva rađena su na aparatu MilcoScan FT 120 pri čemu su određeni sledeći parametri: sadržaj masti, sadržaj proteina, sadržaj ukupne suve materije i sadržaj natrijum hlorida.

Za dobijene rezultate određeni su sledeći statistički parametri: srednja vrijednost, maksimalna i minimalna vrijednost i standardna devijacija.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati mikrobiološkog ispitivanja uzoraka bijelih i mekih sireva prikazani su u tabeli 1.

Na mikrobiološki kvalitet sireva u salamuri utiču brojni faktori kao što su: kvalitet mlijeka, pasterizacija ili termizacija, različiti tehnološki parametri, kao i nivo i vrsta mikrobiološke kontaminacije do koje dolazi za vrijeme proizvodnje i skladištenja sira.

U ispitivanjima dobili smo da je od 21 ispitanog uzorka sira, prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ br. 26/93) bilo mikrobiološki neispravno 16 uzoraka, usled prisustva koagulaza pozitivnih stafilokoka, *E. coli*, ili obe patogene bakterije zajedno. Koagulaza pozitivne stafilokoke su izolovane iz 13, *E. coli* iz 16, dok su obe vrste bakterija izolovane iz 12 uzoraka. Ovi rezultati pokazuju da se ispitivani sirevi nisu dobili u higijenskim uslovima.

U domaćinstvima se bijeli sir proizvodi od sirovog mlijeka, pa je za svaki varijetet karakteristična mikroflora tog podneblja. Izvor mikroorganizama u mlijeku su vime oboljelih životinja i sisni kanali, prostirka, stočna hrana, radnici, vazduh, voda koja se koristi za pranje vimena i oprema koja se koristi za mužu i čuvanje mlijeka.

Samo iz hemijski i bakteriološki kvalitetnog mlijeka može se proizvesti kvalitetan i higijenski ispravan sir koji će zadovoljiti zakonske propise. S obzirom da se proizvodnja autohtonih sireva zasniva na preradi sirovog, termički neobrađenog mlijeka, vrlo je važno proizvesti mlijeko za sirenje visokog higijenskog kvaliteta (Prpić i sar., 2003).

Redovnom i pravilnom primjenom sanitacijskih sredstava može se uticati na mikrobiološki kvalitet autohtonih sireva. Bez primjene sanitacijskih sredstava u proizvodnji mlijeka ne mogu se zadovoljiti propisani uslovi higijenskog kvaliteta mlijeka i sira. Utvrđen je značajno niži ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i broja somatskih ćelija u uzorcima mlijeka proizvedenog uz primjenu sanitacijskih sredstava, kao i smanjeni broj sireva koji nisu udovoljili odredbama Pravilnika (Kalit i Lukač-Havranek, 2001).

Kozačinski i sar. (2003) su ispitujući mikrobiološku ispravnost svježih sireva utvrdili da je 26,77% bilo neispravno. Autori navode da je razlog mikrobiološke neispravnosti uzoraka bio povećani broj enterobakterija, kvasaca i plijesni, povećani ukupni broj bakterija, prisustvo *E. coli* i *Staphylococcus aureus*. U pojedinim uzorcima izolovane su i bakterije *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes* i *Pseudomonas* vrste. Mikrobiološku neispravnost analiziranih uzoraka mlijeka i mliječnih proizvoda autori objašnjavaju lošim higijenskim kvalitetom svježeg sirovog mlijeka. Na loš higijenski kvalitet mlijeka utiču nepravilno i nedovoljno sprovođenje mjera čišćenja, pranja i dezinfekcije opreme i prostora u pogonu kao i nedovoljna briga o ličnoj higijeni osoblja koje učestvuje u proizvodnji. Dobar mikrobiološki kvalitet sirovog mlijeka je preduslov dobrog mikrobiološkog kvaliteta mliječnih proizvoda.

Samardžija i sar. (2007b) navode da su koliformne bakterije vrlo često kontaminenti sirovog mlijeka. Njihovo prisustvo u mlijeku ukazuje na fekalnu kontaminaciju, kao i kontaminaciju zemljom i vodom. Kada su koliformne bakterije prisutne u velikom broju, uzrokuju mane izgleda i ukusa mlijeka, jer stvaraju gas i povećavaju kiselost. Kako su neke vrste koliformnih bakterija enteropatogene, njihovo prisust-

Tabela 1. REZULTATI MIKROBIOLOŠKOG PREGLEDA UZORKA SIREVA
Table 1. RESULTS OF THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF CHEESE SAMPLES

Vrsta sira Type of cheese	Porijeklo / origin	Salmonella spp. / 25g	Koagulaza pozitivne stafilokoke / 0,01g	Sulfito redukujuće klostridije/0,01g	Proteus spp / 0,01g	E. coli / 0,001g
meki (soft)	Kolašin	-	-	-	-	+
meki (soft)	Kolašin	-	+	-	-	+
meki(soft)	Kolašin	-	+	-	-	+
meki (soft)	Kolašin	-	-	-	-	-
meki(soft)	Kolašin	-	-	-	-	+
meki (soft)	Kolašin	-	-	-	-	-
meki(soft)	Kolašin	-	-	-	-	+
meki(soft)	Kolašin	-	+	-	-	+
meki(soft)	Kolašin	-	+	-	-	-
meki (soft)	Kolašin	-	+	-	-	+
meki (soft)	Kolašin	-	+	-	-	+
bijeli (White)	Kuči	-	+	-	-	+
bijeli kozji (white goat)	Bar	-	+	-	-	+
bijeli (white)	Mojkovac	-	-	-	-	+
bijeli (white)	Zeta	-	+	-	-	+
bijeli (white)	Zeta					
bijeli (white)	Žabljak	-	+	-	-	+
bijeli(white)	Žabljak	-	+	-	-	+
bijeli (white)	Zeta	-	+	-	-	+
bijeli (white)	Zeta	-	+	-	-	+
Bijeli-Pljevaljski (White-Pljevlja's)	Pljevlja	-	-	-	-	-

vo u sirovom mlijeku je potencijalno opasno i za zdravlje čovjeka. Rastresitu (nepovezanu) teksturu svježih sireva uzrokuju mikroorganizmi koji stvaraju gas (uglavnom CO_2 i H_2). Najčešće izolovani uzročnici su: *Enterobacter aerogenes, Enterobacter agglomerans, Escherichia coli, Alcaligenes, Achromobacter* i *Flavobacterium*. Mikroorganizmi uzročnici kvarenja mlijeka i mliječnih proizvoda umanjuju kvalitet i smanjuju vijek trajanja proizvoda i tako značajno poskupljuju proizvodnju.

Čačić i sar. (2003) navode da kvalitet mlijeka određuju hemijski sastav, fizičke osobine i higijenska ispravnost. Osnovni pokazatelji higijenske ispravnosti mlijeka su ukupan broj mikroorganizama i broj somatskih ćelija. Muža je najvažniji postupak u proizvodnji mlijeka koji utiče na kvalitet mlijeka.

Antunac i sar. (2008) navode da su u proizvodnji sira od presudne važnosti fizičko-hemijski sastav i higijenski kvalitet mlijeka. Muža ima značajan uticaj na dnevnu količinu mlijeka, sadržaj suve materije i mliječne masti, tačku mržnjenja i higijenski kvalitet mlijeka. Higijenski uslovi tokom muže naročito su važni i utiču na kvalitet sira.

Cvrtila i sar. (2001) smatraju da su nezadovoljavajući rezultati bakteriološkog ispitivanja uzoraka kozjeg sira posledica nepridržavanja osnovnih higijenskih uslova proizvodnje. S higijenskog stanovišta u proizvodnji sira značajni su higijenski kvalitet i svježina mlijeka, održavanje čistoće prostorija i opreme koja se upotrebljava u proizvodnji sira. Osim toga, posebnu pažnju treba obratiti na higijenske uslove držanja koza, kao i na higijenu muže.

Samardžija i sar. (2007a) navode da je veliki broj sojeva *S. aureus* sposoban da stvara ekstracelularne termostabilne enterotoksine, koji svoju biološku aktivnost zadržavaju i nakon termičke obrade mlijeka, odnosno sirnog gruša. U tom smislu, sir sadrži enterotoksine i kada vegetativna ćelija bakterije više nije prisutna. Sir je, kao i drugi proizvodi koji sadrže veliku količinu proteina, dobar medij za rast bakterije *S. aureus*. Sir se može kontaminirati sa *S. aureus* ne samo ako se proizvodi od higijenski neispravnog mlijeka, već i tokom proizvodnog procesa i naknadnom kontaminacijom. Ova bakterijska vrsta je rezistentna na sve prirodne antimikrobne supstance mlijeka, kao i na većinu proteolitičkih enzima digestivnog trakta čovjeka i proteolitičkih enzima sira. Konzumiranjem kontaminiranog sira, enterotoksini nepromijenjeni prolaze kroz želudac i crijeva, resorbuju se u krvotok i uzrokuju oboljenje ljudi. S. aureus u siru može biti humanog i animalnog porijekla. Samaržija i sar. (2007a.) dalje navode da je preživljavanje *S. aureus* kao i drugih patogenih bakterija u siru uslovljeno velikim brojem faktora: početnim brojem bakterija, prisutnošću drugih bakterijskih vrsta, fiziološkim statusom patogenih sojeva, koncentracijom mliječne kiseline (pH), biohemijskim promjenama tokom zrenja, kao i vrstom i sastavom sira. Za kvalitet sira i njegovu higijensku ispravnost presudni faktor je upotreba mlijeka koje potiče od zdravih životinja. Za sprečavanje kontaminacije mlijeka sa *S. aureus* najznačajnije je spriječiti pojavu mastitisa. Mlijeko koje potiče iz vimena oboljelog od mastitisa može sadržavati i do 108 bakterija /mL (cfu). U odnosu na ostale patogene bakterije koje mogu kontaminirati sir, za nastanak bolesti infektivni broj *S. aureus* bakterija relativno je velik (≈105 cfu/mL/g). Razlog tome je što uzročnik bolesti nije vegetativna ćelija bakterije, već enterotoksini koje stvara.

E. coli se može naći u svježem mlijeku, termički obrađenom mlijeku i sirevima. Porijeklo *E. Coli* u ovim proizvodima može biti od bolesnih životinja i bolesnih ljudi koji je izlučuju preko svojih sekreta i ekskreta. Postoji nekoliko grupa patogenih *E. Coli*. To su: enteropatogene (EPEC), enterotoksogene (ETEC), enteroinvazivne (EIEC) i enterohemoragične (EHEC) *E.coli*. Enteropatogene *E. Coli* stvaraju termostabilni toksin. Važan faktor virulencije ovih *E.coli* je faktor adherencije koji im omogućava kolonizaciju sluznice tankog crijeva. Enterotoksogene *E. Coli* stvaraju termostabilni toksin i termolabilni enterotoksin. Posjeduju specifični faktor adherencije. Enteroinvazivne *E. Coli* svojim toksinima oštećuju epitelne ćelije tankog crijeva izazivajući zapaljenje sa pojavom erozija. Enterohemoragične *E. Coli* izazivaju krvavi proliv kod ljudi. Izvor infekcije za ljude ove grupe *E. Coli* su uglavnom goveda. Virulentni faktori enterohemoragičnih *E. Coli* su citotoksin, verotoksin i „shiga-like" toksin sličan onom koji proizvode šigele. Naročito je značajna enterohemoragična *E. Coli* O157:H7. Da bi *E. Coli* mogla da dovede do gastroenteritisa, odnosno zapaljenja želuca i crijeva potrebno je da u organizam prodre u velikom broju. Higijena je veoma značajan faktor koji utiče na sprečavanje pojave oboljenja ovim mikroorganizmom (Tiodorović i Bojanić Rašović, 2009.)

Rezultati ispitivanja hemijskog kvaliteta bijelih sireva prikazani su u tabeli 2.

Rezultati prikazani u tabeli 2 pokazuju da se sadržaj masti u uzorcima bijelih sireva kretao od 18,51 % do 28,70 %, sadržaj proteina od 14,75 % do 21,71 %, ukupna suva materija od 40,84 % do 54,40 % i sadržaj soli od 1,83 % do 3,85 %. Srednja vrijednost sadržaja masti je iznosila 23,86 %, sadržaja proteina 18,42 %, sadržaja ukupne suve materije 47,75 % i sadržaja soli 2,79 %.

Vrijednost za suvu materiju bez masti bijelih sireva kretala se od 21,40 % do 26,80 % (srednja vrijed-

Tabela 2. REZULTATI ISPITIVANJA HEMIJSKOG KVALITETA BIJELIH SIREVA
Table 2. RESULTS OF THE CHEMICAL QUALITY OF WHITE CHEESES

Oznaka uzorka sira/ Mark of cheese sample	Mast / fat	Proteini / proteins	Ukupna suva materija/ total dry matter	NaCl
1 Žabljački	28,56	20,55	54,40	2,61
2 Žabljački	27,80	21,71	52,84	1,83
3 Zetski	22,84	16,80	46,58	3,33
4 Zetski	20,34	14,75	42,87	3,43
5 Zetski	25,40	21,18	50,40	1,90
6 Zetski	23,37	15,49	44,77	2,98
7 Mojkovački	18,51	19,12	40,84	2,37
8 Kučki	24,20	16,56	46,78	3,47
9 Pljevaljski	19,44	19,74	46,24	3,85
10 Krajinski	28,70	18,75	52,13	2,08
X	23,86	18,42	47,75	2,79
max	28,70	21,71	54,40	3,85
min	18,51	14,75	40,84	1,83
SD	3,731619	2,436697	4,488975	0,726456

Tabela 3. REZULTATI ISPITIVANJA HEMIJSKOG KVALITETA MEKIH KOLAŠINSKIH SIREVA
Table 3. RESULTS OF THE CHEMICAL QUALITY OF SOFT KOLASHINS CHEESES

Oznaka uzorka sira/ Mark of cheese sample	Mast/ Fat	Proteini/ Proteins	Ukupna suva materija / Total dry matter	NaCl
1	30,64	19,78	53,67	1,55
2	28,85	19,53	53,22	2,51
3	17,60	24,35	47,38	2,40
4	20,08	21,35	46,85	2,44
5	21,33	23,91	49,88	1,96
6	17,07	24,50	47,17	2,13
X	22,59	22,23	49,69	2,16
Max	30,64	24,50	53,67	2,51
Min	17,07	19,53	46,85	1,55
SD	5,783566	2,303751	3,101269	0,366429

nost 23.86 %), vrijednost za mast u suvoj materiji sira od 42,04 % do 55,11 % (srednja vrijednost 49.83 %).

Procenat vlage se kretao od 45,60% do 59,16% (srednja vrijednost 52,21%), a procenat vlage u suvoj materiji bez masti u bijelom siru od 44,94% do 57,95% (srednja vrijednost 50,16 %).

Dobijeni rezultati pokazuju da je hemijski sastav ispitivanih sireva značajno varirao, što ukazuje na neujednačeni kvalitet mlijeka i neujednačene uslove proizvodnje. Zato je potrebno unaprijediti „stare“ tehnologije proizvodnje kako bi se postigla proizvodnja autohtonih sireva ujednačenog sastava i visokog kvaliteta, prilagođene sve zahtjevnijem domaćem i stranom tržištu.

Rezultati ispitivanja hemijskog kvaliteta mekih kolašinskih sireva prikazani su u tabeli 3.

Rezultati prikazani u tabeli 3 pokazuju da se vrijednost za sadržaj masti u uzorcima mekih sireva kretala od 17,07% do 30,64%, sadržaj proteina od 19,53% do 24,50%, ukupnu suvu materiju od 46,85% do 53,67% i sadržaj natrijum hlorida od 1,55% do 2,51%.

Srednja vrijednost za sadržaj masti u sirevima je iznosila 22,59%, proteina 22,23%, ukupne suve materije 49,69% i sadržaj natrijum hlorida 2,16%.

Rezultati ispitivanja sadržaja suve materije bez masti, sadržaja masti u suvoj materiji sira, sadržaja vlage u siru i sadržaja vlage u suvoj materiji bez masti bijelih sireva, prikazani su u tabeli 4.

Rezultati prikazani u tabeli 4 pokazuju da se vrijednost za suvu materiju bez masti bijelih sireva kretala od 21,40% do 26,80%, a vrijednost za mast u suvoj materiji sira od 42,04% do 55,05%. Procenat vode u siru se kretao od 45,60% do 59,16%, a procenat vode u suvoj materiji bez masti od 44,94% do 57,95%. Srednje vrijednosti su iznosile: za suvu materiju bez masti 23,86%, za mast u suvoj materiji sira 49,83%, za procenat vode u siru 52,21% i za procenat vode u suvoj materiji bez masti 50,16%.

Rezultati ispitivanja sadržaja suve materije bez masti, sadržaja masti u suvoj materiji sira, sadržaja vode u siru i sadržaja vode u suvoj materiji bez masti mekih kolašinskih sireva, prikazani su u tabeli 5:

Rezultati prikazani u tabeli 5 pokazuju da se vrijednost za suvu materiju bez masti mekih sireva kretala od 23,03% do 30,10%, a vrijednost za mast u suvoj materiji sira od 36,18% do 57,08%. Procenat vlage u siru se kretao od 46,33% do 53,15%, dok se procenat vlage u suvoj materiji bez masti kretao od 42,91% do 63,81%. Srednje vrijednosti su iznosile: za suvu materiju bez masti 27,10%, za mast u suvoj materiji sira 45,03%, za procenat vlage u siru 50,30% i za procenat vlage u suvoj materiji bez masti 54,95%.

Klasifikacija ispitivanih uzoraka bijelog sira prema sadržaju masti u suvoj materiji i sadržaju vlage u bezmasnoj materiji sira prikazane je u tabeli 6.

Rezultati prikazani u tabeli 6 pokazuju da su pet od ukupno 10 ispitanih sireva prema procentu vode u bezmasnoj suvoj materiji sira imali karakteristike ekstra tvrdih sireva, četiri tvrdih i jedan polutvrdih sireva. Prema procentu masti u suvoj materiji sira, devet sireva su mala karakteristike punomasnih, a jedan polumasnih sireva (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture Sl. list SRJ broj 26/2002.).

Klasifikacija ispitivanih uzoraka mekog kolašinskog sira prema sadržaju masti u suvoj materiji i sadržaju vode u bezmasnoj materiji sira prikazana je u tabeli 7.

Rezultati prikazani u tabeli 7 pokazuju da su prema procentu vode u bezmasnoj suvoj materiji sira dva od šest ispitanih sireva imala karakteristike ekstra tvrdih, jedan tvrdih i tri polu-

Tabela 4. HEMIJSKI SASTAV BIJELIH SIREVA
Table 4. CHEMICAL COMPOSITION OF WHITE CHEESES

Oznaka uzorka sira/ Mark of cheese sample	Suva materija bez masti/ Fat free dry matter	Mast u suvoj materiji sira/ Fat in dry matter of cheese	% vode u siru/ % of water in cheese	% vode u suvoj materiji bez masti/ % of water on fat free dry matter
1 Žabljački	25,84	52,50	45,60	47,50
2 Žabljački	25,04	52,61	47,16	47,38
3 Zetski	23,74	49,03	53,42	50,96
4 Zetski	22,53	47,44	57,13	52,55
5 Zetski	25	50,39	49,60	49,60
6 Zetski	21,40	52,20	55,23	47,80
7 Mojkovački	22,33	45,32	59,16	54,67
8 Kučki	22,58	51,73	53,22	48,26
9 Pljevaljski	26,80	42,04	53,76	57,95
10 Krajinski	23,43	55,05	47,87	44,94
X	23,86	49,83	52,21	50,16
Max	26,80	55,05	59,16	57,95
Min	21,40	42,04	45,60	44,94
SD	1,740188	3,93026	4,488975	3,928838

Tabela 5. HEMIJSKI SASTAV MEKIH KOLAŠINSKIH SIREVA
Table 5. CHEMICAL COMPOSITION OF SOFT KOLASIN CHEESES

Oznaka sira/ Mark of cheese sample	Suva materija bez masti/ Fat free dry matter	Mast u suvoj materiji sira/ Fat in dry matter of cheese	% voda u siru/ % of water in cheese	% voda u suvoj materiji bez masti/ % of water in fat free dry matter
1	23,03	57,08	46,33	42,91
2	24,37	54,20	46,78	45,79
3	29,78	37,14	52,62	62,85
4	26,77	42,86	53,15	57,13
5	28,55	42,76	50,12	57,23
6	30,10	36,18	52,83	63,81
X	27,10	45,03	50,30	54,95
Max	30,10	57,08	53,15	63,81
Min	23,03	36,18	46,33	42,91
SD	2,912442	8,714672	3,101269	8,714672

tvrdih sireva. Dva sira su imala karakteristike punomasnih, a četiri polumasnih sireva (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture Sl. list SRJ broj 26/2002).

Dozet i sar. (1996) su ispitivanjem masnog-bijelog sira sa područja Crne Gore utvrdili sadržaj vlage od 45,90% - 58,90% (srednja vrijednost 53,03%), sadržaj masti od 19,50% - 29,00% (srednja vrijednost 26,32%), sadržaj masti u suvoj materiji od 47,44% - 62,68% (srednja vrijednost 56,01%), sadržaj proteina od 13,84% - 21,14% (srednja vrijednost 17,47%) i sadržaj NaCl od 1,32% do 2,96% (srednja vrijednost 2,19%). Autori dalje navode da je opšta karakteristika sastava masnog sira visok procenat vode, a da prema sadržaju masti bijeli sir pripada grupi masnih i ekstra masnih sireva. Osnova za standard je Pljevaljski sir. Može se uočiti da su rezultati naših ispitivanja u saglasnosti sa rezultatima koje su dobili Dozet i sar., 1996.

Vrsta i ishrana stoke, klimatske promjene tokom godišnjih doba, fiziološko stanje životinja i dr. utiču na sastav i kvalitet mlijeka, a time i na njegova tehnološka svojstva pri proizvodnji sira. U pripremi mlijeka za sirenje u autohtonoj tehnologiji na području Crne Gore ne primjenjuje se standardizacija mliječne masti. U zavisnosti od pomenutih faktora sastav mlijeka se mijenja u vrlo širokim granicama (Dozet i sar., 1996).

Proizvodnja sireva zahtijeva mlijeko određenih tehnoloških svojstava. Hemijski sastav mlijeka je osnova koja određuje ova tehnološka svojstva. Ova svojstva mlijeka direktno zavise od zdravstvenog stanje mliječne žlijezde. Povećanjem broja somatskih ćelija u mlijeku dolazi do promjene sastava mlijeka koje se manifestuje smanjenjem sadržaja kazeina, laktoze i kalcijuma, a povećanjem sadržaja natrijuma, hlora i serumskih bjelančevina. Nastale promjene u sastavu mlijeka utiču na vrijeme koagulacije, čvrstinu gruša, povećanu aktivnost bakterija, promijenjen ukus gotovog proizvoda i smanjen randman sira. Tokom hlađenja razmnožavaju se i mikroorganizmi koji svojim enzimima i drugim produktima utiču na tehnološka svojstva mlijeka.

Dozet i sar. (1996) navode da se Pljevaljski sir po količini proizvodnje i kvalitetu izdvaja iz grupe bijelih masnih sireva Crne Gore. Hemijski sastav Pljevaljskog sira, kao i ostalih autohtonih proizvoda je varijabilan. Spada u grupu masnih i punomasnih sireva. Autori su utvrdili da u Pljevaljskom siru ima 54,80% do 56,90% vlage (srednja vrijednost 50,83%), masti 22,00% do 32,75% (srednja vrijednost 25,44%), masti u suvoj materiji od 43,33% do 61,68% (srednja vrijednost 51,55%), proteina 16,95% do 23,84%

Tabela 6. KLASIFIKACIJA ISPITIVANIH UZORAKA BIJELOG SIRA PREMA SADRŽAJU MASTI U SUVOJ MATERIJI I SADRŽAJA VODE U BEZMASNOJ MATERIJI SIRA
Table 6. CLASSIFICATION OF THE EXAMINED SAMPLES OF WHITE CHEESE TO FAT CONTENT IN DRY MATTER AND WATER CONTENT OF CHEESE FAT FREE MATTER

Oznaka uzorka sira Mark of cheese sample	Mast u suvoj materiji sira/ Fat in dry matter of cheese	Klasifikacija sira prema % masti u suvoj materiji/ Classification of cheeses according to the % fat in dry matter	% voda u suvoj materiji bez masti/ % water in fat free dry matter of cheese	Klasifikacija sira prema reološkim karakte-ristikama - procentu vode u bezmasnoj suvoj materiji sira/ Classification of cheese by rheological characteristics - percent water in fat free dry matter of cheese
1 Žabljački	52,50	punomasni/ full-fat	47,50	ekstra tvrdi/extra hard
2 Žabljački	52,61	punomasni/ full-fat	47,38	ekstra tvrdi/extra hard
3 Zetski	49,03	punomasni/ full-fat	50,96	tvrdi/hard
4 Zetski	47,44	punomasni/ full-fat	52,55	tvrdi/hard
5 Zetski	52,20	punomasni/ full-fat	47,80	ekstra tvrdi/extra hard
6 Zetski	50,39	punomasni/ full-fat	49,60	tvrdi/hard
7 Mojkovački	45,32	punomasni/ full-fat	54,67	tvrdi/hard
8 Pljevaljski	42,04	polumasni/ semi fat	57,95	polutvrdi/semi-hard
9 Kučki	51,73	punomasni/ full-fat	48,26	ekstra tvrdi/extra hard
10 Krajinski	55,05	punomasni/ full-fat	44,94	ekstra tvrdi/extra hard
X	49,35		50,375	
Max	42,04		57,95	
Min	55,05		44,94	
SD	3,93026		3,928838	

Tabela 7. KLASIFIKACIJA ISPITIVANIH UZORAKA MEKOG KOLAŠINSKOG SIRA PREMA SADŽAJU MASTI U SUVOJ MATERIJI I SADRŽAJU VODE U BEZMASNOJ MATERIJI SIRA
Table 7. CLASSIFICATION OF THE TESTED SAMPLES OF SOFT KOLASINS CHEESE TO THE FAT CONTENT IN DRY MATTER AND WATER CONTENT ON A DRY MATTER OF FAT FREE CHEESE

Oznaka uzorka sira/ Mark of cheese sample	Mast u suvoj materiji sira/ Fat in dry matter of cheese	Klasifikacija sira prema % masti u suvoj materiji/ Classification of cheeses according to the % fat in dry matter	% vode u suvoj materiji bez masti/ % water in dry matter without fat /	Klasifikacija sira prema reološkim karakteristikama- procentu vode u bezmasnoj suvoj materiji sira/ Classification of cheese by rheological characteristics-percent water in fat free dry matter of cheese
1	57,08	punomasni/full-fat	42,91	ekstra tvrdi/ extra hard
2	54,20	punomasni/full-fat	45,79	ekstra tvrdi/ extra hard
3	37,14	polumasni/ semi- fat	51,43	tvrdi/ hard
4	42,86	polumasni/ semi -fat	57,13	polutvrd/semi-hard
5	42,76	polumasni/ semi- fat	57,23	polutvrdi/semi-hard
6	36,18	polumasni/ semi- fat	63,81	polutvrdi/semi-hard

(srednja vrijednost 19,73%), NaCl 1,95% do 3,14% (srednja vrijednost 2,43%).

Tehnologija Pljevaljskog sira prilagođena je i industrijskoj proizvodnji. Pri proizvodnji sira od kravljeg mlijeka, mlijeko se pasterizuje na 82°C. Većina sireva spadaju u grupu masnih, punomasnih i ekstramasnih sireva.

Cvrtila i sar. (2001) su ispitivanjem hemijskog sastava kozjeg sira utvrdili sadržaj vlage od 42,20% - 51,20%, a sadržaj masti u suvoj materiji od 32,85% do 50,28%, što ukazuje na njihov neujednačeni hemijski kvalitet. Autori smatraju da je razlog neujednačenoj proizvodnji sira to što se mlijeko prije početka procesa proizvodnje ne standardizuje. Hemijski sastav kozjeg mlijeka je vrlo varijabilan i zavisi od broja i stadijuma laktacije, rase, ishrane, individualnih razlika između koza, klime i sezone.

Dužina čuvanja sireva u salamuri utiče na ukus i kvalitet. Čuvanje sira u salamuri preko roka sazrijevanja snižava hranljivu vrijednost sira prelaženjem rastvorenih čestica u salamuru. Što se sir duže čuva u salamuri, to se u njemu relativno povećava količina soli i suva materija, a mast smanjuje. Sirevi koji nose naziv „meki" masni i „meki" sa pavlakom treba da sadrže najmanje 45% masti u suvoj materiji, a djelimično obrani najmanje 35%. Vlaga u siru kreće se od 35% - 50% (Dozet i sar., 1996).

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je hemijski sastav ispitivanih autohtonih sireva sa područja Crne Gore značajno varirao Ispitivani autohtoni sirevi sa područja Crne Gore i danas se ne dobijaju u higijenski kontrolisanim uslovima i uz primjenu standardne tehnologije.

ZAKLJUČAK

Od 21 ispitanog uzorka sira mikrobiološki je neispravno 16 uzoraka (76,19%). Koagulaza pozitivne stafilokoke su izolovane iz 13 (61,90%), *E. coli* iz 16 (76,19%), dok su koagulaza pozitivne stafilokoke i *E. coli* zajedno izolovane iz 12 uzoraka (57,14%).

Srednja vrijednost sadržaja masti u bijelim sirevima je iznosila 23,86%, sadržaja proteina 18,42%, sadržaja ukupne suve materije 47,75% i sadržaja soli 2,79%. Srednja vrijednost za sadržaj masti u mekim sirevima je iznosila 22,59%, proteina 22,23% i ukupne suve materije 49,69% i sadržaj soli 2,16%.

S obzirom na broj mikrobiološki neispravnih uzoraka sireva i značajno variranje parametara njihovog hemijskog kvaliteta, može se zaključiti da se ispitivani autohtoni sirevi sa područja Crne Gore ne dobijaju u higijenski kontrolisanim uslovima i uz primjenu standardne tehnologije.

LITERATURA

Antunac N., Mikulec N., Bendelja D., Prpić Z., Barać Z: Karakterizacija i istraživanje kvaliteta mlijeka u proizvodnji krčkog sira, Mljekarstvo 58 (3), (2008), 203-222.

Cvrtila Ž., Kozačinski L., Koletić A.: Higijenska ispravnost kozjeg sira proizvedenog u seoskom domaćinstvu, Mljekarstvo 51 (4), (2001), 339-344.

Čačić Z., Kalit S., Antunac N., Čačić M.: Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku, Mljekarstvo 53 (1), (2003), 23-36.

Dozet N., Adžić N., Stanišić M., Živić N: Autohtoni mlječni proizvodi, Poljoprivredni institut, Podgorica, (1996).

Kalit S., Lukač Havranek J.: Primjena sanitacijskih sredstava u proizvodnji i preradi mlijeka, Mljekarstvo 51 (3) (2001), 197-204.

Kozačinski L., Cvrtila Ž., Hadžiosmanović M., Majnarić D., Kukuruzović B.: Mikrobiološka ispravnost mlijeka i mliječnih proizvoda, Mljekarstvo 53 (1), (2003), 17-22.

Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture Sl. list SRJ broj 26/2002.

Prpić Z., Kalit S., Lukač Havranek J., Štimac M., Jerković S.: Krčki sir, Mljekarstvo 53 (3), (2003), 175-194.

Samardžija D., Damjanović S., Pogačić T.: Staphylococcus aureus u siru, Mljekarstvo 57 (1), (2007a), 31-48.

Samardžija D., Podoreški M., Sikora S., Skelin A., Pogačić T.: Mikroorganizmi - uzročnici kvarenja mlijeka i mliječnih proizvoda, Mljekarstvo 57 (4), (2007b), 251-273.

Tiodorović J., Bojanić Rašović M.: Mikrobiologija, udžbenik za III razred srednjih stručnih škola (područje rada: poljoprivreda, proizvodnja i prerada hrane, veterina), ISBN 978-86-7796-031-5 Centar za stručno obrazovanje, Podgorica, str. 316, (2009).

SUMMARY

MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL QUALITY OF AUTOCHTHONOUS CHEESES IN MONTENEGRO

[1]Mirjana Bojanić-Rašović, [1]Slavko Mirecki, [1]Nikoleta Nikolić, [2]Snežana Vučinić, Ivan Ivanović, [3]Rajo Rašović

[1]University of Montenegro, Biotechnical Faculty, Podgorica, Montenegro
[2]Speciallistic veterinary laboratory, Podgorica, Montenegro
[3]ZZ "Cijevna", Podgorica, Montenegro

The aim was to investigate the microbiological and chemical quality of some autochthonous cheeses in Montenegro. Microbiological examinations were done by standard microbiological methods according to the Regulations on microbiological safety of food in the Official Gazette of the SRJ No. 26/93. The chemical quality of cheeses was investigated using MilcoScan FT 120 on the following parameters: fat content, protein content, total dry matter content and sodium chloride.
Of the 21 tested samples of cheese, 16 samples possessed a microbiological fault (76.19%). Coagulase positive staphylococci were isolated from 13 samples (61.90%), *E. coli* from 16 (76.19%), while both types of bacteria were isolated from 12 samples (57.14%).

The fat content of white cheese samples ranged from 18.51% to 28.70%, protein content from 14.75% to 21.71%, total dry matter content from 40.84% to 54.40% and salt content from 1.83% to 2.79%. The content of dry matter without fat in white cheeses ranged from 21.40% to 26.80%, and fat content in dry matter of cheese from 42.04% to 55.11%. The percentage of moisture in the white cheeses ranged from 45.60% to 59.16% and the percentage of moisture in dry matter without fat from 44.94% to 57.95%.

The fat content in the samples of soft cheeses ranged from 17.07% to 30.64%, protein content from 19.53% to 24.50%, total dry matter content of 46.85% to 49.69% and sodium chloride from 1.55% to 2.51%. The content of dry matter without fat in soft cheeses ranged from 23.03% to 30.10% and fat content in dry matter from 36.18% to 57.08%. The percentage of moisture in cheeses ranged from 46.33% to 53.15%, while the percentage of moisture in dry matter without fat ranged from 42.91% to 63.81%.

Based on microbiological and chemical tests, it can be concluded that the investigated autochthonous cheeses were obtained by different and non standardized technology and in hygienic uncontrolled conditions of production.

Key words: microbiological quality • chemical quality • autochthonous cheeses

[1]ANKA M. POPOVIĆ-VRANJEŠ
[1]RADOVAN V. PEJANOVIĆ,
[2]MIHAJLO S. OSTOJIĆ,
[1]DAVID P. CVETANOVIĆ
[3]ALEKSANDAR R. KRALJ
[1]DANICA GLAVAŠ-TRBIĆ

[1]Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija
[2]Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija
[3]Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH

UDK: 631.11/.15:631.81.036

BIOLOŠKO-DINAMIČKI PREPARATI, IZRADA I UPOTREBA

Biodinamička proizvodnja hrane predstavljena je prvi put 1924. godine na jednom predavanju Rudolfa Steinera na poljoprivrednom kursu u Koberwitzu. Tamo je prikazano kako se prirodnim preparatima može uticati na oživljavanje zemljišta, kakvi odnosi vladaju između Zemlje i Svemira, kako ljudi, životinje i biljke učestvuju u tim odnosima te kako se na sasvim prirodan način, bez upotrebe otrova, može rešiti problem bolesti i štetočina.

Tim kursom počela se razvijati prirodna poljoprivredna metoda, kasnije nazvana Biodinamika. Biodinamika je zasnovana na principu da što je više gazdinstvo samoodrživa (sama sebi dovoljna) celina to će ono biti zdravije. Na takvom gazdinstvu treba postojati raznolikost biljnih vrsta te tačno određen broj životinja koje će osigurati đubrivo. Kvalitet hrane iz biodinamičke proizvodnje ima prednost nad ostalim oblicima u organskoj proizvodnji, jer mu potrošači posebno veruju, a prepoznatljiv je po znaku „Demeter“. Upotreba preparata je uslov za dobijanje znaka „Demeter”.

Ono što je u samom srcu biodinamike je upotreba tzv. biodinamičkih preparata u malim homeopatskim dozama koji oživljavaju zemlju i biljke. U radu će biti prikazana izrada i upotreba preparata: po Steineru preparat 500 i 501, zatim kompostni preparati 503; 504; 505; 506 i 507 i preparati po Mariji Thun. U biodinamici se problem štetočina rešava biodinamičkim preparatima po Steineru, kao i problem raznih biljnih bolesti.

Ključne reči: biodinamika • hrana • kvalitet • preparati • Demeter

Adresa autora:

Prof. dr Anka Popović-Vranješ, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: vranjes@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

BIODYNAMIC PRODUCTS – PRODICTION AND USE

[1]Anka M. Popović-Vranješ, [1]Radovan V. Pejanović, [2]Mihajlo S. Ostojić, [1]David P. Cvetanović, [3]Aleksandar R. Kralj, [1]Danica Glavaš-Trbić

[1]University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia
[2] University of Beograd,Faculty of Agriculture, Zemun, Serbia
[3] University of Banja Luka,Faculty of Agriculture, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

Biodynamic agriculture is a special form of organic agriculture. This type of organic agriculture is founded based on the ideas of Rudolf Steiner. Steiner's basic thesis is the existence of "life force" in agricultural crops and soil, as well as minerals and chemical elements that affect living beings. Stars possess an influence on Earth and on the activities on the Earth directly through the planets. Steiner describes specific ways of fertilization, which should encourage the proper bound of cosmic and nutritive native products. Although these "forces" and "force" can not be established in any scientific measure, biodynamic agriculture, was positively accepted in practice. Rudolf Steiner believed that the nutritional value of foods is decraesing, arguing that mineral fertilizers and pesticides, "are taking away the plants vitality." The German anthropologists, Maria Thun and Matthias K. Thun have developed and explored the basic principles of biologicaly dynamic agriculture in second half of the twentieth century. Experiments were performed in sowing and planting in time according to the movements and positions of stars in relation to the planet. In this way they established certain laws. They have studied the nutritional value, taste and food quality. In this paper creating of biodynamic products, according to Steiner and M. Thun, which are mainly for fertilizing and protection from pests and are made exclusively ftom natural materials with a specific way of development will be shown.

Key words: biodynamic • nutritional value • food quality

[1]MARIJANA Đ. CARIĆ
[2]JELENA M. VAPA-TANKOSIĆ

[1]Univerzitet Privredna akademija, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Novi Sad, Srbija
[2]Razvojna banka Vojvodine a.d. Univerzitet Privredna akademija, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Novi Sad, Srbija

NAUČNI RAD

UDK: 338.124.4(100):[332:663/664](497.11)

UTICAJ GLOBALNE EKONOMSKE KRIZE NA PRIVREDU I PREHRAMBENU INDUSTRIJU SRBIJE

Aktuelna globalna finansijska i ekonomska kriza nije zaobišla ni Republiku Srbiju. Povećan odliv kapitala, povećanje kamatnih stopa, depresijacija kursa i pad tržišnih cena akcija su, kao posledice ove krize, najpre zabeležene u finansijskom sektoru. Nadalje, ukupna ekonomija je oslabljena padom industrijske proizvodnje i usporavanjem celokupne privredne aktivnosti, uz pad budžetskog prihoda. Suprotno početnim optimističkim predviđanjima naših analitičara o uticaju svetske ekonomske krize na privredu Srbije da neće biti negativnih posledica na našu privredu, industrijska proizvodnja je u 2009. godini bila manja za 17,1% u poređenju sa prethodnom godinom, dok je prerađivačka industrija, u koju spada i prehrambena industrija, u istom periodu pala za 24%. Paralelno sa padom proizvodnje zabeležen je i pad izvoza. U okviru ovog rada dat je kratki prikaz razvoja globalne ekonomske krize i njen uticaj na privredu i prehrambenu industriju Srbije.

Ključne reči: globalna ekonomska kriza • privreda • prehrambena industrija

UVOD

Svet se danas suočava sa jednom od najtežih finansijskih kriza u modernoj istoriji koja, se iz svog epicentra u Sjedinjenim Američkim Državama, prelila na gotovo sve finansijske institucije u svetu. Kao prva najava ovog talasa može se smatrati propast velike investicione banke Lehman Brothers u septembru 2008. godine, posle čega je ceo proces brzo dobio sve dimenzije prave globalne ekonomske krize.

Širom sveta finansijska tržišta su u ozbiljnim teškoćama, koje su počele da se prelivaju i u realni sektor.

Vlade, centralne banke i regulatorna tela trude se da pospeše likvidnost, restruktuirajući i dokapitalizujući finansijske institucije i sprečavajući dalje rizično ponašanje koje bi moglo dodatno da ugrozi tržište. Zemlje u razvoju su bile na udaru drugog i trećeg talasa krize koji je prouzrokovao oštre kontrakcije u ekonomskom razvoju, smanjenje likvidnosti i zaoštravanje uslova kreditiranja, što dovodi do usporavanja kreditnog ciklusa. Teško su uzdrmani svi nacionalni bankarski sistemi, berzanski indeksi, evrotržišta, poverenje u rejting agencije, kao i vođenje dosadašnje monetarne politike.

PRIKAZ RAZVOJA GLOBALNE EKONOMSKE KRIZE

González-Páramo (2009) naglašava da je početak sadašnje finansijske krize povezan sa uviđanjem da rizici na tržištu Sjedinjenih Američkih Država nisu bili adekvatno izraženi u ceni odnosnih instrumenata. Došlo je bukvalno do prepakivanja postojeće finansijske aktive, u cilju dalje prodaje, u novu - mutiranu uz unapređenje kredita („credit enhancements“) i izmeštanje derivatnih pozicija u vanbilansnu evidenciju. Tenzija na tržištima hartija se proširila na tržište novca što je dovelo do izuzetno visoke nesigurnosti vezano za potencijalnu direktnu izloženost banaka “toksičnim” sredstvima i povećanju potrebe za likvidnošću. Nedostatak transparentnosti, odnosno kvalitetan uvid u obim izloženosti prouzrokovao je nesigurnost i pad poverenja, jer učesnici na tržištu nisu mogli da prepoznaju „dobre“ i „loše“ banke. Kamatne stope tržišta novca naglo su porasle, dok je likvidnost slabila, a centralne banke su morale da intervenišu kroz velike injekcije na tržištima.

Predsednik Evropske centralne banke ukazuje da su sve razvijene zemlje implementovale navedene akcione planove sa nekoliko ključnih tačaka (Trichet, 2008):

- osiguravanje odgovarajuće likvidnosti;
- omogućavanje finansiranja banaka kroz različita sredstva (garancija, osiguranje ili slični aranžmani za novi srednji rok);
- obezbeđenje dodatnih kapitalnih resursa finansijskim institucijama;
- dokapitalizacija ugroženih banaka;
- obezbeđenje implementacije odgovarajućih računovodstvenih pravila;
- pokretanje značajnih javnih radova, primarno u infrastrukturi;
- unapređivanje saradnje između evropskih zemalja.

Kada je finansijska kriza počela da se preliva van američkog kontinenta, Evropska unija (EU) je odmah reagovala i u decembru 2008. godine usvojila Plan ekonomskog oporavka. Prvobitni cilj je obuhvatao stabilizaciju finansijskog tržišta, kreditne aranžmane za podršku likvidnosti, kao i implementaciju plana za dokapitalizacije banaka. EU mere podrške su bile usklađene kako sa strogim pravilima državne pomoći, tako i sa programima Evropske komisije za monitoring nacionalne pomoći. Takođe se došlo do zaključka da finansijska nestabilnost tržišta može biti povećana kroz snažnu trgovinsku zaštitu i stoga je jedna od premisa plana oporavka bila da se zadrži EU strategija liberalizacije trgovine.

Što se tiče regiona centralne i jugoistočne Evrope, ova turbulencija je promenila osnovne tendencije u međunarodnim monetarnim tokovima zamenjujući trend “potrage za prinosom” (search for yield), koji je rezultirao u jakom prilivu kapitala na profitabilnim novim tržištima, u “let ka kvalitetu”

Adresa autora:
Prof. dr Marijana Carić, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Univerzitet Privredna akademija, Cvećarska 2, 21000 Novi Sad, Srbija

(flight to quality) gde investitori povlače kapital zbog povećanog rizika (NBS, 2009). Najosetljivije zemlje – većina država jugoistočne Evrope - sa visokom zaduženošću i značajnim deficitom budžeta, u proteklim godinama imale su velike koristi od visokog priliva kapitala jer je ojačao njihovu industrijsku proizvodnju i potrošnju. Od drugog dela 2008. godine priliv kapitala je drastično smanjen, zajedno sa stranim direktnim investicijama. Premija za preuzimanje rizika za ove zemlje je povećana zbog njihove nesposobnosti za servisiranje obaveza, depresijacije valuta i smanjenja deviznih rezervi.

guverner Narodne banke Srbije (2008) istakao je da se Srbija ne može porediti sa njima zbog nekoliko ključnih razloga:

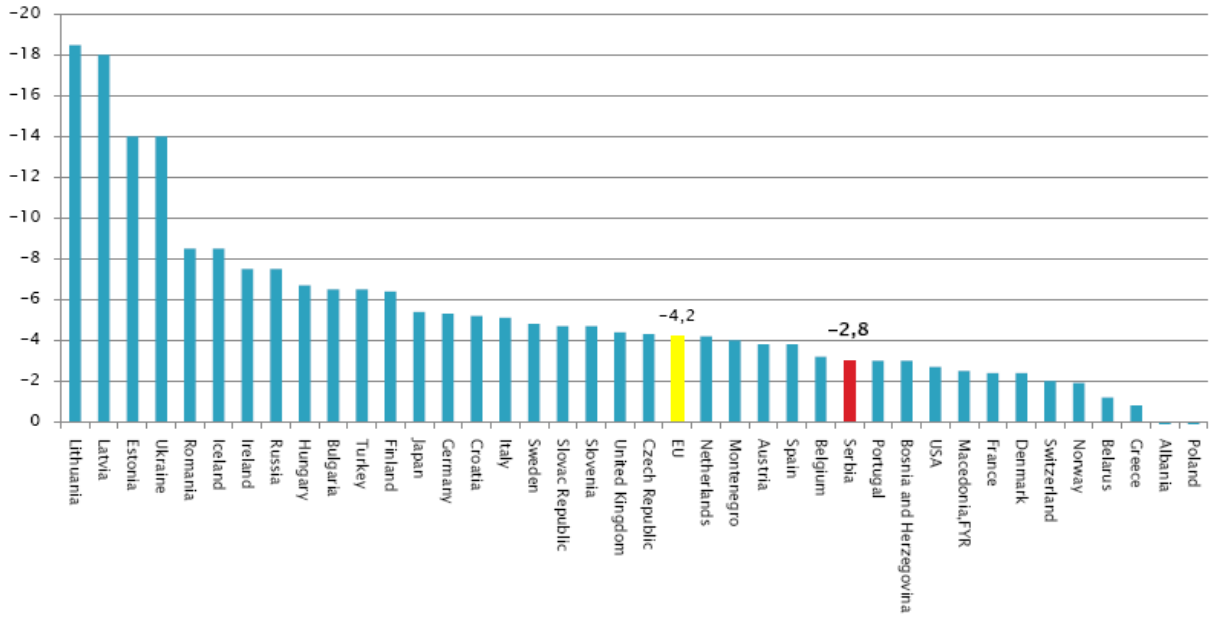
- čak i u najboljim vremenima, Srbija je imala visok fiskalni deficit i novac, primarno od privatizacije, radije je trošen nego izdvajan u rezerve za sadašnja izazovna vremena;
- dodatni novac uplaćivan u budžet tokom poslednjih nekoliko godina je korišćen za zarade, penzije, materijalne troškove, itd. radije nego za investicione namene;
- Srbija još nije članica EU i nema pristup značajnim dodatnim izvori-

period 2008 godine. Mora se naglasiti da je Srbija ipak preduzela značajne mere za proširenje slobodnih trgovinskih zona sa drugim zemljama i unapređenje nivoa ekonomske saradnje.

U decembru 2008. godine Vlada Srbije je usvojila okvir o minimiziranju uticaja krize. Okvir se sastoji od tri osnovne grupe mera:

1. mere štednje;
2. paket podsticajnih mera za pospešivanje ekonomskih aktivnosti;
3. zaključenje aranžmana sa međunarodnim finansijskim organizacijama.

Prvi set mera srpske vlade, mere štednje, odnose se na balansiranje



Slika 1. REALNI RAST BDP PO DRŽAVAMA U 2009. GODINI
Figure 1. REAL GDP GROWTH PER COUNTRIES IN THE YEAR 2009
Izvor: Vlada Republike Srbije (2010): Ekonomska politika Vlade

MERE ZA UBLAŽAVANJE UTICAJA GLOBALNE EKONOMSKE KRIZE NA PRIVREDU REPUBLIKE SRBIJE

Aktuelna globalna finansijska i ekonomska kriza nije zaobišla Republiku Srbiju. Povećan odliv kapitala, povećanje kamatnih stopa, depresijacija kursa i pad tržišnih cena akcija su, kao posledice ove krize, najpre zabeležene u finansijskom sektoru. Nadalje, ukupna ekonomija je oslabljena padom industrijske proizvodnje i usporavanjem celokupne privredne aktivnosti, uz pad budžetskog prihoda.

Na makro nivou, upoređujući monetarnu politiku Srbije i razvijenih zemalja koje su se, iako su vodile restriktivnu fiskalnu i monetarnu politiku tokom poslednjih dekada, sada opredelile za relaksiranje svoje politike,

ma prihoda (npr. EU je odobrila zajam Mađarskoj u iznosu EUR 6,5 milijardi i Letoniji EUR 3,1 milijardi).

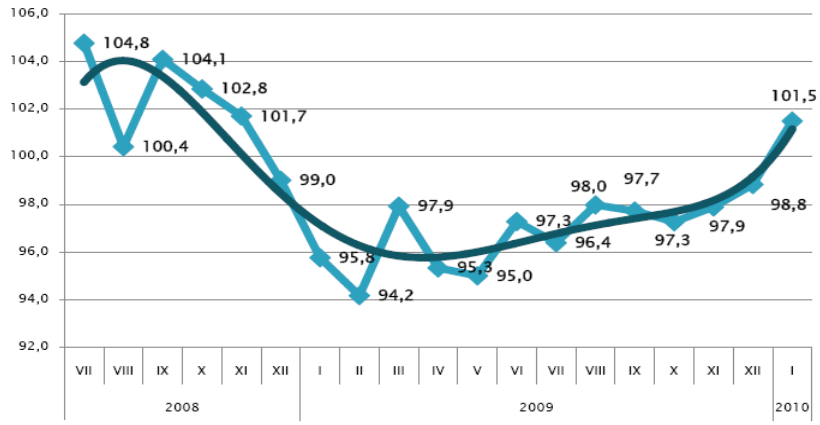
Prema saopštenju Republičkog zavoda za razvoj (RZR), bruto domaći proizvod (BDP) Srbije je u 2009. godini zabeležio pad od oko 3 odsto u odnosu na 2008. godinu, dok se u 2010. godini očekuje rast BDP-a od oko dva odsto i oporavak ekonomije posle pada privredne aktivnosti u protekloj godini. Finansijska kriza takođe je izazvala veliku ekonomsku štetu koja utiče na trgovinu povećavajući troškove osnovnih finansijskih usluga, dok se njihova dostupnost i agregatna tražnja smanjila. Iako je ukupna spoljnotrgovinska robna razmena Republike Srbije u 2009. godini iznosila oko 17 milijardi evra, to predstavlja pad od 29,3% u odnosu na isti

budžetskih rashoda i prihoda. Plan je bio da se redukuju troškovi javne administracije za blizu €850 miliona u ovoj godini (što je uključilo smanjenje i zamrzavanje zarada, smanjenje subvencija, troškova za reprezentaciju, poslovna putovanja i zabranu novog zapošljavanja). Porast u domaćoj štednji trebalo bi da bude ključni prioritet Srbije.

Mere za stimulisanje privrede su:

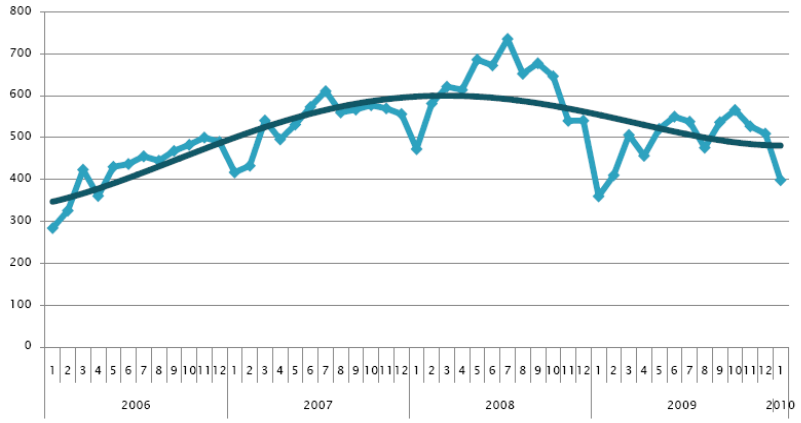
a) Vlada će povećati likvidnost izdavanjem garancija na ukupan iznos od 40 milijardi dinara u korist Narodne banke Srbije, koja će odobriti zajmove komercijalnim bankama u cilju kreditiranja realnog sektora po povoljnim uslovima;

b) obezbeđenje podsticajnih zajmova iz Razvojnog fonda u iznosu od 18,7 milijardi dinara;



Slika 2. KOMPOZITNI INDEKS PRIVREDNE AKTIVNOSTI
Figure 2. THE COMPOSITE INDEX OF ECONOMIC ACTIVITY

Izvor: Vlada Republike Srbije (2010): Ekonomska politika Vlade



Slika 3. IZVOZ (U MILIONIMA EVRA)
Figure 3. EXPORT (IN MILLIONS OF EUR)

Izvor: Vlada Republike Srbije (2010): Ekonomska politika Vlade

c) obezbeđenje međunarodnih zajmova za razvoj infrastrukture (Svetska banka - USD 388 miliona, Evropska investiciona banka - EUR 540 miliona, EBRD - EUR 150 miliona);

d) obezbeđenje povoljnih zajmova za razvoj malih i srednjih preduzeća (APEX zajmovi) u iznosu od EUR 250 miliona;

e) povećanje izvoza kroz obezbeđenje obrtnog kapitala pod povoljnim uslovima za poslove povezane sa izvozom, viši nivo osiguranja izvoznih ugovora, ukidanje carinskih i drugih barijera i finansijska podrška atestiranju proizvoda namenjenih izvozu.

Kompanije koje primaju podsticajna sredstva u obavezi su da ne smanjuju broj zaposlenih.

Treća grupa mera je posvećena lakšem izlasku Srbije iz privredne i finansijske krize putem sklapanja novog aranžmana sa Međunarodnim monetarnim fondom (MMF) koji je projektovan da unese dodatnu sigurnost među građane, ali i da ohrabri strane investitore da ulažu u Srbiju. Podršku Međunarodnog monetarnog fonda, uz Srbiju koja je prva zatražila pomoć, obezbedile su i Mađarska (uz dodatnu institucionalnu pomoć od EU) i Poljska (koristeći novu fleksibilnu liniju).

Misija Međunarodnog monetarnog fonda i srpske vlasti su u martu 2009. godine postigli sporazum o kreditnom stend-baj aranžmanu u iznosu od oko tri milijarde evra koji će trajati do aprila 2011. godine. U okviru aranžmana Srbija se obavezala na smanjenje svog budžetskog deficita, smanjenje javne uprave za 10% i na zamrzavanje plata i penzija u javnom sektoru do aprila 2011. godine. U svom izveštaju MMF naglašava da Srbija u ovom trenutku treba da postavi okvir za dalje strukturalne promene i svoju pažnju pomeri sa neposrednih mera sa suzbijanje krize, na implementaciju srednjoročnih strukturalnih mera (IMF, 2009).

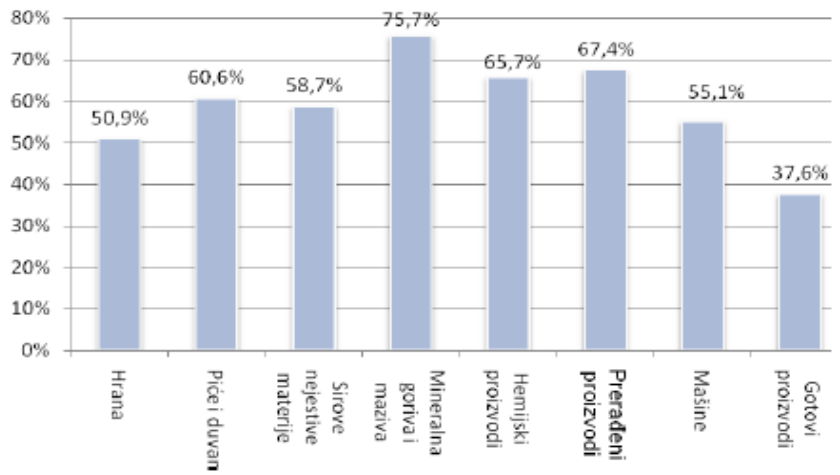
Najsvežije prognoze vezane su za Evropsku banku za obnovu i razvoj (EBRD) koja je objavila da je smanjila procenu rasta bruto domaćeg proizvoda (BDP) Srbije u 2010. godini na 2,1 odsto. Tom novom procenom ekonomske situacije u regionu, predstavljenoj na Godišnjoj skupštini EBRD u Zagrebu u maju 2010. godine, očekuje se da Srbija, zajedno sa Makedonijom (čiji će rast bit 2,2 odsto), ostvari najveći rast BDP-a u jugoistočnoj Evropi u 2010. godini.

Program Vlade za 2010. godinu je nastavak realizacije mera a osnovni cilj programa je da se u uslovima svetske ekonomske krize, u Srbiji očuvaju radna mesta uz mogućnost otvaranja novih, kao i da se ostvari blagi privredni rast, uz pomoć finansijske podrške privredi. U tom slučaju, korisnici kredita preuzimaju ugovornu obavezu da održe najmanje isti nivo zaposlenih (Vlada Republike Srbije, 2010).

UTICAJ GLOBALNE EKONOMSKE KRIZE NA POLJOPRIVREDU I PREHRAMBENU INDUSTRIJU SRBIJE

Suprotno početnim optimističkim predviđanjima naših analitičara o uticaju svetske ekonomske krize na privredu Srbije da neće biti negativnih posledica na našu privredu, industrijska proizvodnja Srbije je u 2009. godini bila manja za 17,1% u poređenju sa prethodnom godinom (Republički zavod za statistiku Republike Srbije, 2009). Prerađivačka industrija, kao sastavni deo privrede, u koju spada i prehrambena industrija, u istom periodu pala je za 24% (Republički zavod za statistiku Republike Srbije, 2009). Kašnjenje u sagledavanju uticaja globalne ekonomske krize na privredu Srbije ima zakasnelu reakciju, i shodno tome može da ima negativne posledice (Živkov, 2009). Paralelno sa padom proizvodnje, zabeležen je i pad izvoza proizvoda iz Srbije.

Globalna ekonomska kriza uzrokovala je zatvaranje velikog broja kompanija većine zemalja u svetu, naročito razvijenih zemalja (na primer Tops Meat USA), što ima za posledicu smanjenje stope zaposlenosti, a time i smanjenje kupovne moći stanovništva. Izvoz Srbije je uglavnom usmeren ka zemljama Evropske unije, posebno u Italiju i Nemačku. U ove dve razvijene evropske zemlje odlazi 21,6% ukupnog izvoza Srbije (Dragutinović i sar., 2009). Ukupan izvoz roba Republike Srbije beleži značajan pad u dru-



Slika 4. PAD IZVOZA PO GRUPAMA PROIZVODA ZA PERIOD JULI 2008 – JANUAR 2009

Figure 4. THE FALL OF EXPORT AS PER PRODUCT GROUPS FOR THE PERIOD JULY 2008/JANUARY 2009

Izvor: NBS sajt, Izveštaj o izvozu robe iz RS

goj polovini 2008. godine, tako da je u januaru 2009. godine nivo izvoza jednak onom u januaru 2006. godine.

Hrana, pored prerađenih proizvoda, mašina, aparata i transportnih uređaja i hemijskih proizvoda, spada u najznačajnije izvozne sektore u Srbiji Na slici 4 prikazan je pad izvoza po grupama proizvoda za period juli 2008 - januar 2009. godine (Dragutinović i sar., 2009). Očigledno je da je pad izvoza prehrambenih proizvoda u iznosu od 50,9% niži od pada izvoza većine drugih proizvoda (55,1-75,7%), izuzev gotovih proizvoda (37,6%).

Treba, međutim, konstatovati da se pod terminom „hrana“ i „prehrambeni proizvodi“ često podrazumevaju i primarni poljoprivredni proizvodi, pri čemu na izvoz utiče i sezonski karakter proizvodnje (na primer smrznuta, neprerađena malina). Razlog relativno stabilno pozicionirane grupe prehrambenih proizvoda u izvozu Srbije leži svakako i u činjenici da hrana nije luksuz, nego roba koje se ljudi bez obzira na cenu i na svoj dohodak, poslednje odriču. Ipak, ono sa čime se Srbija, kao i sav ostali svet suočava, je visoka cena prehrambenih proizvoda, iz osnovnog, prostog razloga što je potražnja mnogo veća od ponude. Ukupna proizvodnja hrane u svetu nije dovoljna da zadovolji potrebe. Razlozi su višestruki. Značajan porast populacije povećava potrebu za hranom s jedne strane, a problemi sa kvalitetom hrane (Food safety, GMO), kao i prerada prehrambenih sirovina u neprehrambene proizvode u cilju npr. proizvodnje energije (biogas, alkohol kao gorivo), smanjuju ponudu prehrambenih proizvoda sa druge strane.

Za Srbiju je nepovoljna i činjenica da je nivo stranih direktnih ulaganja (FDI Foreign Direct Investment) relativno nizak kako generalno, tako i u poljoprivredi i prehrambenoj industriji. Srbija je, sa aspekta poreskih stopa na dobit od 10% i bez carine na uvoz opreme u ovom sektoru, povoljna za uvoz, no opšta nesigurnost odbija strane investitore i investicione fondove.

Detaljna analiza mogućih scenarija budućih dešavanja u oblasti poljoprivrede i prehrambene industrije u Srbiji data je u radu autora Lončar (2010).

Strategija izlaska iz krize na bazi SWOT analize Lončar (2010) prikazana je na slici 5.

Poznato je da je u ekonomiji SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Treats) akronim za: snage, slabosti, mogućnosti, opasnosti, i koristi se kao metoda analize statusa firme, banke ili nacionalne ekonomije u odnosu na okolinu. Autori (Djuričin, Vuksanović, 2010) su, kao mogućnosti (povoljnosti) za privredu Srbije identifikovali: energiju sa maksimalnom ocenom (+++), zatim poljoprivredu i prehrambenu industriju (++), i infrastrukturu (++). Osnovna prednost poljoprivrede i prehrambene industrije je konstantna potražnja ovih proizvoda, kako za sopstvene potrebe, tako i za izvoz. Ovu prednost treba iskoristiti supresiranjem uvoza i uvođenjem viših faza prerade, kako bi se u većoj meri izvozili finalni proizvodi prehrambene industrije, koji imaju i veću tržišnu vrednost.

ZAKLJUČAK

Poslednjih sedam godina visoka stopa rasta bruto domaćeg proizvoda u regionu je zabeležena kao rezultat visokih privatizacionih prihoda i jakog kreditnog rasta. Prosečna godišnja stopa rasta bruto domaćeg proizvoda u Srbiji u poslednje tri godine bila je na nivou od oko 6.2%. Kao posledica globalne ekonomske krize zabeležen je značajan pad BDP-a. Sve razvijene zemlje kao i zemlje u razvoju u ovom trenutku su već uveliko usvojile akcione planove za ublažavanje posledica krize. Još uvek je veoma teško proceniti kada će doći do postepenog oporavka ekonomske aktivnosti u na-

STRENGTHS		OPPORTUNITIES	
▪ Public sector ▪ Banking industry	+ + + +	▪ Energy ▪ Agriculture & food processing ▪ Infrastructure	+ + + + + + +
WEAKNESSES		**THREATS**	
▪ Geopolitical position ▪ Human capital ▪ Deficit (budget & current account)	- - - - - - -	▪ FDIs decline ▪ Commodities price volatility	- - - - -

Slika 5. SWOT ZA SRBIJU

Figure 5. SWOT ANALYSIS FOR SERBIA

Izvor: Djuričin (2010) The World after the Crisis: Lessons for Serbia's Exit Strategy from Permanent Crisis

šoj zemlji, mada najsvežije procene međunarodnih institucija naglašavaju da će BDP Srbije, pored Makedonije, imati najveći rast u jugoistočnoj Evropi u 2010. godini.

LITERATURA

Đuričin, D., Vuksanović, I. (2010): The world after the crisis: lessons for Serbias exit strategy from permanent crisis, The 2010 Kopaonik Business Forum, ili sajt http://www.ses.org.rs/pdf/kopaonik2010/Dragan_Djuricin.pdf.

Dragutinović, S. i sar. (2009): Svetska ekonomska kriza i posledice po privredu Srbije, Fakultet za ekonomiju, finansije i administraciju, Beograd, 1-68.

González-Páramo, J. M. (2009): *Financial market failures and public policies, a central banker's perspective on the global financial crisis*, XVI Symposium of Public Economics, The Financial Crisis and the Public Sector http://www.ecb.int/press/key/date/2009/ html/index.en.html

Government of the Republic of Serbia (2008): *The Economic Crisis and its Impact on the Serbian Economy, Framework of Measures* http://www.media.srbija.sr.gov.yu/medeng/documents/economic_crisis280109.pdf

International Monetary Fund (2009): *Serbia Stand-By Arrangement - Second Review Mission*, http://www.nbs.rs/export/internet/english/40/40_1/memorandum_septembar09.pdf

Jelasić, R. (2008): *Considering New Economic Challenges in 2009 in View of the Global Financial Crisis*, General Meeting of the Serbian Chamber of Commerce, www.nbs.rs/export/internet/english/.../RJ-G-20081223.html

Lončar, D. (2010): Insights into global future scenarios: projected trends in food and energy industries: The 2010 Kopaonik Business Forum http://www.ses.org.rs/pdf/kopaonik2010/Dragan_Loncar.pdf

Ministry of Economy and Regional Development of the Republic of Serbia, *Measures to Address the Impact of Global Crisis on CEFTA*, http://www.cefta2006.com/Sastanci-pomocnika-ministara/link/za%20download/Serbia.pdf

Narodna banka Srbije (2009): *Izveštaj o stanju u finansijskom sistemu* http://www.nbs.rs/export/internet/latinica/90/90_4/finansijski_sistem_2009.pdf

Poland: Tapping the IMF's Flexible Credit Program http://www.stratfor.com/analysis/2009-0415_poland_tapping_imfs_flexible_credit_program

Republički zavod za statistiku Republike Srbije, Saopštenje za javnost, sajt http://webrzs.stat.gov.rs/axd/index1.php?sifraVesti

The Statistical Office of the Republic of Serbia http://webrzs.statserb.sr.gov.yu/axd/en/index.php

Trichet, J. C. (2008): *The financial turbulence – where do we stand*, Economic Club of New York, New York, http://www.ecb.int/press/key/date/2009/html/index.en.html

Trichet, J. C. (2009): *Supporting the financial system and the economy: key ECB policy actions in the crisis*, Conference Nueva Economía Fórum and The Wall Street Journal Europe http://www.ecb.int/press/key/date/2009/html/index.en.html

Vlada Republike Srbije (2010): *Ekonomska politika Vlade* http://www.ses.org.rs/ prezentacijekopaonik.html

Živkov, G., Vonnegut, A., Obućina, B., Popadić, N. (2009): Uticaj svetske ekonomske krize na poljoprivredu Srbije, Studija, USAID, Beograd.

SUMMARY

EFFECTS OF THE GLOBAL ECONOMIC CRISIS ON THE ECONOMY AND THE FOOD INDUSTRY IN SERBIA

[1]Marijana Đ. Carić, M., [2]Jelena M. Vapa-Tankosić

[1]Universty Business Academy in Novi Sad, Faculty of Economy and Engeneering Management, Novi Sad, Serbia
[2]Development Bank of Vojvodina, Novi Sad and University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Economy and Engeneering Management, Novi Sad, Serbia

The current global economic crisis has not bypassed the Republic of Serbia. The registered flight of capital, increase of interest rates, depreciation, and the fall of stock market prices, have been firstly registered in the financial sector. Further on, the whole economy has been weakened by the fall of industrial production and the slow down of the whole economic activity, encompassing the fall of budgetary revenues. Contrary to the initial optimistic forecasts of our analysts the industrial production in 2009 has been decreased by 17,1%, in comparison to the previous year, while the processing industry, including the food industry has been, in the same period, decreased by 24%. In parallel with the fall of production we have witnessed the significant fall of exports. This paper aims to identify the main developments leading to the global economic crisis and present its' effects on the economy and food industry of Serbia.

Key words: global economic crisis • economy • food industry

UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis **PREHRAMBENA INDUSTRIJA – MLEKO I MLEČNI PROIZVODI** objavljuje pregledne naučne i stručne radove, prikaze iz industrijske prakse, prikaze savremene tehnološke opreme, zatim knjiga i drugih stručnih izdanja, privredne vesti i tehnološke novosti. Radovi mogu biti pisani na srpskom ili engleskom jeziku.

Rad treba da je izložen jasno i da sadrži sledeće delove: Izvod (do 200 reči), Ključne reči, Uvod, Materijal i metodi, Rezultati i diskusija, Zaključak i Izvod na engleskom jeziku (Summary), do 250 reči.

Na prvoj strani dati predlog autora za kategoriju rada (naučni ili stručni) i naslov (koji ne treba da sadrži simbole, formule i skraćenice). Ispod naslova rada staviti ime, srednje slovo i prezime svakog autora, bez titula, zvanja i funkcija. Ispod imena autora navesti u najkraćem obliku nazive i mesto institucija u kojima rade autori. Pri kraju prve strane navesti punu adresu jednog autora, zvanje, e-mail i telefon.

Preporučuje se da obim rukopisa, uključujući priloge, ne bude veći od 15 strana.

Pridržavati se Međunarodnog sistema jedinica (SI), Zakona o mernim jedinicama i merilima, i uobičajene hemijske nomenklature.
Spisak literature daje se po abecednom redu i prilaže na odvojenom listu. Skraćene nazive časopisa treba navoditi prema Međunarodnom kodeksu za skraćivanje naslova periodičnih publikacija.

Reference se navode na sledeći način:
ČASOPISI: Buriti, F.C.A., da Rocha, J.S., Saad, S.M.I. (2005): Incorporation of Lactobacillus acidophilus in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. International Dairy Journal, 15, 1279-1288.
KNJIGE: Tamime, A.Y., Robinson, R.K. (2004): Yoghurt Science and Technology, Woodhead publishing limited, Cambridge, England, p. 619.
POGLAVLJE U KNJIZI: Kindstedt, P., Carić, M., Milanović, S. (2004): Pasta Filata Cheeses. Chapter 11, in: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 3rd ed.: Major Cheese Groups-vol. 2, eds. P.F. Fox, *et al*., Elsevier Science Ltd., London, 251-277.
ZBORNIK RADOVA: Fox, P.F., Kelly, A.L. (2004): Milk proteins: Technological aspects, International Dairy Symposium "Recent Developments In Dairy Science and Technology", Isparta-Turkey, 24-28 May, Proceedings, p.17-19.
TEZA (Ph.D., M.Sc.): prezime, inicijali imena.: naslov doktorske disertacije ili magistarske teze, naziv univerziteta, godina.

Pri pisanju literature u **tekstu** navesti prezime autora, bez inicijala i godinu publikacije. Primeri:
1. Steventon, Donald i Gladden (1994) izučavali su efekte... ili
2. Slične rezultate publikovali su i drugi autori (Anderson *et al*., 1990).
3. Ako se navodi više rezultata istog autora u isto vreme, poređati datume po redu. Koristiti slova posle godine da bi se naznačilo više publikacija od istog autora iste godine:
"Više studija (Johnson, 1988, 1990a, 1990b, Johnson *et al.,*1995a, 1995b) pokazalo je isti rezultat."

Na posebnom listu, na kraju rukopisa, dati izvod na engleskom jeziku (SUMMARY) do 250 reči koji treba da sadrži: naslov rada, ime i prezime svakog autora, naziv institucije u kojoj autori rade (na engleskom), važnije pojmove (Key words) na engleskom jeziku.

Tehnički detalji u vezi sa pisanjem radova za časopis PREHRAMBENA INDUSTRIJA – MLEKO I MLEČNI PROIZVODI

Radove pisati u Wordu. Format strane je **A4** sa marginama od **25 mm**. Koristiti font **Times New Roman** veličine **12 pt**, a Izvod na srpskom i engleskom veličine **10 pt**. Naslove pisati velikim slovima veličine **12 pt (bold)**, a podnaslove malim slovima veličine **12 pt (bold)**. Reči ne rastavljati. Ilustracije i tabele postaviti na svoja mesta u tekstu. Ilustracije treba da su u crno-beloj tehnici i treba ih dati još i u posebnom ***grafičkom* fajlu (ne u Wordu).** Ako je vektorska grafika u pitanju, u obzir dolaze formati ***.cdr** i ***.wmf**, a za bitmapiranu grafiku preporučuju se formati ***.bpm** ili ***.tif** u rezoluciji od najmanje **300 dpi.** Kolor ili crno-bele fotografije, ukoliko ih ima u radu, treba dostaviti u ***.jpg** formatu. Takođe, sve grafikone koji su urađeni pomoću Microsoft Office Excel programa dostaviti u originalnom excel formatu. Ako se u ilustracijama koriste neki nestandardni fontovi treba ih **pretvoriti u krive**.

Sve nazive **TABELA** i **SLIKA** i upise u njima u tekstu napisati **i na engleskom jeziku**. Nazive tabela i slika pisati velikim slovima. Za tabele i slike u integralnom tekstu ne koristiti skraćenice.

Radove slati na CD–u i jedan odštampan primerak na adresu: Prof. dr Spasenija Milanović, glavni urednik (Prehrambena industrija-Mleko i mlečni proizvodi), Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1 i na e–mail adresu: mlekotf@uns.ac.rs.

Svi radovi podležu recenziji. Konačnu odluku o kategorizaciji i štampanju rada donosi Uredništvo časopisa.