

Proizvodnja, sastav i svojstva kobiljeg mlijeka

doi: 10.15567/mljekarstvo.2014.0401

Andreja Brezovečki, Mateja Čagalj, Neven Antunac,
Nataša Mikulec, Darija Bendelja Ljolić*Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mljekarstvo,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, HrvatskaPrispjelo - Received: 06.03.2014.
Prihvaćeno - Accepted: 12.09.2014.

Sažetak

U većini zemalja svijeta kobilje mlijeko oduvijek je bilo cijenjeno zbog svojih ljekovitih svojstava pa se danas sve više koristi u prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji, te kao zamjena humanom mlijeku u prehrani novorođenčadi. Procjenjuje se da oko 30 milijuna ljudi u svijetu konzumira kobilje mlijeko. Posljednjih godina kobilje mlijeko postaje i u Hrvatskoj sve interesantniji proizvod zbog svog specifičnog sastava i svojstava. Kobilje mlijeko danas je predmet brojnih istraživanja i rasprava zbog optimalnog omjera kazeina i proteina sirutke te visoke probavljivosti, što ga čini prihvatljivim za prehranu dojenčadi. Cilj rada je prikazati kemijski sastav te najvažnija svojstva kobiljeg mlijeka kao i mogućnosti njegove primjene. Zbog visokog udjela proteina mliječnog seruma, kobilje mlijeko je bogat izvor esencijalnih aminokiselina i pogodno je za prehranu ljudi. Lipidi kobiljeg mlijeka sadrže manje triacilglicerola (oko 80 %) za razliku od humanog i kravljeg mlijeka (oko 98 % u oba mlijeka), dok je veći udio fosfolipida (oko 5 %) i slobodnih masnih kiselina (oko 9 %) u usporedbi s kravljim i humanim mlijekom. Kobilje mlijeko sadrži visoku koncentraciju višestruko nezasićenih masnih kiselina, nizak sadržaj kolesterola, visok udio laktoze te vitamina A, B i C.

Ključne riječi: kobilje mlijeko, albuminsko mlijeko, kemijski sastav, fizikalna svojstva, higijenska kvaliteta, terapijska svojstva

Uvod

Kobilje mlijeko se kao hrana spominje već u Homerovoj Ilijadi u 8. st. prije Krista (Hanser, 1988), dok se u Kini još prije 3000 godina koristilo za liječenje pojedinih bolesti. Carevi dinastije Ming zvali su ga "Božanskim nektarom". U to vrijeme ono je bilo čudo medicine. Poznato je da je Kublai-Khan, vladar Mongolije, svake noći pio kumis. Samo za njega i njegovu obitelj uzgojili su stado bijelih kobilja za proizvodnju kobiljeg mlijeka (Hanser, 1988). Prvi zabilježeni tragovi mužnje kobilja i pripreme fermentiranih mliječnih napitaka datiraju od prije dva i pol tisućljeća, a upućuju na azijske narode razvijene konjogojske tradicije, skite i Mongole (Ivanković, 2004). Marko Polo je u 13. stoljeću u svojim putopi-

sima opisao uporabu kobiljeg mlijeka kod Mongola i nekih plemena u Južnoj Rusiji (npr. Kirgisa), koji se još i danas bave tom proizvodnjom. Kobilje mlijeko i kumis stoljećima su važan dio tradicionalne prehrane ovog naroda. Procjenjuje se da oko 30 milijuna svjetske populacije redovito konzumira kobilje mlijeko, a ta se brojka iz godine u godinu sve više povećava (Doreau i Martin-Rosset, 2002).

U novijoj povijesti, Rusi su prvi upotrijebili kobilje mlijeko u medicinske svrhe. Prvo lječilište gdje se provodila terapija s kobiljim mlijekom osnovana je 1858. godine u Samari. Lav Nikolajevič Tolstoj, autor poznatih romana "Ana Karenjina" i "Rat i mir", napisao je o kobiljem mlijeku da "ono regenerira moje tijelo i podiže moj duh". Do 1962. godine na prostoru bivšeg SSSR-a bilo je oko 50 lječilišta tzv.

*Dopisni autor/Corresponding author: E-mail: antunac@agr.hr

“Kumisnih bolnica”, koje su u liječenju i terapiji koristile svježe i fermentirano kobilje mlijeko (Hanser, 1988). Tijekom drugog svjetskog rata, njemački liječnik dr. Rudolf Storch istaknuo je učinke kobiljeg mlijeka na zdravlje ljudi a 1959. godine kada se vratio iz zarobljeništva uspostavio je prvu kobilarnu za proizvodnju kobiljeg mlijeka u Njemačkoj.

U današnjoj Mongoliji i Rusiji postoje farme na kojima kobile služe isključivo za proizvodnju mlijeka. U Europi se tradicijski nikada nije razvijao taj vid uporabe konja, premda danas postoje i na njenom tlu specijalizirane farme mliječnih kobila. Europske zemlje uglavnom uvoze kobilje mlijeko iz azijskih zemalja gdje se tradicijski proizvodi (Ivanković, 2004). Iako su konji rašireni po čitavom svijetu, mliječna stada kobila pronađena su i uglavnom se nalaze na području bivšeg SSSR-a i Mongolije. Mliječna stada kobila pronađena su na području Kazahstana, Kirghizia, Tadžikistana, Uzbekistana i u nekim dijelovima Rusije blizu Kazahstana (Kalmukia, Bachkiria) u Mongoliji i njenoj periferiji: Buryatia u Sibiru, unutrašnjosti Mongolije i sjevernoj Kini. Mliječne kobile pronađene su i na Tibetu i pokrajini Xinjiang. Stada mliječnih kobila zastupljena su u manjoj mjeri u Istočnoj Europi (Bjelorusija, Ukrajina), Središnjoj Europi (posebno u Mađarskoj, Austriji i Njemačkoj), te u Zapadnoj Europi (Doreau i Martin-Rosset, 2002).

Cilj ovog rada je prikazati literaturni pregled proizvodnje, kemijskog sastava, fizikalnih, hranidbenih i terapijskih svojstava kobiljeg mlijeka.

Građa mliječne žlijezde kobila

Mliječna žlijezda kobile (*Glandula lactiferi*) smještena je na ventralnom dijelu trbušnog zida, između zadnjih ekstremiteta, u preponskoj ingvinalnoj regiji. Ona je simetričan organ čija se lijeva i desna polovica dodiruju u medijalnoj ravnini.

Građena je od lijeve i desne polovice vimena, odnosno od dva mamarna kompleksa. Svaka polovica vimena sadrži dvije mliječne žlijezde (prednju i stražnju), čiji se sekret (mlijeko), sakuplja u mliječnoj cisterni (*Sinus lactiferi*). Mliječna žlijezda se sastoji od sisnog (*Papilla mammae*) i žljezdanog parenhima (*Glanduloso parenchyma*), koji završavaju otvorom na vrhu sisa (*Ostium papillare*). Mliječna žlijezda kobila (lijeva i desna polovica) ima četiri mliječne cisterne u koje se ispušta mlijeko iz mliječnih alveola (*alveolarno mlijeko*) i dvije sise, od kojih svaka sadrži dva sisna

(mliječna) kanala, ukupno četiri mliječna kanala. Izvana promatrano, vime kobila ima izgled tupog stošca, okrenutog prema dolje. Završava s dvije, 3 do 4 cm duge sise. Mliječna žlijezda je u pravilu crno pigmentirana i obrasla nježnim dlačicama (Ernoić, 1998).

Najveći dio svake polovice čini žljezdano tkivo u kojem se stvara mlijeko, povezano i obavijeno vezivnim tkivom koje povezuje dvije polovice u cjelinu, ali ono nema funkciju proizvodnje mlijeka, već samo obavija žljezdano tkivo. U žljezdanom tkivu nalaze se alveole u kojima se stvara i luči mlijeko. Na alveole se nastavlja manji, a potom sve veći mliječni kanalčići kojima se mlijeko odvodi najprije u žljezdani, a potom u sisni dio cisterne, pa preko sisnog kanala (*Ductus papillaris*), pri mužnji ili sisanju, izvan mliječne žlijezde (Haluska i Currie, 2003).

Proizvodnja kobiljeg mlijeka u laktaciji

Laktacija kobile započinje izlučivanjem kolostroma, koji ždrebetu osigurava hranjive tvari, pasivni imunitet, potiče aktivnost probavnog sustava i pomaže u oslobađanju od mekonija. Proizvodnja kobiljeg mlijeka u laktaciji određena je genetskom pozicijom te nizom negenetskih čimbenika. Glavni genetski čimbenik je pasmina koja određuje količinu mlijeka i svojstva muznosti kobila. Negenetski čimbenici su: hranidba, način držanja kobila, intenzitet korištenja, dužina laktacije, način i frekvencija mužnje. Laktacija kobila, ukoliko ne dođe do ljudske intervencije (naglo ili postupno zasušenje), traje nešto manje od jedanaest mjeseci, odnosno kobila prirodno zasušuje nekoliko tjedana prije narednog ždriježbljenja, kako bi se pripremila za novo ždriježbljenje i narednu laktaciju. Ukoliko dođe do poremećaja u slijedu ždriježbljenja (pobačaj), laktacija može trajati i znatno duže od godinu dana. Kobilama se može produžiti laktacija, ukoliko se nastavi ručna ili strojna mužnja, svaka dva do tri sata tijekom dana i noći, a ova se tehnologija prakticira na farmama muznih kobila. Kod muznih kobila koristi se maksimalna laktacija, a zasušenje se inducira nekoliko tjedana prije ždriježbljenja.

Kod kobila drugih uporabnih pravaca, laktacija traje do šest mjeseci, nakon čega se ždriježbad odbija, a kobile zasušuju. Dnevna proizvodnja mlijeka povećava se u prvom mjesecu laktacije, nakon čega laktacijska krivulja doseže vrh, odnosno maksimalnu mliječnost. Na visokoj razini laktacijska se krivulja

zadržava tijekom drugog i trećeg mjeseca laktacije, a nakon toga slijedi pad mliječnosti, sve do zasušenja, u prosjeku 8 % mjesečno (Ivanković, 2004). Prema Doreau (1991), količina proizvedenog mlijeka dostiže svoj maksimum između prvog i trećeg mjeseca laktacije i veća je oko 10 % od početne proizvodnje. Laktacijska krivulja kobilje slična je laktacijskoj krivulji krava koje siše telad, ali mliječne kobile postižu laktacijski vrh kasnije u usporedbi s mliječnima kravama. To djelomično objašnjava činjenica da je vime kobilje u ranoj laktaciji limitirano manjim volumenom (Doreau i sur., 1986).

Sastav i svojstva kobiljeg mlijeka

Proteini kobiljeg mlijeka

Kobilje mlijeko pripada skupini albuminskog mlijeka budući sadrži oko 50 % kazeina i 39 % proteina sirutke (tablica 1). Zbog visokog udjela proteina mliječnog seruma, kobilje mlijeko bogat je izvor esencijalnih aminokiselina i pogodno je za prehranu ljudi (Malacarne i sur., 2002).

U tablici 1 prikazan je udio proteina sirutke kobiljeg mlijeka (39 %), koji je veći u usporedbi s kravljim mlijekom (18 %), ali manji nego u humanom mlijeku (54 %). Međutim, koncentracija proteina sirutke je veća u kobiljem (8,3 g/kg) u usporedbi s humanim mlijekom (7,6 g/kg), iz razloga što kobilje mlijeko sadrži veću koncentraciju sirovih proteina (21,4 g/kg).

Proteini sirutke

Osnovni proteini sirutke u kobiljem mlijeku su: α -laktalbumin (α -La), β -laktoglobulin (β -Lg), albumin krvnog seruma, imunoglobulini (Ig), laktoferin (LF) i lizozim (Lyz) (Bell i sur., 1981). Osim β -Lg, svi proteini su također prisutni u humanom mlijeku. Međutim, proteini sirutke se međusobno razlikuju između pojedinih vrsta (tablica 2). U usporedbi s kravljim, kobilje mlijeko sadrži više α -La i Ig, a manje β -Lg. Glavna antimikrobna komponenta kobiljeg mlijeka je lizozim te u manjoj mjeri i laktoferin. Protein α -laktalbumin kobiljeg mlijeka sadrži 123 aminokiseline što je slično α -laktalbuminu u kravljem, kozjem, ovčjem i humanom mlijeku (Brew, 2003). U kobiljem mlijeku α -La se nalazi u tri genetske varijante: A, B i C, koje se razlikuju za samo nekoliko pojedinačnih aminokiselina.

Dvije izo-forme β -Lg (β -Lg I i β -Lg II) su izolirane iz kobiljeg mlijeka i sadrže 162 i 163 aminokiseline. Pomoćna aminokiselina kod β -Lg II je ostatak glicina koji se nalazi na poziciji 116. Na temelju svog aminokiselinskog slijeda, nepromijenjeni kobilji β -Lg I ima molekularnu masu 18.500 Da i izoelektričnu pH vrijednost 4,85, dok β -Lg II unatoč tome što ima jednu aminokiselinu više, ima molekularnu masu 18.262 Da i izoelektričnu pH vrijednost 4,71. Kobilje, kravlje i humano mlijeko sadrže oko 1,6 g/kg, 0,1 g/kg i 0,6 g/kg laktoferina (tablica 2), te 0,8-1,1 g/kg, 70-130 mg/kg i 0,3 g/kg lizozima. Koncentracija lizozima u humanom mlijeku povećava se u drugom mjesecu laktacije, sugerirajući da lizozim i laktoferin imaju glavnu ulogu

Tablica 1. Koncentracija i udio proteina u kobiljem, kravljem i humanom mlijeku

Koncentracija/Udio	Kobilje mlijeko	Kobilje mlijeko hrvatskog hladnokrvnjaka	Kravlje mlijeko	Humano mlijeko
Sirovi proteini (g/kg)	21,4	17,6	32,5	14,2
Sirutkini proteini (g/kg)	8,3	8,87	5,7	7,6
Udio proteina sirutke (%)	39	-	18	54
Kazein (g/kg)	10,7	7,1	25,1	3,7
Udio kazeina (%)	50	39,13	77	26
NPN (g/kg)	2,4	-	1,7	2,9
Udio NPN (%)	11	-	5	20

Izvor: Malacarne i sur., (2002); Čagalj i Brezovečki (2013)

Tablica 2. Udio sirutkinih proteina (g/kg) u kobiljem, kravljem i humanom mlijeku

Proteini	Kobilje mlijeko	Kravlje mlijeko	Humano mlijeko
Ukupno sirutkinih proteina	8,3	6,3	6,2
α -laktalbumin	2,37	1,2	2,5
β -laktoglobulin	2,55	3,2	-
Albumini krvnog seruma	0,37	0,4	0,48
Imunoglobulini	1,63	0,80	0,96
Proteoze i peptoni	-	0,8	-
Laktoferin	0,58	0,10	1,65
Lizozim	0,87	126 x 10 ⁻⁶	0,34

Izvor: Uniacke-Lowe i sur. (2010)

Tablica 3. Udio (%) imunoglobulina u kobiljem, kravljem i humanom mlijeku

Udio	Kobilje mlijeko	Kravlje mlijeko	Humano mlijeko
Imunoglobulini	1,63	0,80	0,96
IgG	0,38	0,65	0,03
IgA	0,47	0,14	0,96
IgM	0,03	0,05	0,02

Izvor: Uniacke-Lowe i sur. (2010)

u borbi protiv infekcija kod dojenčadi tijekom dojenja i zaštiti mliječne žlijezde. Lizozim kobiljeg mlijeka je stabilniji prema denaturaciji od lizozima humanog mlijeka tijekom pasterizacije 62 °C/30 min. Lizozim u kobiljem mlijeku veže kalcij, koji povećava stabilnost i aktivnost enzima. Vežanje Ca²⁺ na lizozim smatra se evolucijski povezano između ne-kalcijevog vezajućeg lizozima i α -laktalbumina. Lizozim kobiljeg mlijeka je otporan prema kiselinama i probavnim proteazama, te može doći do crijeva relativno nepromijenjen. Tri vrste imunoglobulina koji čine dio tijela, prirodna su obrana od infekcija i obično se nalaze u mlijeku, a to su imunoglobulin A (IgA), G (IgG) i M (IgM). Relativne proporcije imunoglobulina u mlijeku znatno se razlikuju između vrsta (tablica 3). IgG je osnovni imunoglobulin u kobiljem i kravljem mlijeku i kolostrumu, dok IgA prevladava u humanom kolostrumu i mlijeku. Kod ljudi se npr. IgG prenosi preko fetusa u maternici, dok su crijeva relativno nepropusna kod novorođenčeta. Suprotno, kod kobila se IgG ne prenosi dok je ždrijebe u maternici i mladunčad ovisi o imunoglobulinu kojeg će dobiti preko kolostruma (Widdowson, 1984).

Mliječna mast

U kobiljem mlijeku lipidi su emulgirani u obliku masnih globula, prosječnog promjera 2-3 μ m (Welsh i sur., 1988). Doreau i Martuzzi (2006) navode da je udio mliječne masti u kobiljem mlijeku vrlo nizak i smanjuje se tijekom laktacije, od 15-25 g/kg na početku, do 5-15 g/kg krajem laktacije. Kobilje mlijeko hrvatskog hladnokrvnjaka sadrži u prosjeku oko 12,3 g/kg mliječne masti (Čagalj i Brezovečki, 2013). Lipidi kobiljeg mlijeka sadrže manje triacilglicerola, oko 80 % za razliku od humanog i kravljeg mlijeka, oko 98 % u oba mlijeka (Jensen i sur., 1992). Međutim, kobilje mlijeko sadrži više fosfolipida (oko 5 %) i slobodnih masnih kiselina (oko 9 %) u usporedbi s kravljim i humanim mlijekom.

Laktoza

Kobilje mlijeko je bogato laktozom i njezin udio u mlijeku iznosi 64 g/kg. Čagalj i Brezovečki (2013) navode da mlijeko hrvatskog hladnokrvnjaka sadrži 62,6 g/kg laktoze. Budući da većina populacije u Aziji pati od malapsorpcije laktoze, kobilje mlijeko

Tablica 4. Fizikalna svojstva različitih vrsta mlijeka

Fizikalno svojstvo	Kobilje mlijeko	Kobilje mlijeko hrvatskog hladnokrvnjaka	Kravlje mlijeko	Humano mlijeko
Točka leđišta (°C)	-0,525 do -0,554	-0,5318	-0,512 do -0,55	-
pH (25° C)	7,1-7,3	7,0	6,5-6,7	6,8

Izvor: Uniacke-Lowe (2011); Čagalj i Brezovečki (2013)

se konzumira uglavnom kao fermentirano mlijeko, nazvano kumis (Istočna Europa), airag (Mongolija) ili chigee (Mongolija, Kina). Za vrijeme fermentacije laktoza fermentira u mliječnu kiselinu, etanol i ugljikov dioksid a mlijeko postaje dostupan izvor hrane za ljude koji su netolerantni na laktozu.

Fizikalna svojstva kobiljeg mlijeka

Gustoća kobiljeg kolostruma veća je od kobiljeg mlijeka i iznosi 1,028 do 1,035 kg/m³ zbog većeg sadržaja proteina. Gustoća je najviša odmah nakon partusa i naglo se smanjuje tijekom prvih 12 sati. Točka leđišta mlijeka izravno je povezana s koncentracijom tvari topljivih u vodi. Masne globule i proteini imaju zanemariv utjecaj na točku leđišta, dok glavni učinak proizlazi od laktoze i mineralnih tvari. Kobilje mlijeko ima točku leđišta -0,554 °C (Pagliarini i sur., 1993). Mlijeko hrvatskog hladnokrvnjaka ima točku leđišta -0,5318 °C (Čagalj i Brezovečki, 2013). Niže leđište kobiljeg mlijeka u odnosu na kravlje vjerojatno je povezano s višim sadržajem laktoze. Mariani i sur. (2001) su izvijestili da je pH vrijednost kobiljeg mlijeka 4 dana nakon partusa oko 6,6, te se 20. dana nakon partusa povećava do 6,9, odnosno 180. dana do 7,1. Küçükçetin i sur. (2003) navode da je prosječna pH vrijednost kobiljeg mlijeka 7,2. Mlijeko hrvatskog hladnokrvnjaka ima pH 7,0 (Čagalj i Brezovečki, 2013). Različite pH vrijednosti kobiljeg mlijeka vjerojatno se odnose na razlike u koncentraciji proteina i soli (tablica 4).

Tablica 4 prikazuje fizikalna svojstva mlijeka različitih vrsta. Kobilje mlijeko u usporedbi s kravljim ima višu pH vrijednost (7,1-7,3).

Higijenska kvaliteta kobiljeg mlijeka

Kobilje mlijeko odlikuje se dobrom mikrobiološkom kvalitetom i niskim brojem somatskih stanica.

Razlog tome može biti sama veličina vimena i broj sisa u kobila. Vime kobila je vrlo malo i ima samo dvije male sise, dakle mnogo je manje izloženo mogućim infekcijama i posljedično tome mastitisu. Mikroorganizmi kobiljeg mlijeka uglavnom se sastoje od bakterija *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Kluyveromyces fragilis* i *Saccharomyces unisporus*. Dankow i sur. (2003) navode da kobilje mlijeko karakterizira manji broj somatskih stanica za razliku od mlijeka zdravih krava. Najveći prosječni broj somatskih stanica utvrđen je 1. dan nakon ždriježbljenja (194x10³/mL). Prosječni broj somatskih stanica u razdoblju od 15. do 150. dana bio je 46x10³/mL, od čega je u 62 % uzoraka broj somatskih stanica bio manji od 50x10³/mL, a samo u 38 % u rasponu od 50-100x10³/mL. Također treba naglasiti da je citološka kvaliteta mlijeka statistički značajnija u razdoblju od 75. dana laktacije u odnosu na mlijeko proizvedeno u prvih 10 tjedana nakon ždriježbljenja.

Ukupan broj mikroorganizama (UBM) u uzorcima kobiljeg mlijeka prikupljenih tijekom 150 dana laktacije u pravilu je relativno nizak, što ukazuje na vrlo dobru higijenu vimena i mužnje. Broj mikroorganizama tijekom prvih 5 dana nakon partusa bio je 46x10³/mL, dok je u razdoblju od 15. do 150. dana iznosio 37x10³/mL. Manteufel (1989) navodi da ukupan broj mikroorganizama u kobiljem mlijeku odgovara njihovom broju u pastereziranom kravljem mlijeku. To bi se moglo pripisati činjenici da je kobilje mlijeko iznimno bogato lizozimom (enzim posjeduje antibakterijska svojstva), u usporedbi s drugim vrstama mlijeka.

Proizvodi od kobiljeg mlijeka

Svježe i zamrznuto kobilje mlijeko

Pomuzeno kobilje mlijeko može se iz kante za mužnju uliti u aparat za punjenje s dozatorom, bez filtracije. Slijedi punjenje u ambalažu te hlađenje pri

temperaturi +4 °C. Na ambalaži treba biti naveden datum proizvodnje i deklaracija. Rok održivosti takvog proizvoda je dva dana. Mogućnost korištenja i konzumacije svježeg kobiljeg mlijeka usko su povezani uz brzu dopremu proizvoda do krajnjeg potrošača, odnosno uz mogućnost prodaje na farmi ili život potrošača u blizini farme (Hanser, 1988).

Mlijeko se može zamrznuti odmah nakon punjenja u ambalažu. Tako duboko zamrznuto kobilje mlijeko namijenjeno je za uporabu kroz dulje vremensko razdoblje. Prema Hanseru (1988), kobilje se mlijeko zamrzava pri temperaturi od -18 °C. Prema Ernoiću (1998), duboko zamrznuto mlijeko odmrzava se u vodenoj kupelji (40 °C) i može se konzumirati, a da su pri tome sačuvani svi važniji sastojci mlijeka. Približno 12 sati prije konzumacije, mlijeko se stavlja u hladniji prostor ili u prostorije sa sobnom temperaturom, kako bi se odmrznilo. Ako je odmrzavanje prebrzo, dolazi do stvaranja grudica proteina, što može utjecati na okus. Unatoč tome, mlijeko je jestivo i zadržava većinu svojih svojstava. Prema Hanseru (1988), rok održivosti duboko zamrznutog kobiljeg mlijeka je 6 mjeseci. Zamrznuto kobilje mlijeko često se prodaje u količini od 2 dL (Doreau i Martin-Rosset, 2002). Takvim se načinom mogu sačuvati viškovi mlijeka (Ivanković, 2004).

Kobilje mlijeko u prahu

Zbog svog povoljnog učinka na zdravlje ljudi, kobilje mlijeko u prahu sve je zastupljenije u zemljama zapadne Europe. Kobilje mlijeko u prahu održava jedinstvene karakteristike sirovog kobiljeg mlijeka, kao što su visoka razina sirutkinih proteina i poli-nezasićenih masnih kiselina te nizak udio kazeina (Doreau i Martin-Rosset, 2002). Prema Hanseru (1988), kobilje mlijeko u prahu ima manju prehrambenu vrijednost, zbog toga što se tijekom proizvodnje mlijeka u prahu (sušenjem) gube vrijedni sastojci mlijeka. Smanjuje se udio vitamina C (za oko 90 %), dolazi do oštećenja frakcija proteina sirutke i određenih senzornih promjena. Prema Ivankoviću (2004), sušenjem kobiljeg mlijeka dio proteina denaturira, a naknadnom regeneracijom ne mogu se u potpunosti vratiti organoleptička svojstva. Dehidrirano kobilje mlijeko u prahu dodatno može biti obogaćeno vitaminima (Doreau i Martin-Rosset, 2002). Ono se može proizvesti ekstrakcijom i procesom liofilizacije (sušenje zamrzavanjem).

Mlijeko se kasnije regenerira, gotovo bez značajnijih promjena u sastavu. Sto grama liofiliziranog kobiljeg mlijeka ekvivalentno je 1 L svježeg kobiljeg mlijeka (Doreau i Martin-Rosset, 2002). Sušeno mlijeko u prahu miješa se s toplom vodom i može se odmah konzumirati (Avrelio i sur., 2009). Takvim načinom mogu se sačuvati viškovi mlijeka, koje se kao takvo može lakše čuvati i distribuirati.

Kumis

Kumis je tradicionalan mliječno-kisele proizvod koji se proizvodi fermentacijom kobiljeg mlijeka. Smatra se da su kumis prvi započeli proizvoditi nomadi iz Središnje Azije. Kumis prvi put spominje Herodot u 5. stoljeću prije Krista. U 7. stoljeću kumis je bio popularan proizvod na području današnjeg Kazahstana i Kirgistana, ali je bio poznat pod imenom: Airag, Arrag, Chige ili Chigo u Mongoliji, Tibetu i u zapadnim područjima Kine. Kumis se i danas tradicionalno proizvodi u ograničenim količinama u zemljama bivšeg Sovjetskog Saveza i u Njemačkoj, u terapeutske svrhe. U tablici 5 prikazan je kemijski sastav kumisa.

Fermentaciju kobiljeg mlijeka uzrokuju bakterije mliječno kisele fermentacije (BMK) i kvasci. Mikrobnopopulacija kumisa može se sastojati od sljedećih *Lactobacillus* vrsta: *Lactobacillus salivarius*, *L. buchneri*, *L. plantarum*, *L. helveticus*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*. Od laktoza fermentativnih kvasaca dominantni su: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefyr*, *Torula kumis*, *Kluveromyces marxianus* subsp. *lactis*. Iz kumisa izolirani laktoza nefermentativni kvasci pripadaju vrstama *Saccharomyces cartilaginosus*, *Saccharomyces unisporus* i *Mycoderma* spp. Finalni konzumni proizvod sadrži bakterije mliječne kiseline oko 5×10^7 cfu/mL i oko $1,5 \times 10^7$ cfu/mL.

Zdravstveni učinak kobiljeg mlijeka

Vrijednost kobiljeg mlijeka, te njegovo povoljno djelovanje na zdravlje ljudi, već stoljećima pozna i cijeni narod s ruskih i zapadno azijskih područja. Kobilje mlijeko ima važna prehrambena i terapeutska svojstva, koja povoljno djeluju na zdravlje ljudi i novorođenčad. Kobilje mlijeko je zdrava namirnica koja može ublažiti ili potpuno spriječiti široki spektar simptoma bolesti, jača tijelo, poboljšava imunitet, povećava energiju i vitalnost što omogućuje bolju kvalitetu života. Kobilje mlijeko sadrži visoku

Tablica 5. Kemijski sastav kumisa

Voda (%)	Protein (%)	Kazein (%)	Sirutkini proteini (%)	Mliječna mast (%)	Laktoza (%)
90	2,1	1,2	0,9	1,8	6,4

Izvor: Samaržija (2013)

koncentraciju višestruko nezasićenih masnih kiselina, nizak sadržaj kolesterola, visok udio laktoze i nizak udio proteina (Solaroli i sur., 1993), sadrži i visoki sadržaj vitamina A, B i C (Iacono i sur., 1992). Dobro su poznata blagotvorna svojstva kobiljeg mlijeka koja proizlaze iz kemijskog sastava, a velika mu je prednost što ne podliježe industrijskoj obradi (pasterizaciji), nego se mora koristiti u izvornom obliku (Avreljo i sur., 2009).

Kobilje mlijeko je lako probavljiva namirnica koja se konzumira u hladnom stanju. Mlijeko se prije konzumiranja ne zagrijava iznad tjelesne temperature, kako bi se očuvale njegove komponente i izravno metabolizirale iz probavnog trakta u krv i djelovale na imunološki sustav. Na taj se način regeneriraju tjelesne funkcije ograničenog djelovanja i sprječava njihov nastanak (<http://www.kobilje-mleko.si/hr/p2.html>). Redovitom konzumacijom kobiljeg mlijeka ublažavaju se ili uklanjaju problemi uzrokovani alergijama, kožnim bolestima, bolestima probavnog i dišnog sustava i dr. Zbog svog jedinstvenog sastava i lake probavljivosti pruža posebno olakšanje u periodu oporavka. Kobilje mlijeko ima povoljan učinak na zdravlje ljudi čak i na samom početku pojave bolesti, kao što su anemija, upala bubrega, dijareja i drugi gastrointestinalni poremećaji. Učinkovito djeluje u ublažavanju kroničnih bolesti poput hepatitisa i čira na želucu. Procjenjuje se da je povoljan učinak u liječenju čireva uglavnom zbog vitamina A i visokog sadržaja fosfolipida. Kobilje mlijeko također smanjuje koncentraciju želučane kiseline (Doreau i Martin-Rosset, 2002).

Kumis pojačava sekreciju žlijezda probavnog sustava, motoriku želuca i peristaltiku crijeva, što utječe na bolju probavljivost hrane (Hanser, 1988). Osim toga, kumis stimulira izmjenu osnovnih tvari u organizmu, ubrzava i pojačava puls, te kratkotrajno povisuje krvni tlak. Kobilje mlijeko i kumis povoljno djeluju pri liječenju bolesti jetre (Baur, 1981). Uporaba kobiljeg mlijeka povoljno djeluje i na te-

rapiju rezistentnih TBC bolesnika, jer poboljšava učinak lijekova čime se pospješuje tijek ozdravljenja (Svoboda, 1969). Kobilje mlijeko sadrži nisku koncentraciju natrija i zbog toga se preporuča osobama s visokim krvnim tlakom i osobama s kardiovaskularnim problemima (Csapó-Kiss i sur., 1995). Prema Höffken-u (1995), konzumacija kobiljeg mlijeka i kumisa u praksi ispoljava pozitivan učinak kod slijedećih bolesti: srca i krvnog tlaka, želuca i crijeva, pluća i bronhija, jetre i bubrega, imunoloških i reumatskih bolesti, bolesti kože, dječjih i staračkih bolesti, tumora, multiple skleroze, ateroskleroze, anemije te raznih poremećaja: rada srca, izmijene masti, otežanog pamćenja, depresije i nervoze, gubitka tjelesne mase.

Najznačajnijim svojstvom kobiljeg mlijeka smatra se nizak udio mliječne masti, te izuzetno visok udio višestruko nezasićenih masnih kiselina (čak 28 %), od kojih se sintetiziraju omega-6 i omega-3 masne kiseline, čija je vrijednost neprocjenjiva za ljudski organizam (Avreljo i sur., 2009). Preporuke za opskrbom esencijalnih n-6 i n-3 masnih kiselina za odrasle je 4,44-6,67 g/dan linolne kiseline i 2,22 g/dan linoleske kiseline (Simopoulos i sur., 1999). Pikul i Wójtowski (2008) navode da je omjer n-6 : n-3 masnih kiselina u kobiljem mlijeku na početku laktacije (3,5:1), dok u petom mjesecu laktacije njihov omjer se smanjuje na (2:1). Iz toga se može zaključiti da je kobilje mlijeko izuzetno pogodno za prehranu ljudi. Zbog niskog udjela mliječne masti i jedinstvenog sastava masnih kiselina, kobilje mlijeko je vrijedan proizvod za starije potrošače (Salimei i sur., 2012).

Mlijeko kobilje ima povoljan učinak u prehrani ljudi jer zbog visokog udjela proteina sirutke povećava opskrbu organizma esencijalnim aminokiselinama. Blagotvorno djelovanje kobiljeg mlijeka najučinkovitije je kada je mlijeko u svježem, prirodnom stanju bez prethodne obrade. Udio kazeina je puno niži od udjela albumina i globulina, što ga čini lako probavljivim i pogodnim za resorpciju u krv (Avreljo i sur., 2009).

Kobilje mlijeko u prehrani novorođenčadi i djece

Kobilje mlijeko je dobra zamjena za kravlje osobito u pacijenata alergičnih na protein kravljeg mlijeka. Uspješno se koristi kao alternativna hrana za dojenčad koja je alergična na kravlje mlijeko (Salimei i sur., 2012). Zbog svog kemijskog sastava, pogotovo zbog sastava proteina, kobilje mlijeko je uz magareće i humano, vrlo prikladno u prehrani dojenčadi (Ernoić, 1998). Kobilje mlijeko, prema svom kemijskom sastavu slično je humanom mlijeku i zbog toga može biti dobar izvor hranjivih tvari za novorođenčad, kada je majčino mlijeko nedostupno. Kravlje mlijeko ili mliječni proizvodi tradicionalno se koriste kao zamjena za majčino mlijeko u prehrani dojenčadi. Međutim, kravlje mlijeko se po svom kemijskom sastavu razlikuje od humanog mlijeka, što se tiče makro i mikro sastojaka i stupnja apsorpcije vitamina i mineralnih tvari, što može biti problematično kod dojenčadi. Kravlje mlijeko ima nižu koncentraciju laktoze, poli-nezasićenih masnih kiselina, slobodnih aminokiselina i vitamina A, D i K u usporedbi s humanim mlijekom (Emmett i Rogers, 1997).

U odnosu na humano i kravlje mlijeko, kobilje ima nižu energetska vrijednost, s obzirom na niži udio mliječne masti, a udio šećera je približno jednak i u kobiljem i u humanom mlijeku. Udio proteina i soli u kobiljem mlijeku je sličan onome u humanom, dok je kravlje mlijeko bogatije solima i manje je prikladno za konzumaciju kao zamjena za majčino mlijeko (Malacarne i sur., 2002). Kobilje mlijeko zbog niskog udjela mliječne masti, mora biti adekvatno izbalansirano u prehrani djece (Salimei i sur., 2012).

Alergija na protein kravljeg mlijeka je alergija tipa I uzrokovana imunoglobulinom E (IgE), koja može biti opasna po život, a definira se kao skup imunološki posredovanih štetnih reakcija koje se javljaju nakon konzumiranja kravljeg mlijeka, utječući na 2-6 % djece u njihovoj prvoj godini života (Caffarelli i sur., 2010).

Zbog nedostatka β -Lg u humanom mlijeku, obično se to smatra najvažnijim alergenom u kravljem mlijeku (Goldman i sur., 1963; Ghosh i sur., 1989), iako su i drugi proteini sirutke (Jarvinen i sur., 2001) i kazeini (Savilahti i Kuitunen, 1992; Restani i sur., 1995) uključeni u alergijske reakcije.

Otpornost β -Lg na proteolizu omogućuje proteinima da ostanu netaknuti nakon probave s mogućnošću apsorpcije preko sluznice crijeva (Wal, 2002). β -Lg je otkriven i u majčinom mlijeku i može biti

odgovoran za kolike u dojenčadi i predispoziciju dojenčadi na alergiju (Stuart i sur., 1984; Jakobsson i sur., 1985; Axelsson i sur., 1986).

Da bi kobilje mlijeko bilo uspješno kao zamjena za majčino mlijeko u prehrani dojenčadi, ono mora osiguravati odvijanje mnogih bioloških funkcija povezanih s humanim mlijekom. Prisutnost visokih koncentracija laktoferina, lizozima, omega-3 i omega-6 masnih kiselina u kobiljem mlijeku, dobri su pokazatelji njegove potencijalne uloge. Sastav kobiljeg mlijeka sugerira proizvod sa zanimljivim prehranbenim svojstvima i mogućnošću potencijalne terapijske i dijetetske primjene, osobito u prehrani novorođenčadi i ljudi starije životne dobi.

Kobilje mlijeko u proizvodnji kozmetičkih preparata

Od davnina je poznato da svježe kobilje mlijeko i kreme pripremljene od njega djeluju na kožu regenerirajuće, okrepljujuće i protuupalno. U kozmetičkoj industriji izražena je primjena organskih sirovina za proizvodnju kozmetičkih pripravaka kao zamjena za sintetičke tvari (Höffken, 1995).

Nakon povoljnih učinaka kobiljeg mlijeka na zdravlje ljudi, u liječenju ekcema, svrbeža i sl., krajem 80-ih i početkom 90-ih godina postaje popularna uporaba kozmetičkih pripravaka od kobiljeg mlijeka u Francuskoj, koja se počinje širiti i u ostale dijelove Europe (Doreau, 1991). U kozmetičkoj industriji kobilje mlijeko je zastupljeno u kremama, losionima i sapunima. Navedeni preparati s komponentom kobiljeg mlijeka služe za poboljšanje površinske cirkulacije, zatezanja i uspostavljanja normalnog metabolizma kože (Ivanković, 2004).

Mliječna mast kobiljeg mlijeka smatra se važnim sastojkom u kozmetici zbog visokog udjela poli-nezasićenih masnih kiselina (Temuujin i sur., 2006). Proteini mlijeka također su važni jer hidratiziraju kožu i utječu na prevenciju starenja kože, a posebice su interesantni laktoferin i laktoperoksidaza, za koje se smatra da zaustavljaju starenje kože (Cotte, 1991). Kreme su vrlo djelotvorne zbog posebnog udjela proteina (albumini i globulini), zajedničkog djelovanja nezasićenih masnih kiselina i mineralnih tvari koji koži daju sve važne visokovrijedne hranjive tvari (Höffken, 1995). Zbog blago smirujućeg, protuupalnog i antibiotskog djelovanja kobiljeg mlijeka, kreme se upotrebljavaju pretežito za smanjenje

crvenila kože, za manje upale, pogotovo na koži lica. Kreme od kobiljeg mlijeka dobro ovlažuju suhu, raspucanu kožu bez suvišne masnoće, dok "umornoj" koži vraćaju elastičnost, dobro ju prokrvljuju i zatežu (Höffken, 1995).

Kobilje mlijeko u farmaceutskoj industriji

Kobilje mlijeko ima važnu ulogu ne samo u prehrambenoj industriji već i u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji, čiji početci datiraju od davnina. Dobro su poznate kupke kraljice Kleopatre (69.-30. g. prije Krista) od kobiljeg i magarećeg mlijeka (Ernoić, 1998). Kobilje mlijeko oduvijek je bilo cijenjeno zbog svojih ljekovitih svojstava, zbog čega je bilo osobito važno u proteklim stoljećima kada farmaceutska industrija nije bila razvijena kao danas, a zdravlje ljudi ovisilo je o alternativnim ljekovitim pripravcima (Ivanković, 2004). Kobilje mlijeko u farmaceutskoj industriji najčešće se koristi kao preventivna terapija, koja se dobiva regeneriranjem kobiljeg mlijeka u prahu (Höffken, 1995), tj. s dehidriranim kobiljim mlijekom, koje se ovisno o namjeni primjenjuje preko emulzija ili kapsula (Ivanković, 2004).

Kobilje mlijeko u prahu u farmaceutskoj industriji najviše se koristi u takvom obliku jer je u takvom stanju najduže održivo, a vrlo je slično po svojoj vrijednosti svježem kobiljem mlijeku. Kobilje mlijeko se može na različite načine dehidrirati, a time se dobivaju i proizvodi različite kvalitete. Najbolji način je sušenje zamrzavanjem. Naglo zamrznuto mlijeko se u postrojenju vakuum-postupkom pri temperaturi do maksimalnih -35 °C, tijekom 24 sata pretvara u zamrznuti prah. Prilikom ovog postupka sušenja kobiljeg mlijeka, dolazi do manjih oštećenja enzima ili proteina. Kobilje mlijeko može se dehidrirati i postupkom evaporacije, gdje se duboko zamrznuto kobilje mlijeko najprije otopi, a potom se takvom mlijeku dodaje alfa-tokoferol (vitamin E) zbog duže održivosti proizvoda, limunska kiselina za kemijsku stabilizaciju, ksantan za fizikalnu stabilizaciju i silicij dioksid za pročišćavanje. Potom se kobilje mlijeko homogenizira i pasterizira i prolazi kroz vakuum isparivač pri temperaturi od 38 °C i prevodi u prah. Proizvođači ovako dobiveni prah označavaju kao biološki najvrjedniji (Höffken, 1995). Ukoliko je prah dobiven postupkom sušenja zamrzavanjem (-35 °C) i ako nisu prisutni nikakvi dodaci, tada su kapsule od kobiljeg mlijeka jednako vrijedne kao i svježje mlijeko. Održivost takvog proizvoda je 12 mjeseci. Emulzije od kobiljeg mlijeka dobivaju se

raspršivanjem mlijeka u prahu, koje se ponovno otapa i obogaćuje dodacima, mirisima i okusima. Tako provedena terapija emulzijama nije više terapija kobiljim mlijekom (Höffken, 1995).

Zaključak

Kobilje mlijeko ima važna hranidbena i terapijska svojstva, koja vrlo povoljno djeluju na zdravlje ljudi i novorođenčad, ono je zdrava namirnica koja može ublažiti ili potpuno spriječiti simptome mnogih bolesti. Jača tijelo, poboljšava imunitet, povećava energiju i vitalnost što omogućuje bolju kvalitetu života. Najznačajnijim svojstvom kobiljeg mlijeka smatra se nizak udio mliječne masti, te izuzetno visok udio višestruko nezasićenih masnih kiselina (28 %), od kojih se sintetiziraju omega-6 i omega-3 masne kiseline, čija je vrijednost neprocjenjiva za ljudski organizam. Zbog niskog udjela mliječne masti i jedinstvenog sastava masnih kiselina, kobilje mlijeko je vrijedan proizvod za potrošače starije dobi. Kobilje mlijeko sadrži visok udio laktoze i nizak udio proteina, te visoku koncentraciju vitamina A, B i C. Udio kazeina je puno niži od udjela albumina i globulina, što ga čini lako probavljivim i pogodnim za resorpciju u krv. Zbog visokog udjela proteina sirutke, povećava se opskrba organizma esencijalnim aminokiselinama. Zbog svog kemijskog sastava, pogotovo zbog sastava proteina, kobilje je mlijeko, uz magareće i humano, vrlo prikladno u prehrani dojenčadi. Kobilje mlijeko je dobra zamjena za kravlje, osobito u pacijentata alergičnih na protein kravljeg mlijeka. Uspješno se koristi kao alternativna hrana za dojenčad koja je alergična na kravlje mlijeko. Kobilje je mlijeko po svom kemijskom sastavu slično humanom mlijeku i zbog toga može biti dobar izvor hranjivih tvari za novorođenče, kada je majčino mlijeko nedostupno. Danas se sve više koristi u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji zbog svojih ljekovitih svojstava.

Production, composition and properties of mare's milk

Abstract

In most countries of the world, mare's milk has always been appreciated due to the proposed therapeutic effects. Thus, it has been increasingly used in nutrition, cosmetics and pharmacy and as a substitute

for human milk in newborn diets. According to some estimation, about 30 million people worldwide consume mare's milk. Recently, mare's milk has become an interesting product in Croatia because of its specific composition and properties. The optimal ratio of casein to whey proteins and the high digestibility make mare's milk acceptable for the infant diet, why numerous researchers and discussions focus on it. The aim of this study was to establish chemical composition and the most important properties of mare's milk, as well as possibilities of its utilization. Because of the high percentage of whey proteins, mare's milk is a rich source of essential aminoacids and is also convenient for human consumption. In comparison to cow and human milk, mare's milk lipids contain less triacylglycerols (c. 80 % mare vs c. 98 % cow and human), but it has a higher percentage of phospholipids (c. 5 %) and free fatty acids (c. 9 %). Besides, mare's milk is characterized by a higher concentration of polyunsaturated fatty acids, lactose, vitamins A, B and C, and by a lower content of cholesterol.

Key words: mare's milk, albumin milk, chemical composition, physical properties, hygienic quality, therapeutic properties

Literatura

1. Avreljo, D., Baban, M., Mijić, P., Antunović, Z., Ernoić, M., Antunović, B. (2009): Mogućnosti proizvodnje i korištenja kobiljeg mlijeka. *Krmiva* 51 (6), 343-350.
2. Axelsson, I., Jakobsson, I., Lindberg, T., Benediksson, B. (1986): Bovine β -lactoglobulin in the human milk. *Acta Paediatrica Scandinavica* 75, 702-707. doi: dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.1986.tb10277.x
3. Baur, W. (1981): Erfahrungen bei der Behandlung von Fettstoffwechselstörungen und Ochronischen Lebererkrankungen mit Stutenmilch. *Erfahrungsheilkunde acta medica empirica* 30, 9.
4. Bell, K., McKenzie, H.A., Muller, V., Roger, C., Shaw, D.C. (1981): Equine whey proteins. *Comparative Biochemistry and Physiology - B*, 68, 225-236. doi: dx.doi.org/10.1016/0305-0491(81)90092-4
5. Brew, K. (2003): α -Lactalbumin. U: P.F. Fox, P.L.H. McSweeney (Eds.), *Advanced Dairy Chemistry, vol 1: Proteins* (3rd ed.) (387-419). New York, NY, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
6. Caffarelli, C., Baldi, F., Bendandi, B., Calzone, L., Marani, M., Pasquinnelli, P. (2010): Cow's milk protein allergy in children: a practical guide. *Italian Journal of Pediatrics* 36, 1-7. doi: dx.doi.org/10.1186/1824-7288-36-5
7. Cotte, J. (1991): Le lait, une matière d'avenir pour la cosmétique. *Lait* 71, 1213-1224. doi: dx.doi.org/10.1051/lait:1991216
8. Csapó-Kiss Zs., Stefler J., Martin T.G., Makray S., Csapó J. (1995): Composition of mares' colostrum and milk. Protein content, amino acid composition and contents of macro- and micro-elements. *International Dairy Journal* 5, 403-415. doi: dx.doi.org/10.1016/0958-6946(94)00014-G
9. Čagalj, M., Brezovečki, A. (2013): Kemijski sastav, fizikalna svojstva i higijenska kvaliteta kobiljeg mlijeka Hrvatskog hladnokrvnjaka. Rad za Rektorovu nagradu. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb.
10. Danków, R., Cais-Sokolińska, D., Pikul, J., Wójtowski, J. (2003): Jakość cytologiczna mleka koziego. *Medycyna Weterynaryjna* 59, 1, 77-80.
11. Doreau, M. (1991): Le lait de jument. *INRA. Production Animal* 4 (4), 297-302.
12. Doreau, M., Martin-Rosset, W. (2002): Dairy-Animals/Horse. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Institut National de la Recherche Agronomique, Saint-Genès Champanelle, France. 630-637.
13. Doreau, M., Martuzzi, F. (2006): Milk yield of nursing and dairy mares. U: N. Miraglia, W. Martin-Rosset (Eds.), *Nutrition and feeding of the broodmare*, EAAP publication, No 120, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 57-64.
14. Ellendorff, F., Grossmann, R. (1995): Posterior pituitary hormones in the chicken and horse - similar or different endocrine functions? *Reproduction in Domestic Animals* 30, 201-207. doi: dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.1995.tb00146.x
15. Ernoić, M. (1998): Proizvodnja kobiljeg mlijeka kao alternativa iskorištavanja konja u Hrvatskoj. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb.
16. Emmett, P.M., Rogers, I.S. (1997): Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition. *Early Human Development* 49, S7-S28. doi: dx.doi.org/10.1016/S0378-3782(97)00051-0
17. Ghosh, J., Malhotra, G.S., Mathur, B.N. (1989): Hypersensitivity of human subjects to bovine milk proteins: a review. *Indian Journal of Dairy Science* 42 (4), 744-749.
18. Goldman, A.S., Anderson, D.W., Sellers, W.A., Saperstein, S., Kniker, W.T., Halpern, S.T. (1963): Milk allergy. I. Oral challenge with milk and isolated milk proteins in allergic children. *Pediatrics* 32, 425-443.
19. Haluska, G.J., Currie, W.B. (1988): Variation in plasma concentrations of oestradiol-17 beta and their relationship to those of progesterone, 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F-2 alpha and oxytocin across pregnancy and at parturition in pony mares. *Journal of Reproduction and Fertility* 84, 635-646. doi: dx.doi.org/10.1530/jrf.0.0840635

20. Havranek, J., Rupić, V. (2003): Mlijeko od farme do mlijekare. Sveučilišni udžbenik. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
21. Hanser, S. (1988): Grundlagen zur chemisch-physikalischen und hygienischen Beschaffenheit von Österreichischer Stutenmilch sowie deren Vermarktung. Diplomarbeit, Institut für Milchforschung und Bakteriologie an der Universität für Bodenkultur, Wien.
22. Höffken, M. (1995): Die heilende Kraft der Stutenmilch und ihre Anwendung in der naturheilkundlichen Praxis. Die Deutsche Bibliothek-CIP-Einheitsaufnahme, Erfstadt.
23. Iacono, G., Carroccio, A., Cavataio, F., Montalto, G., Soresi, M., Balsamo, V. (1992): Use of ass' milk in multiple food allergy. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 14, 177-181. doi: dx.doi.org/10.1097/00005176-199202000-00010
24. Ivanković, A. (2004): Konjogojstvo. Sveučilišni udžbenik. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
25. Jakobsson, I., Lindberg, T. (1978): Cow's milk as a cause of infantile colic in breast-fed infants. *Lancet* 11, 437-446. doi: dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(78)91441-1
26. Jakobsson, I., Lindberg, T., Benediktsson, B., Hansson, B.G. (1985): Dietary bovine β -lactoglobulin is transferred to human milk. *Acta Paediatrica Scandinavica* 74, 342-345. doi: dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.1985.tb10981.x
27. Jarvinen, K.M., Chatchatee, P., Bardina, L., Beyrer, K., Sampson, H.A. (2001): IgE and IgG binding epitopes on α -lactalbumin and β -lactoglobulin cow's milk allergy. *International Archives of Allergy and Immunology* 126, 111-118. doi: dx.doi.org/10.1159/000049501
28. Jensen, R.G., Ferris, A.M., Lammi-Keefe, C.J. (1992): Lipids in human milk and infant formulas. *Annual Review of Nutrition* 12, 417-441. doi: dx.doi.org/10.1146/annurev.nu.12.070192.002221
29. Kilshaw, P.J., Cant, A.J. (1984): The passage of maternal dietary proteins into human breast milk. *International Archives of Allergy and Applied Immunology* 75, 8-15. doi: dx.doi.org/10.1159/000233582
30. Küçükçetin, A., Yaygin, H., Hinrichs, J., Kulozik, U. (2003): Adaptation of bovine milk towards mares' milk composition by means of membrane technology for koumiss manufacture. *International Dairy Journal* 13, 945-951. doi: dx.doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00143-2
31. Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., Mariani, P. (2002): Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal* 12, 11, 86-87. doi: dx.doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00120-6
32. Manteufel, N. (1989): Anwendungsmöglichkeiten einiger ausgewählter chemischer, physikalischer und mikrobiologischer Untersuchungsmethoden aus dem Bereich der Eutergesundheit des Rindes für die Untersuchung von Stutenmilch. Dissertation Vet.-Med. Hannover, 1-112.
33. Mariani, P., Summer, A., Martuzzi, F., Formaggioni, P., Sabbioni, A., Catalano, A.L. (2001): Physico-chemical properties, gross composition, energy value and nitrogen fractions of Halflinger nursing mare milk throughout 6 lactation months. *Animal Research* 50, 415-425. doi: dx.doi.org/10.1051/animres:2001140
34. Pagliarini, E., Solaroli, G., Peri, C. (1993): Chemical and physical characteristics of mare's milk. *Italian Journal of Food Science* 4, 323-332.
35. Pikul, J., Wójtowski, J. (2008): Fat and cholesterol content and fatty acid composition of mares colostrums and milk during five lactation months. *Livestock Science* 113, 2-3, 285-290. doi: dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2007.06.005
36. Restani, P., Velonà, T., Plebani, A., Ugazio, A.G., Poiesi, C., Muraro A. (1995): Evaluation by SDS-PAGE and immunoblotting of residual antigenicity in hydrolysed protein formulas. *Clinical and Experimental Allergy* 25, 651-658. doi: dx.doi.org/10.1111/j.1365-2222.1995.tb01113.x
37. Salimei, E. (2011): Animals that produce dairy foods - Donkey. U: J.W. Fuquay, P.F. Fox, P.L.H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (2nd ed.), Vol. 1, Academic Press, San Diego, CA, USA, 365-373.
38. Samaržija, D. (2013): Fermentirana mlijeka. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
39. Savilahti, E., Kuitunen, M. (1992): Allergenicity of cow milk proteins. *Journal of Pediatrics* 121, S12-S20. doi: dx.doi.org/10.1016/S0022-3476(05)81401-5
40. Simopoulos, A.P., Leaf, A., Salem, N. (1999): Workshop on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids. *Journal of the American College of Nutrition* 18 (5), 487-489. doi: dx.doi.org/10.1080/07315724.1999.10718888
41. Solaroli, G., Pagliarini, E., Peri, C. (1993): Compositional and nutritional quality of mare's milk. *Italian Journal of Food Science* 5 (1), 3-10.
42. Stuart, C.A., Twiselton, R., Nicholas, M.K., Hide, D.W. (1984): Passage of cows' milk protein in breast milk. *Clinical Allergy* 14, 533-535. doi: dx.doi.org/10.1111/j.1365-2222.1984.tb02240.x
43. Svoboda, N. (1969): Beobachtungen bei der Verabreichung von Stutenmilch. *Praxis der Pneumologie* 23, 261.
44. Temuujin, J., Senna, M., Jadambaa, T.S., Burmaa, D., Erdenechimeg, S., Amarsanaa, J. (2006): Characterization of nanoporous materials prepared from montmorillonite clay and its application to the decolorization of mare's milk oil. *Journal of Porous Mater* 13, 49-53. doi: dx.doi.org/10.1007/s10934-006-5489-z
45. Uniacke-Lowe, T. (2011): Studies on equine milk and comparative studies on equine and bovine milk systems. PhD Thesis, University College Cork.
46. Wal, J.M. (2002): Cow's milk proteins/allergens. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology* 89, 3-10. doi: dx.doi.org/10.1016/S1081-1206(10)62115-1