

UTICAJ PROKUHAVANJA SIROVOG MLIJEKA NA NJEGOVU ZDRAVSTVENU ISPRAVNOST I NUTRITIVNU VRIJEDNOST

mr Daniel Maestro, dipl.san.ing.

Zavod za javno zdravstvo FBiH

Udruženje za sanitarno inženjerstvo u BiH

info@sanitarac.pro

1. UVOD

Zainteresovanost ljudi za bezbjedno korištenje hrane postoji od davnina, tako da se i danas postavlja jedan globalni zahtjev za proizvodnjom hrane koja se može koristiti bez rizika po zdravlje. Pored makro- i mikronutijenata i nenutritivnih prirodnih komponenti hrane, koje su često odgovorne za njene organoleptičke osobine i koje ih čine biološki vrijednim i prihvatljivim, u namirnicama se mogu naći i brojne druge strane supstance koje su manje ili više štetne po zdravlje. Tu, prije svega, spadaju mikroorganizmi i njihovi toksini, aditivi i rezidui kontaminenata. Dokazivanje prisustva ovih supstanci i njihovo određivanje čine osnovu ispitivanja zdravstvene ispravnosti namirnica [1]. Zdravstvena ispravnost hrane podrazumijeva sigurnost da hrana neće prouzrokovati štetne utjecaje na zdravlje ljudi ako je pripremljena i konzumirana u skladu s njezinom namjenom [2]. Posebnu opasnost za zdravlje ljudi predstavljaju namirnice zagađene patogenim mikroorganizmima. Namirnice mogu da budu zagađene mikroorganizmima kada su proizvedene od oboljelih životinja, primarno, kao i sekundarno, kada do kontaminacije dolazi u toku proizvodnje namirnica, njihove prerade i prometa ili ukoliko nisu obezbjeđene sve higijenske mjere. Posebnim propisima o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica utvrđene su norme u pogledu vrste i broja mikroorganizama koje svaka namirnica mora da ispunjava da bi bila upotrebljiva za ljudsku ishranu [1]. Sirovo mlijeko na području Bosne i Hercegovine, mora da zadovoljava slijedeće kriterije, na osnovu kojeg se definiše prihvatljivost proizvoda: *Salmonella spp*: ne smije biti prisutna u 25 ml uzorka; Koagulaza pozitivni stafilocoki (*Staphylococcus aureus*): $< 10^2$ cfu/ml; *Enterobacteriaceae*: $< 10^2$ cfu/ml; Sulfitoreducirajuće klostridije: $< 10^2$ cfu/ml; *Listeria monocytogenes*: $< 10^2$ cfu/ml; Aerobne mezofilne bakterije: 10^5 cfu/ml.

Prema Pravilniku maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) kontaminenata u sirovom mlijeku su slijedeće: Aflatoksin M1: 0,050 μ g/kg; Olovo (Pb): 0,02 mg/l; Arsen (As): 0,1 mg/l. Sirovo mlijeko koje nije u skladu sa maksimalno dozvoljenim količinama propisanim Pravilnikom, ne smije se koristiti kao sastavni dio druge hrane. Sirovo mlijeko koje sadrži aflatoksine ne smije se detoksificirati hemijskim postupcima [3].

Pod pojmom „kvalitet namirnica“ podrazumjeva se skup svih bitnih svojstava koji utiču na njenu upotrebljivost u ishrani ljudi. U cilju zaštite zdravlja ljudi i obezbjeđenja njihove pravilne ishrane, kao i spriječavanja falsifikovanja namirnica manje vrijednim sastojcima, vrši se kontrola njihovog kvaliteta. Kravlje mlijeko mora ispunjavati slijedeće uslove kvaliteta: da sadrži najmanje 3,2% mliječne masti; da sadrži najmanje 2,8% bjelančevina; da sadrži najmanje 8,5% suhe materije bez masti; da mu je gustoća od 1,028 do 1,034 g/cm na temperaturi od 20°C; da mu je stepen kiselosti od 6,4 do 6,8°SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,7; da mu tačka mržnjenja nije viša od -0,520°C; da mu je rezultat alkoholne probe sa 72% etilnim alkoholom negativan; mlijeko ne smije sadržavati mehaničke nečistoće; mlijeko ne smije sadržavati dodate količine vode [4].

Sve veći broj ljudi konzumira sirovo nepasterizovano mlijeko. Bolje nutritivne vrijednosti, sam kvalitet, okus i druge zdravstvene prednosti su zagovarane kao razlog za povećanim interesom za konzumacijom sirovog mlijeka. Međutim, naučno utemeljenih podataka da se potkrijepi ova tvrdnja su vrlo ograničeni. Gotovo sve međunarodne savjetodavne i regulatorne agencije koji

se bave sigurnosću hrane, snažno podržavaju principe konzumiranja samo pasterizovanog mlijeka [5]. Brojne naučne analize su pokazale da pasterizovano mlijeko sadrži jednake vrijednosti nutrijenata kao i sirovo, nepasterizovano mlijeko, bez dodatnog rizika od bakterijskih infekcija [6]. Csilla A. i saradnici u svom istraživanju iz 2009. godine navode da se konvencionalnom toplinskim tretiranjem sirovog mlijeka sadržaj bjelančevina uopšte nije promjenio [7]. Međutim, postoje i istraživanja koja podstiču na korištenje sirovog mlijeka. Pa tako Sarkiyayi S. i Shehu M. u svom radu navode da se prokuhavanjem mlijeka smanjuje sadržaj nutritivnih tvari u mlijeku i to sadržaj protein za 3,73%, masti za 2,85%, ukupne suhe tvari za 9,67%, kalcija za 0,06% i magnezija za 0,41% te ukazuju da prokuhavanje ima negativne učinke na sirovo mlijeko [8]. Zagovornici zdravstvenih prednosti koje ima sirovo mlijeko, navode da se prokuhavanjem unište ili neutraliziraju važne hranjive tvari u mlijeku kao što su proteini, ugljiko hidrati, kalciji i razni vitamini [9]. Sirovo mlijeko je veoma čest izvor epidemija, a u Sjedinjenim Američkim državama je od 1998. do 2008. godine identifikovano ukupno 148 epidemija izazvanih zbog konzumiranja sirovog mlijeka, što je rezultiralo sa 2384 oboljela, 284 hospitalizovana pacijenta i 2 smrtna slučaja [10]. Izvještaji i dokumenti CDC navode da je učestalost epidemija, izazvanih zbog konzumiranja sirovog mlijeka, 150 puta veća nego učestalost epidemija uzrokovanih pasterizovanim mlijekom [11]. Prema podacima CDC (Centers for Disease Control and Prevention) u SAD-u godišnje oko 1.600 ljudi oboli od listerioza, od čega ih 260 ima smrtni ishod [12]. Uzmajući u obzir navedeno ali i problem koji predstavlja velika količina mlijeka koja se nalazi van tokova kontrole (mali proizvođači koji prodaju nepasterizovano mlijeko) kao i neupitnu činjenicu da se sirovo mlijeko koristi svakodnevno [13], te je dostupno stanovništvu i da se nalazi u slobodnoj prodaji, njegova zdravstvena ispravnost, kvalitet, nutritivna i energetska vrijednost od posebnog su javno-zdravstvenog značaja.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanje će se provesti na 30 uzoraka sirovog mlijeka, izabranih metodom slučajnog uzorka, uzetih kod individualnih prodavača sa sarajevskih tržnica i pijaca. Neposredno nakon kupovine, uzorci će se dostaviti u laboratorij Zavoda za javno zdravstvo Federacije Bosne i Hercegovine. Svaki prikupljeni uzorak će biti podjelen na dva djela (A i B), te će se uzorak A analizirati prije, a uzorak B nakon prokuhavanja. Prokuhavanje će se vršiti zagrijavanjem sirovog mlijeka do temperature ključanja koja se, prema podacima iz literature, najčešće kreće od 97-102,5 °C, zavisno od sastava mlijeka [14]. Nakon što postigne temperaturu ključanja, mlijeko će se zagrijavati još 20 sekundi, a potom skloniti sa vatre, čime će tretman prokuhavanja biti završen [14]. Prema važećim pravilnicima u BiH, u prikupljenim uzorcima će se analizirati slijedeći parametri zdravstvene ispravnosti i kvaliteta sirovog mlijeka: određivanje sadržaja vode, određivanje sadržaja masti, određivanje sadržaja bjelančevina, određivanje ukupnog pepela, određivanje suhe materije, određivanje sadržaja ugljiko hidrata, određivanje energetske vrijednosti, određivanje teških metala (Olovo, Arsen), određivanje Aflatoksina M1 i mikrobiološki parametri.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 REZULTATI ZDRAVSTVENE ISPRAVNOSTI

Prema dobivenim rezultatima, 53,33% ispitanih uzoraka sirovog mlijeka nije odgovaralo važećoj zakonskoj legislativi o zdravstvenoj ispravnosti mlijeka, dok broj zdravstveno neispravnih prokuhanih mlijeka čini 23,33% ukupnog broja ispitanih uzoraka prokuhanog mlijeka.

Rezultati analiza na zdravstvenu ispravnost sirovog mlijeka, jasno ukazuju da sirovo mlijeko koje je dostupno na području Kantona Sarajevo, odstupa u odnosu na važeću zakonsku regulativu predviđenu za sirovo mlijeko. Prokuhavanjem istog mlijeka, zdravstvena ispravnost se poboljšava (23 od 30 uzoraka prokuhanog mlijeka su odgovarala kriterijima zdravstvene ispravnosti).

3.2 REZULTATI ISPITIVANJA NUTRITIVNIH VRIJEDNOSTI

Od 30 prikupljenih uzoraka sirovog mlijeka 17 uzoraka nije odgovaralo parametrima kvaliteta (sadržaj mliječne masti i bjelančevina), dok nakon prokuhavanja ni jedan od ispitanih uzoraka nije odgovarao traženim parametrima kvaliteta. Prosječan udio masti u ispitivanim uzorcima mlijeka prije prokuhavanja je iznosio 3,25 %, a nakon prokuhavanja 3,00 %, što predstavlja smanjenje početne prosječne vrijednosti za 7,7 %. Statistička značajnost promjene u ovom parametru je potvrđena t-testom, obzirom da je p vrijednost <0.05 . Prosječan udio bjelančevina u ispitivanim uzorcima mlijeka prije prokuhavanja je iznosio 3,23%, dok u uzorcima prokuhanog mlijeka, primjenom iste analitičke metode, nije zabilježeno prisustvo proteina. Prosječan udio ugljikohidrata u ispitivanim uzorcima mlijeka prije prokuhavanja je iznosio 4,69 %, a nakon prokuhavanja 9,91 %, što predstavlja povećanje početne prosječne vrijednosti za 99,79 %. Statistička značajnost ove razlike je potvrđena t-testom.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da se prokuhavanjem mlijeka mijenjaju njegove nutritivne karakteristike, što ide u prilog tvrdnjama onog dijela naučne populacije koji zagovara ovu hipotezu [7], [8]. S druge strane, ovi rezultati nisu u skladu s tvrdnjama da ovakav tretman sirovog mlijeka ne dovodi do promjena nutritivnih parametara [6], [15]. Prema Sarkiyayi S. i Shehu M. prokuhavanjem mlijeka se smanjuje sadržaj masti za 2,85% , a povećava ukupna suha tvar za 9,67%, što je u skladu sa rezultatima dobivenim u ovom radu. Povećanje ukupne suhe tvari je rezultat gubitka vode isparavanjem. Međutim, isti autori navode da se sadržaj proteina smanjuje za 3,73%, dok su rezultati ovog rada pokazali potpuni gubitak proteina u prokuhanom mlijeku. Ovaj rezultat se djelimično može objasniti ako se uzme u obzir činjenica da je sloj koaguliranih proteina odstranjen, te da je na visokim temperaturama moglo doći do pucanja peptidnih veza i raspadanja proteina na aminokiseline. Međutim, najveći dio proteina u mlijeku čini kazein, protein koji je termostabilan i pri primjeni tretmana u kojima se mlijeko izlaže mnogo većim temperaturama u dužem vremenskom periodu, u odnosu na tretman primjenjen u ovom istraživanju. Obzirom na činjenicu da je u ovom radu mlijeko zagrijavano na tački ključanja samo 20 s, dobiveni rezultati nisu u skladu sa očekivanim.

3.3 REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PARAMETARA

Prosječan broj kolonija aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima sirovog mlijeka je iznosio 816,34, dok je u uzorcima prokuhanog mlijeka ova vrijednost iznosila 5,44, te je prosječan broj ovih bakterija u prokuhanom mlijeku smanjen za 99,33 % u odnosu na prosječan broj istih bakterija u sirovom mlijeku. Statistički veoma značajna razlika je potvrđena t-testom ($p < 0,0001$). Prosječan broj kolonija bakterija *Staphylococcus aureus* u uzorcima sirovog mlijeka je iznosio 170,6. Prisustvo ove bakterije nije utvrđeno ni u jednom od uzoraka prokuhanog mlijeka. Prosječan broj kolonija bakterija porodice *Enterobacteriaceae* u uzorcima sirovog mlijeka je iznosio 166,8. Prisustvo ovih bakterija nije utvrđeno ni u jednom od uzoraka prokuhanog mlijeka. Rezultati komparativne mikrobiološke analize uzoraka sirovog i prokuhanog mlijeka jasno pokazuju vrlo izražen uticaj primjene ovog tretmana u cilju povećanja mikrobiološke ispravnosti mlijeka, odnosno smanjenja mikrobiološke kontaminacije sirovog mlijeka. Izraženo smanjenje broja aerobnih mezofilnih bakterija, kao i potpuno uništavanje enterobakterija i stafilokoka je u skladu sa očekivanim rezultatima, baziranim na podacima iz literature u kojoj se metoda prokuhavanja mlijeka navodi kao vrlo efikasna prevencija od mogućih rizika trovanja bakterijama iz sirovog mlijeka [12].

3.4 REZULTATI ISPITIVANJA PRISUSTVA TEŠKIH METALA (As i Pb)

Prosječna količina arsena u uzorcima sirovog mlijeka je iznosila 0,01 mg/L, dok ni u jednom od uzoraka prokuhanog mlijeka nije zabilježeno prisustvo ovog teškog metala. Prosječna količina olova u uzorcima sirovog mlijeka je iznosila 0,03 mg/L, a u uzorcima prokuhanog mlijeka 0,008 mg/L, pa je time zabilježen pad prosječne količine olova u ispitivanim uzorcima za 73,34%. Dobiveni rezultati ukazuju da prokuhavanje mlijeka snižava koncentracije olova i arsena, nestabilnih metala koji bi se ovim tretmanom mogli izgubiti. Pored toga što nisu termostabilni na visokim temperaturama, ovi metali imaju tendenciju vezivanja za proteine [17], pa se njihova smanjena koncentracija u prokuhanom mlijeku može objasniti i činjenicom da su mogli biti odstranjeni kao vezani za koagulirane proteine u pomenutom površinskom sloju. Međutim, izmjerene koncentracije ovih metala u sirovom mlijeku su veoma niske (mnogo niže u odnosu na njihove MDK), pa se ne mogu dati konačni zaključci o uticaju prokuhavanja mlijeka na njegovu zdravstvenu ispravnost u pogledu koncentracija ovih teških metala.

3.5 REZULTATI ISPITIVANJA PRISUSTVA AFLATOKSINA M1

Između uzoraka sirovog i prokuhanog mlijeka nema značajnije razlike u koncentraciji aflatoksina M1. Prosječna koncentracija aflatoksina M1 u uzorcima sirovog mlijeka je iznosila 0,68 pg/ml, a u uzorcima prokuhanog mlijeka 0,67 pg/ml. Rezultati kvantitativne analize aflatoksina M1 pokazuju da prokuhavanje mlijeka nema uticaj na prisustvo ovog mikotoksina u mlijeku. Ovi rezultati su u skladu sa literaturnim podacima o termostabilnosti ove molekule, koja se ne može narušiti u procesu pasterizacije i sterilizacije [16], [18].

3.6 REZULTATI ISPITIVANJA ENERGETSKIH VRIJEDNOSTI

Prosječna energetska vrijednost u ispitivanim uzorcima mlijeka prije prokuhavanja je iznosila 211,9 kJ/100 ml, a nakon prokuhavanja 287, 02 kJ/100 ml, što predstavlja povećanje početne prosječne energetske vrijednosti za 35,45%. Povećanje energetske vrijednosti prokuhanog mlijeka je rezultat povećanja udjela ugljikohidrata u suhoj tvari (a samim tim i energetske vrijednosti ugljikohidrata). Međutim, sadržaj ugljikohidrata se dobiva računskim putem, korištenjem formule koja u obzir uzima udio bjelančevina u suhoj tvari. Prema tome, prije donošenja konačnih zaključaka o uticaju prokuhavanja mlijeka na sadržaj ugljikohidrata, kao i na njegovu energetska vrijednost, kvantitativna analiza proteina u prokuhanom mlijeku bi se svakako trebala ponoviti primijenjujući neku drugu, pouzdaniju analitičku metodu, u kojoj bi se sadržaj proteina indirektno mjerio praćenjem ukupnog azota.

4. ZAKLJUČAK

Nakon iznošenja i interpretacije dobivenih rezultata, na osnovu prezentiranog se mogu izvući sljedeći zaključci: Prokuhavanjem sirovog mlijeka poboljšava se njegova zdravstvena ispravnost; prokuhavanje sirovog mlijeka ima vrlo izražen i značajan uticaj na povećanje njegove mikrobiološke ispravnosti; prokuhavanjem sirovog mlijeka smanjuju se koncentracije teških metala Arsena i Olova, kada su iste prisutne u tragovima, odnosno koncentracijama manjim od MDK; prokuhavanje mlijeka nema uticaj na smanjenje koncentracije aflatoksina M1; tretmanom prokuhavanja mlijeka mijenjaju se njegove nutritivne karakteristike, gdje dolazi do određenog procentualnog smanjenja sadržaja masti i bjelančevina, povećanja udjela ugljikohidrata u suhoj tvari, kao i do promjena u energetska vrijednosti; prokuhano mlijeko

ima veću energetska vrijednost od sirovog mlijeka; zdravstvena ispravnost sirovog mlijeka na području Kantona Sarajevo odstupa u odnosu na važeću zakonsku regulativu predviđenu za sirovo mlijeko; kvalitet sirovog mlijeka na području Kantona Sarajevo odstupa u odnosu na važeću zakonsku regulativu predviđenu za sirovo mlijeko.

LITERATURA

1. Mirić M. i Šobajić S., (2002): Zdravstvena ispravnost namirnica, Beograd, 18, 19-20, 23, 122, 124.
2. Zakon o hrani (Službeni glasnik BiH broj 50/04).
3. Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama za određene kontaminante u hrani (Službeni glasnik BiH broj 37/09).
4. Đorđević J., (1987.): Mleko. Naučna knjiga. Beograd.
5. Committe of infectious disease, Committe of nutrition, (2014): Consumption of raw or unpasteurized milk and milk products by pregnant women and children, USA, Pediatrics 2014.
6. Csilla A., Pohn G., Mandoki Z., Csapo-Kiss Z., (2009): Djelovanje mikrovalnog pasteriziranja na sastav mlijeka, Krmiva, Vol .51, No.4.
7. Lejeune J.T., Rajala-Schultz P.J., (2013): Food safety: unpasteurized milk – a continued public health threat. Clin Infect Dis., 48.
8. Newkirk R., Hedberg C., Bender J., (2012): Establishing a milkborne disease outbreak profile: potential food defense implications, Foodborne pathog. Dis (8), 433-437
9. Guh A., Phan Q., Nelson R., Purviance K., Milardo E., Kinney S., (2008): Outbreak of Escherichia coli O157 associated with raw milk, Connecticut, Clin Infect Dis., 51.
10. Lejeune T., Rajala-Schultz J., (2009): Unpasteurized milk: a continued public health threat. Clin Infect Dis., 93.
11. Scallan E., Hoekstra R.M., Angulo F.J., Tauxe R.V., Widdowson M.A., Roy S.L., Jones J.L., Griffin P.M., (2011): Foodborne illness acquired in the United States--major pathogens. Emerging infectious diseases, (1):7 -15.).
12. Langer A., Ayers T., Grass J., Lynch M.E., Mahon B., (2006): Nonpasteurized Dairy Products, Disease Outbreaks, and State Laws - United States, 380.
13. El-Gazzar F.E., Marth E.H., (1991): Listeria monocytogenes and listeriosis related to milk, milk products and dairy ingredients: A Review II Listeria monocytogenes and dairy technology, Milchwissenschaft 46 (2): 82 – 86.
14. Hrvatska agencija za hranu, (2012): Osnovne upute za higijensku proizvodnju hrane, Vodič za osobe koje posluju sa hranom, Osijek, Republika Hrvatska.
15. Sarkiyayis S., Shehu M., (2011): Effects of Boiling and Fermentation on the Nutrient Composition of Cow Milk in Kaduna Metropolis, Research Journal of Chemical Sciences Vol. 1, 81-84.
16. Govaris A., Roussi V., Koidis P.A., Botsogloub N.A., (2002): Distribution and stability of aflatoxin M1 during production and storage of yoghurt. Food Additives & Contaminants 19 (11): 1043-1050.
17. Kirberger M., Wong H.C., Jiang J., Yang J.J. (2013): Metal toxicity and opportunistic binding of Pb(2+) in proteins. J Inorg Biochem. 125:40-9.
18. Cvaliere C., Foglia E., Pastorini R., Samperi P. and Lagana A., (2006): Liquid chromatography/tandem mass spectrometric confirmatory method for determining aflatoxin M1 in cow milk – Comparison between electrospray and atmospheric pressure photoionization sources. J. Chromatogr. A 1101, 69–78.