Utjecaj hrane na sastav i kvalitetu mlijeka te pojavljivanje mastitisa kod mliječnih krava

Liber, Aleksandra

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:414739

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
VETERINARSKI FAKULTET

Aleksandra Liber

UTJECAJ HRANE NA SASTAV I KVALITETU MLIJEKA TE POJAVLJIVANJE MASTITISA KOD MLIJEČNIH KRAVA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
VETERINARSKI FAKULTET
Klinika za porodništvo i reprodukciju

Predstojnik: prof. dr. sc. Marko Samardžija

Zavod za prehranu i dijetetiku životinja

Predstojnik: doc. dr. sc. Hrvoje Valpotić

Mentori: prof. dr. sc. Marko Samardžija
doc. dr. sc. Hrvoje Valpotić

Članovi povjerenstva za obranu: dr. sc. Diana Brozić
doc. dr. sc. Hrvoje Valpotić
prof. dr. sc. Marko Samardžija
izv. prof. dr. sc. Nino Maćešić (zamjena)

Zahvaljujem prije svega svojim mentorima prof. dr. sc. Marku Samardžiji i doc. dr. sc. Hrvoju Valpotiću na vodstvu, pruženoj podršci i pomoći koju su mi pružili prilikom pisanja ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem svojim prijateljima i kolegama koji su me pratili tijekom studija i omogućili mi da studij prođe lakše i zabavnije uz stjecanje doživotnih prijateljstava.

Zahvaljujem svojim roditeljima, Dubravki i Marinku, na bezuvjetno pruženoj financijskoj i moralnoj podršci tijekom studija.

Zahvaljujem dečku Damjanu koji je tijekom studija bio uz mene i pružao mi podršku u teškim trenucima.

Posebno zahvaljujem i posvećujem ovaj rad svojoj sestri Barbari koja je vjerovala u mene, ohrabrivala me te bila moja vječna podrška kroz obrazovanje i uzor u životu.

POPIS PRILOGA

Slika 1. Shematski prikaz buraga goveda (gledano s lijeve strane) 3
Slika 2. Tipične promjene u unosu hrane, mliječnosti i tjelesnoj kondiciji tijekom laktacije u krava 10
Slika 3. Krivulje proizvodnje mlijeka krava s različitim ukupnim prinosima laktacije 11
Slika 4. Protok hranjivih tvari iz prehrane, kroz burag, u krv, do vimena ili tjelesne kondicije .. 12
Slika 5. Shematska građa vimena i okolnih tkiva 15
Slika 6. Shematski prikaz četvrti mliječne žlijezde krave 16
Slika 7. Shematski prikaz krvožilnog sustava mliječne žlijezde krave 17
Slika 8. Podrijetlo pojedinih kemijskih tvari za sintezu mlijeka u vimenu krava 21

Tablica 1. Preporuke hranidbenih potreba za mliječne krave 6
Tablica 2. Postupak s kravama u suhostaju 9
Tablica 3. Vrsta i količina minerala u mlijeku krava 22
Tablica 4. Vitamini u mlijeku krave 23
Tablica 5. Individualni BSS: zdrava, sumnjiva i vjerojatno inficiran krava 24
Tablica 6. Karakteristike kontagioznih i uvjetovanih (okolišnih) uzročnika mastitisa 27

POPIS KRATICA

NMK- niže masne kiseline

pH -lat. *potentia hydrogenii*; snaga vodika

NPN- eng. non-protein nitrogen; neproteinski dušik

RDP- eng. rumen degradable protein; proteini razgradivi u buragu

UDP-eng. undegradable dietary protein; ne razgradivi protein u buragu

ST- suha tvar

PSP- Iskoristivi protein u tankom crijevu

NEL- neto energija za laktaciju

MJ- mega joule

NDV- neutralna detergentna vlakana

KDV-kisela detergentna vlakana

BSS- broj somatskih stanica

SS- somatske stanice

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. HRANIDBA 3

2.1. Anatomija i fiziologija probavnog sustava 3

2.2. Fiziološke potrebe 5

2.3. Hranidba mliječnih krava 8

2.3.1. Suhostaj 8

2.3.2. Laktacija 9

2.4. Potrebe visokoproduktivnih mliječnih krava 11

2.5. Manipulacija mliječnim komponentama 12

2.6. Utjecaj hranidbe na imunost 14

3. MLIJEČNA ŽLIJEZDA 15

3.1. Anatomija mliječne žlijezde 15

3.2. Imunosna obrana mliječne žlijezde 17

3.3. Sekrecija mlijeka 19

3.4. Sastav mlijeka 20

3.5. Somatske stanice 23

3.6. Mastitisi 24

3.6.1. Klinički oblici mastitisa 25

3.6.2. Epidemiologija mastitisa 26

4. UTJECAJ HRANIDBE NA SASTAV I KVALITETU MLIJEKA.....28

5. UTJECAJ HRANIDBE NA POJAVLJIVANJE MASTITISA.....29

6. ZAKLJUČCI 31

7. SAŽETAK.....32

8. SUMMARY 33

9. ŽIVOTOPIS.....34

10. LITERATURA.....35

1. UVOD

Hipokrat (460.-370. prije nove ere) zapisao je: „*Mlijeko je najsavršenija ljudska hrana"*. Od tada pa sve do danas proizvodnja mlijeka je iznimno značajna u funkciji ljudske prehrane, kako u svijetu tako i u Republici Hrvatskoj.

U Republici Hrvatskoj, 2015. godine proizvodnja mlijeka iznosila je 513 406 tona koje je dobiveno od ukupno 78 411 krava u laktaciji, što je prosječno 6 547 kg mlijeka po kravi. Prosječna vrijednosti mliječne masti sadržane u prikupljenom mlijeku iznosila je 4,05%, a prosječna vrijednost mliječnih proteina iznosila je 3,39%. Zadnji dostupni zabilježeni podaci mjerenja datiraju iz 2017. godine kada je prikupljeno 476 773 tona mlijeka od ukupno 66 644 krava u laktaciji što u prosjeku iznosi 7 154 kg mlijeka. Prosječna vrijednosti mliječne masti sadržane u prikupljenom mlijeku iznosila je 4,1%, a prosječna vrijednost mliječnih proteina iznosila je 3,4% (DZS, HPA). Iz navedenih podataka vidljiv je pad broja krava u laktaciji i mliječnosti, ali porast prosječne količine mlijeka dobivene po kravi te porast udjela mliječne masti i mliječnih proteina. Podatci prate trend moderne proizvodnje mlijeka gdje se od krava u laktaciji zahtjeva sve veća količina mlijeka.

Proizvodnja mlijeka krava pod značajnim je utjecajem genetike, prehrane i zdravstvenog stanja jedinke (CHAMBERLAIN i WILKINSON, 1996.). U svrhu poboljšanja kvalitete i povećanja količine proizvedenog mlijeka potrebna je odgovarajuća prehrana i pravilan menadžment mliječnog stada. Prehrana ima izravan utjecaj na imunost i zdravlje jedinke i mliječne žlijezde. Gledano s ekonomskog stajališta, hrana ima veliko značenje, jer u proizvodnji čini najveći trošak od oko 65% do 75% u završnoj cijeni finalnog proizvoda (DOMAĆINOVIĆ, 2008.).

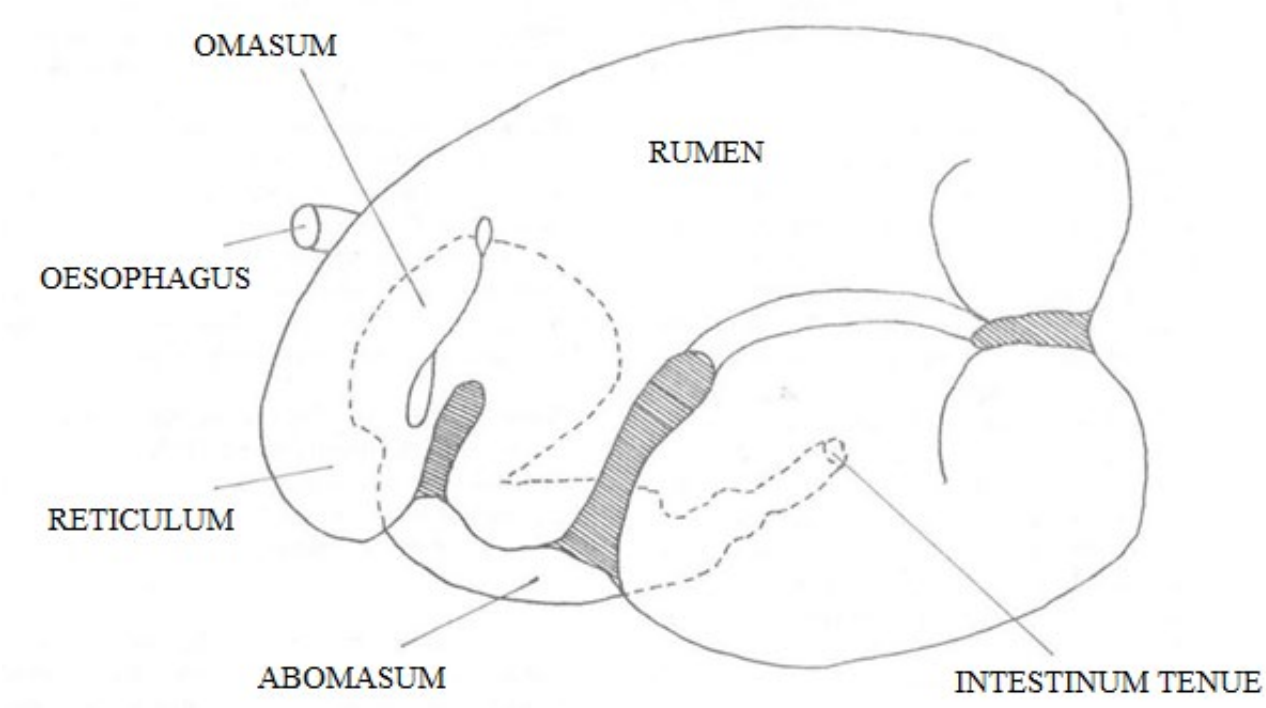
Kvalitetu mlijeka određuje kemijski sastav, fizikalne osobine i higijenska ispravnost. Kakvoća mlijeka u Republici Hrvatskoj mora odgovarati zakonskim propisima. *Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka* (NN 27/2017) određuje minimalne zahtjeve za kvalitetu koje mora zadovoljiti mlijeko za tržište prema prerađivačima. Pravilnikom su određeni i kriteriji za utvrđivanje kvalitete mlijeka i uspostavu ovlaštenog laboratorija u kojem će se kvaliteta mlijeka utvrđivati sukladno Europskim kriterijima. Na kvalitetu mlijeka izravno utječe pojava upalnih procesa u mliječnoj žlijezdi krava. Upala mliječne žlijezde, tj. mastitis je jedna od najčešćih bolesti mliječnih goveda u svijetu koja proizvođačima mlijeka nanosi velike gubitke. Ekonomski gubitci očituju se kroz smanjenu proizvodnju mlijeka, troškove lijekova i liječenja, veterinarske usluge,

prijevremeno izlučivanje životinja, vrijednost odbačenog mlijeka te smanjenu plodnost (BAČIĆ, 2009.).

2. HRANIDBA

2.1. Anatomija i fiziologija probavnog sustava

Goveda su s obzirom na anatomsku građu i fiziološke funkcije probavnog sustava isključivo biljojedi, točnije karakterističnom građom želudaca spadaju u kategoriju preživača. Imaju poseban sustav prehrane i složeni želudac (*verntriculus compositus*) koji se sastoji od buraga (*rumen*), kapure (*reticulum*), knjižavca (*omasus*) i sirišta (*abomasus*) (FELDHOFER, 2010.) (Slika 1). Složeni želudac zauzima skoro tri četvrtine trbušne šupljine, ispunjavajući praktično cijelu njezinu lijevu i značajan dio desne polovine (HAMAMDŽIĆ i HODŽIĆ, 2010.). Preživači imaju probavni sustav u potpunosti prilagođen prehrani hranom biljnog podrijetla, međutim u predželucima celulozu ne probavljaju samostalno već uz pomoć mikroorganizama koji fermentacijom razgrađuju ugljikohidrate (UH) u niže masne kiseline (NMK) kao što su octena, propionska i maslačna.



Slika 1. Shematski prikaz buraga goveda (gledano s lijeve strane)

Izvor: CHAMBERLAIN i WILKINSON (1996.)

Počevši od gornjeg dijela probavno sustava u goveda, zubi, jezik i slina su prilagođeni za hranu biljnog podrijetla. Proces probave započinje jezikom koji je dug i vrlo pokretan. Gornja mu je površina tvrda sa zupcima okrenutim unatrag. Hrana bude uvučena jezikom u usta gdje se između zubne (dentalne) ploče i donje čeljusti sa zubima siječe i miješa sa slinom (FELDHOFER, 2010.). Slina olakšava žvakanje i gutanje te sadrži natrijeve (Na) i kalijeve (K) soli koje djeluju kao puferirajuća sredstva za sprječavanje porasta kiselosti (JACOBS i HARGREAVES, 2002.). Ulaskom hrane u burag nakon početnog žvakanja i gutanja, hrana bude regurgitirana te ponovo prožvakana (remastikacija) kako bi se smanjile čestice hrane.

Burag (*rumen*) je desnim i lijevim uzdužnim žlijebom (*sulcus longitudinalis dexter et sinister*) s vanjske strane i desnim i lijevom uzdužnom gredicom (*pila longitudinalis dexter et sinister*) s unutrašnje strane razdijeljen na dorzalnu i ventralnu vreću (*saccus ruminis dorsalis et ventralis*) (HAMAMDŽIĆ i HODŽIĆ, 2010.). Na površni se nalaze resice (*papillae*) različitih veličina čija je uloga povećanje resorptivne površine buraga. Unutrašnjost buraga prekrivena je višeslojnim skvamoznim epitelom, koji ne izlučuje probavne sokove, stoga se u buragu nalazi velika populacija raznih mikroorganizama koji sudjeluju u razgradnji hrane. Optimalni uvjeti za rast i razvoj buragovih mikroorganizama su anaerobni mikrookoliš (do 1% kisika), slabo kisela pH vrijednost (5,8 do 6,8) i temperatura od 38 do 42 °C (HOBSON, 1969.). U buragu se nalaze tri osnovne skupine mikroorganizama: bakterije, protozoe i gljivice, a dijele se prema djelovanju na celulolitičke, amilolitičke i proteolitičke. Celulolitički mikroorganizmi razgrađuju celulozu, hemicelulozu i pentozane. Amilolitički mikroorganizmi razgradnju škrob i šećer, dok proteolitički mikroorganizmi razgrađuju proteine, aminokiseline i druge dušične spojeve. Razgradnjom celuloze nastaju niže masne kiseline (NMK) od kojih su najvažnije octena i maslačna, a razgradnjom škroba i šećera stvaraju se jednostavni šećeri, propionati i mliječna kiselina koja brzo prelazi u propionsku kiselinu i alkohol (HOBSON, 1969.). NMK nastale mikrobnom fermentacijom ugljikohidrata apsorpcijom iz buraga dolaze u krvotok i osiguravaju 75% od ukupne opskrbe energijom (CHAMBERLAIN i WILKINSON, 1996.).

Kapura (*reticulum*) je nastavak buraga koji je smješten najkranijalnije. Naliježe na dijafragmu te je ujedno i najmanji odjeljak složenog želuca. Sluznica kapure sačinjena je od nabora koji grade saćaste prostore (*cellulae reticuli*). Po unutrašnjoj strani desne stjenke buraga i kapure proteže se jednjački žlijeb (*sulcus oesophagicus*) od otvora kadije do retikulo - omazalnog otvora.

Knjižavac (*omasum*) se nalazi na desnoj strani u medijalnoj ravnini, a unutrašnjost mu je ispunjena velikim listovima (*laminae omasi*). Kroz knjižavac se pruža žlijeb knjižavca (*sulcus omasi*) od retikulo - omazusnog otvora (*orificium reticulo - omasicum*) do omazo - abomazalnog otvora. Funkcija žlijeba je prolaz tekućine i usitnjene hrane do sirišta.

Sirište (*abomasum*) je smješteno na ventro - lateralnom trbušnom zidu i sastoji se od dva dijela prednjeg (fundus) sa žljezdanom sluznicom i stražnjeg koji se povezuje s crijevom. U sirištu je hrana izložena djelovanju solne kiseline (HCl) i proteolitičkog enzima pepsina u uvjetima zakiseljenog mikrookoliša (pH 1,6 do 2,5). Pepsin i solna kiselina razgrađuju proteine koji nisu bili podvrgnuti mikrobnoj razgradnji u predželucima (HAMAMDŽIĆ i HODŽIĆ, 2010.).

U tankom crijevu nalaze se crijevne žlijezde koje izlučuju sluz i enzime te zajedno s enzimima iz gušterače i žučnog mjehura obavljaju konačnu razgradnju ugljikohidrata, proteine i masti te dolazi do njihove apsorpcije.

Na tanko crijevo nastavlja se debelo crijevo u kojem dolazi do apsorpcije vode i nekih minerala poput natrija, kalija, klora, amonijaka i pohrane neprobavljivih dijelova hrane za periodično pražnjenje fecesom.

2.2. Fiziološke potrebe

Hrana za preživače sastoji se od vode i suhe tvari (ST). Suhom tvari goveda dobivaju potrebnu energiju, ugljikohidrate, proteine, masti, minerale i vitamine (JACOBS i HARGREAVES, 2002.).

Voda je jedan od najvažnijih sastojaka u hranidbi životinja. Potrebna je za sve životne procese: prijenos hranjivih tvari i drugih spojeva unutar stanica, sudjeluje u probavi, metabolizmu hranjivih tvari, uklanjanje otpadnih materijala i viška topline iz tijela (MURPHY, 1992.). Voda sačinjava i 70% do 75% tjelesne mase mliječnih krava, dok je u sastavu mlijeka voda zastupljena s oko 87% (JACOBS i HARGREAVES, 2002.). Ovisno o razdoblju laktacije, postotak vode u tijelu krave može varirati pa tako krave u ranoj laktaciji imaju veći postotak vode u tijelu od krava u kasnoj laktaciji, dok je za vrijeme suhostaja postotak na srednjoj razini (ANDREW i sur., 1995.).

Ukupna energija koju hrana sadrži naziva se bruto energija hrane (BE), a mjeri se spaljivanjem uzoraka hrane i mjerenjem količine proizvedene topline. BE u tijelu dijelom se apsorbira i nastaje probavljiva energija (55% do 85% BE), a ostatak izlazi fekalijama (15% do

55% BE). Probavljiva energija troši se dalje za energetske potrebe stvaranja metana i urina, a preostala energija naziva se metabolička energija i čini 81% probavljive energije. Tijekom apsorpcije energije dio se gubi u obliku toplinske energije, a preostala se energija naziva neto energija (NE) (CHAMBERLAIN i WILKINSON, 1996.). Energetski sadržaj hrane mjeri se u megadžulima (MJ) energije metabolizma po kg SH (MJ ME/kg ST) (JACOBS i HARGREAVES, 2002.). Izvori energije su: ugljikohidrati, proteini, masti i ulja (Tablica 1).

Tablica 1. Preporuke hranidbenih potreba za mliječne krave

Mlijeko [kg/dan]	Mliječna mast [%]	Dnevne hranidbene potrebe prema živoj tjelesnoj masi krava					
		550 kg		600 kg		650 kg	
		PSP, g	NEL, MJ	PSP, g	NEL, MJ	PSP, g	NEL, MJ
10	3,5	870	63,0	890	65,2	910	67,4
	4,0	920	65,0	940	67,2	960	69,4
	4,5	970	67,0	990	69,2	1010	71,4
ST, kg		14,75		16,00		17,25	
15	3,5	1145	77,8	1165	80,0	1185	82,2
	4,0	1220	80,8	1240	83,0	1260	85,2
	4,5	1295	83,8	1315	86,0	1335	88,2
ST, kg		15,25		16,50		17,75	
20	3,5	1420	92,7	1440	94,9	1460	97,1
	4,0	1520	96,7	1540	98,9	1560	101,1
	4,5	1620	100,7	1640	102,9	1660	105,1
ST, kg		15,75		17,00		18,25	
25	3,5	1695	107,6	1715	109,8	1735	112,0
	4,0	1820	112,6	1840	114,8	1860	117,0
	4,5	1945	117,6	1965	119,8	1985	122,0
ST, kg		16,25		17,50		18,75	
30	3,5	1970	122,4	1990	124,6	2010	126,8
	4,0	2120	128,4	2140	130,6	2160	132,8
	4,5	2270	134,4	2290	136,6	2310	138,8
ST, kg		16,75		18,00		19,25	

Izvor: PINTIĆ, (2008.)

Ugljikohidrati su glavni izvor energije u prehrani preživača i obično čine 60% do 70% ukupne prehrane. Glavne funkcije ugljikohidrata su: osigurati energiju mikroorganizmima u buragu i životinji domaćinu te održavanje zdravlja gastrointestinalnog trakta. Dijelimo ih na: glukozu i jednostavne šećere, škrob, pektin, celulozu, hemicelulozu i lignin.

Proteini su važan sastojak svih živih organizama. Imaju ulogu materijala koji gradi i obnavlja tijelo. Potrebni su za osnovne metaboličke procese u tijelu, enzime, hormone, rast, trudnoću i proizvodnju mlijeka. Proteini se sastoje od različitih molekula aminokiselina. Kravama je potrebno 25 različitih aminokiselina za normalno funkcioniranje metabolizma, od kojih petnaest može biti proizvedeno u tijelu krava, dok se preostalih deset mora unijeti u tijelo putem hranjivih tvari ili nastaje kao produkt probave mikroorganizama u buragu, a nazivaju se esencijalne aminokiseline. Proteini se obično mjere kao ukupni sirovi proteini koji se dijele na: razgradive i nerazgradive proteine u buragu (JACOBS i HARGREAVES, 2002.).

Mast je važan izvor dugoročnog skladištenja energije i važna je kao strukturna sastavnica u staničnim membranama te kao prekursor skupina steroida (CHAMBERLAIN i WILKINSON, 1996.). Mast je sastavni dio ST(2% do 3%), ima visoku energetsku vrijednost, međutim prirodno nije zastupljena u znatnoj količini u obrocima za preživače. Preživači potrebnu masnoću dobivaju uglavnom mikrobnom razgradnjom ugljikohidrata u buragu i pretvorbom škroba i celuloze u masne kiseline (FELDHOFER, 2010.).

Minerali su anorganski elementi neophodni za normalan rad, rast i reprodukciju životinja. Ovisno o količini dijelimo ih na makrominerale i minerale u tragovima. Minerali koji su potrebni u gramima nazivaju se makrominerali, a to su kalcij, fosfor, natrij, klor, kalij, magnezij i sumpor. Makrominerali čine važne strukturne komponente kostiju i drugih tkiva, služe kao važni sastojci tjelesnih tekućina te sudjeluju u održavanju kiselo-bazne ravnoteže, osmotskog tlaka, membranskog električnog potencijala i živčanom prijenosu. Minerali potrebni u miligramskoj ili mikrogramskoj količini nazivaju se minerali u tragovima. U minerale u tragovima spadaju: kobalt, bakar, jod, željezo, mangan, molibden, selen, cink, krom i fluor. Minerali u tragovima prisutni su u tijelu u vrlo niskim koncentracijama i često služe kao komponente enzima i enzimskih kofaktora, ili kao komponente hormona endokrinog sustava (CLARK i sur., 2001.).

Vitamini su esencijalni organski mikrosastojci hrane različitih kemijskih struktura, koji u organizmu sudjeluju u različitim fiziološkim procesima važnim za normalan rast, razvoj, zdravlje te reprodukciju i proizvodnju mlijeka (FELDHOFER, 2010.). Vitamine dijelimo na vitamine

topive u vodi (A, D, E i K vitamini) i vitamine topive u mastima (skupina B vitamina i C vitamin). Vitamini A, D i E unose se hranjivim tvarima, dok se skupina B vitamina i vitamini K i C sintetiziraju u tkivu i buragu (JACOBS i HARGREAVES, 2002.).

2.3. Hranidba mliječnih krava

Proizvodni ciklus krave dijeli se u nekoliko razdoblja: suhostaj i laktaciju. Svaka od ovih faza zahtjeva različit sastav i količinu hrane da bi se održalo zdravlje životinje i omogućila maksimalna produktivnost. Sastavljanje dnevnih obroka ovisi o tjelesnoj masi krave (uzdržne potrebe) i količini proizvedenog mlijeka te postotnog udjela mliječne masti (produktivne potrebe) (DOMAĆINOVIĆ, 1999.).

2.3.1. Suhostaj

Suhostaj predstavlja razdoblje između dvije laktacije koje u prosjeku traje 60 dana. Pravilna hranidba u tom razdoblju nužna je da bi krava održala maksimalan unos hrane, zdravlje, reproduktivne sposobnosti i optimalnu proizvodnju mlijeka u laktaciji koja slijedi (VAN SAUN, 1991.). Suhostaj dijelimo na tri dijela: zasušivanje i tjedan dana kasnije, središnji dio suhostaja do tri tjedna prije teljenja i prijelazno razdoblje tijekom posljednja tri tjedna prije teljenja (Tablica 2). Hranidba ima bitnu ulogu tijekom samog postupka zasušivanja životinja, ukoliko krava samostalno ne pređe u fazu suhostaja uskraćivanjem, tj. promjenom prehrane potiče se kravu na prestanak izlučivanja mlijeka. Tjedan dana prije potpuno se izbace koncentrati te se daje voluminozna hrana osrednje ili loše kakvoće. Nakon promjene hrane slijedi prestanak mužnje pri čemu treba obratiti pažnju na moguće upale vimena (MAŠEK i sur., 2005.). Obroci u suhostaju moraju osigurati dovoljne rezerve energije, proteina i minerala, jer početkom laktacije krava neće moći konzumirati dovoljne količine hrane da bi se podmirile potrebe za proizvodnju mlijeka (SCHINGOETHE, 1988.). U prijelaznom razdoblju krave pred teljenje moraju svakako dobivati po sastavu i kvaliteti, ista krmiva koja će dobivati i poslije teljenja, samo u znatno manjoj količini. (FELDHOFER, 2010.).

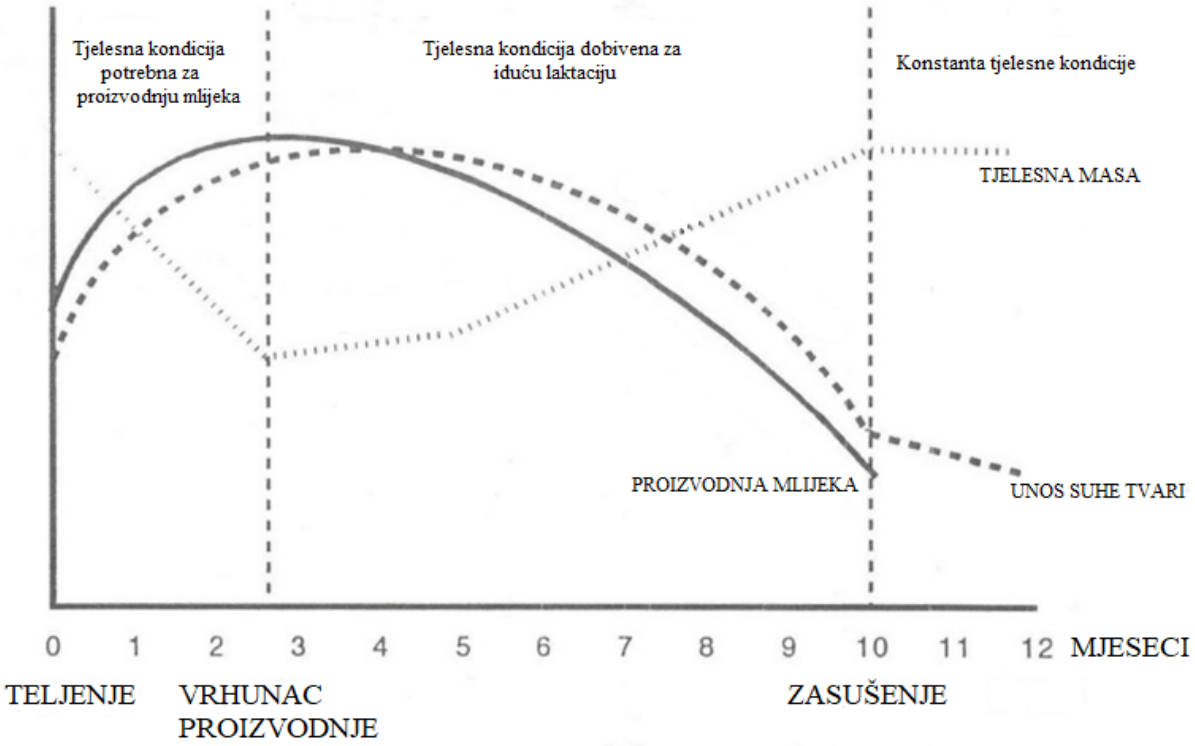
Tablica 2. Postupak s kravama u suhostaju

	Zasušenje	Središnji suhostaj	Prijelazno razdoblje
Hranjenje	Nagla promjena	Obrok za suhostaj	Prijelazni obrok
Trajanje	7 dana	32-39 dana	14 -21 dan
Kondicija	3+ do 4-	3+ do 4-	3+ do 4-
Koncentrat	Ništa	Prema kondiciji 1,5 do 2,5 kg/dan	0,5 - 0,8% t. mase prije teljenja 1% tj. mase od teljenja
Postupak	Tretiranje vimena	Provjera kondicije, vakcinacija, kontrola parazita, minerali, vitamini, kontrola papaka	Preseliti u prostor za teljenje i pažljivo motriti

Izvor: MAŠEK i sur., (2005.)

2.3.2. Laktacija

Hranidba krava u laktaciji prilagođena je produktivnoj djelatnosti usmjerenoj na sintezu mlijeka. Laktacija u krava počinje partusom i završava zasušivanjem krave, a traje oko 305 dana. Krave postižu vrhunac proizvodnje između 30. i 50 dana nakon teljenja, dok 90. dana nadalje proizvodnja mlijeka postepeno opada (Slika 2). U navedenom razdoblju visokoproduktivne krave treba hraniti dobro izbalansiranim obrocima s visokim udjelom energije.



Slika 2. Tipične promjene u unosu hrane, mliječnosti i tjelesnoj kondiciji tijekom laktacije u krava

Izvor: CHAMBERLAIN i WILKINSON, (1996.)

Uvod u laktaciju je period od prvih 70 dana nakon teljenja. To je razdoblje u kojem se očekuje maksimalna proizvodnja mlijeka te je ujedno i najkritičnije razdoblje u hranidbi krava. Za postizanje visoke mliječnosti potrebno je davati najkvalitetnije sijeno i silažu, a koncentrat postepeno povećavati za 0,5 kg po danu i tako dva tjedna do kada se dosegne dnevna potrošnja koncentrata od 5 do 8 kg. Tijekom uvoda u laktaciju krave proizvode više mlijeka nego što konzumiraju ponuđene hrane što dovodi do negativne energetske bilance i mobilizacije tjelesnih rezervi tj. mršavljenja. Kada dnevna proizvodnja mlijeka dosegne vrhunac između 30 i 50 dana, potrebno je zadržati isti način prehrane sve dok mliječnost ne počne postepeno padati.

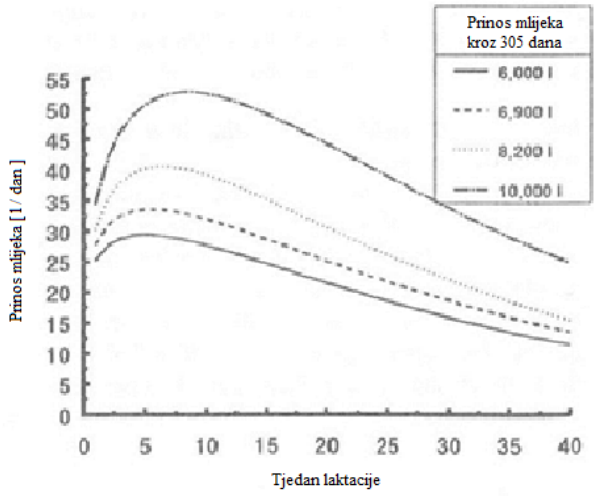
Sredina laktacije je razdoblje koje se nastavlja na uvod u laktaciju te traje oko 70 dana. U ovoj fazi dolazi do pada mliječnosti, stoga je potrebno smanjiti količinu koncentrata u obrocima.

Da bi se što duže očuvala visoka proizvodnja mlijeka potrebno je nekoliko puta na dan davati voluminozna krmiva najbolje kvalitete i koncentrate.

Kraj laktacije je period od zadnjih 140 do 305 dana u laktaciji. Tijekom ovog razdoblja krave su gravidne te je hranidba jednostavnija. Hrana tijekom ovog perioda obično prelazi njihove potrebe pa dolazi do obnavljanja tjelesne kondicije, no važno je spriječiti suvišno debljanje krava. Proizvodnja mlijeka pada postepeno do zasušivanja (CHAMBERLAIN i WILKINSON, 1996.).

2.4. Potrebe visokoproduktivnih mliječnih krava

Visokoproduktivnim prinosom mlijeka smatra se najmanje 10 000 litara godišnje (Slika 3) (CHAMBERLAIN i WILKINSON, 1996.).



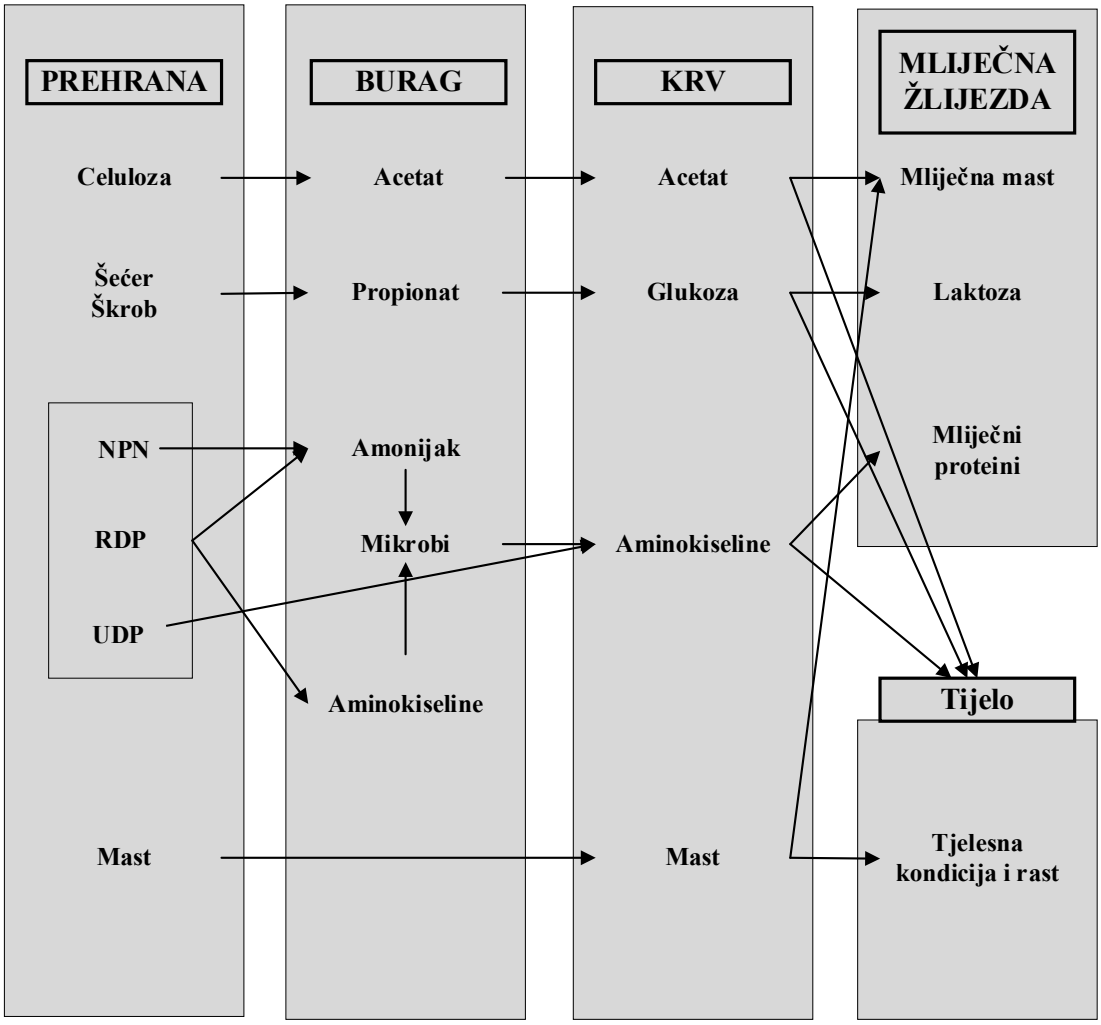
Slika 3. Krivulje proizvodnje mlijeka krava s različitim ukupnim prinosima laktacije

Izvor: CHAMBERLAIN i WILKINSON, (1996.)

Visokoproduktivne mliječne krave za visoku mliječnost zahtijevaju odgovarajuću tehnologiju, zoohigijenske uvjete i prilagođenu hranidbu. Imaju vrlo osjetljiv živčano-hormonalni sustav, moraju imati prikladan smještaj i ne smiju biti izložene jačim stresnim podražajima. Krave visoke mliječnosti iz organizma gube velike količine hranjivih tvari koje se svakodnevno moraju nadoknaditi dobro izbalansiranim krmnim obrocima. Krmni obroci moraju kvalitetom i količinom zadovoljavati potrebe te sadržavati sve potrebne proteine, energiju, mineralne i vitaminske tvari. Ukoliko je hrana nepravilna i nedosljedna dolazi do organskih i metaboličkih oboljenja kao što su ketoza, indigestija, omašćenje i degeneracija jetre, smetnje u reprodukciji, puerperijalne bolesti i bolesti papaka (FELDHOFER, 2010.).

2.5. Manipulacija mliječnim komponentama

Prehrambeni čimbenici imaju velik utjecaj na sastav mlijeka krava, a prehrana omogućava najučinkovitiji način brzog mijenjanja sastava mlijeka. Među sastojcima mlijeka, mliječne masti i mliječni proteini su dva sustava najčešće izložena promjenama zbog manipulacije prehranom (Slika 4) (SANTOS, 2002.). „Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, NN 27/2017„ propisano je da mlijeko mora sadržavati najmanje 3%, a najviše 5,5% mliječne masti te najmanje 2,5%, a najviše 4% bjelančevina. U prosjeku se u Republici Hrvatskoj u mlijeku nalazi oko 3,8% mliječne masti (3,2% do 5,5%) i 3,4% proteina (2,6% do 4,2%) (FELDHOFER, 2010.).



Slika 4. Protok hranjivih tvari iz prehrane, kroz burag, u krv, do vimena ili tjelesne kondicije

Izvor: JACOBS i HARGREAVES, (2002.)

Mliječna mast je najnestabilniji sastojak mlijeka koji se može korigirati prehranom. Krmni obroci moraju sadržavati najmanje 40% do 50% voluminoznog krmiva u ST, pozitivan energetski balans i sadržaj vlakna oko 35% NDV po kilogramu ST. Smatra se da je količina i sastav mliječne masti povezana s količinom neutralnih (NDV) i kiselih detergentnih vlakana (KDV) u krmnim obrocima. Povoljan utjecaj na rast mliječne masti ima dodavanje kvalitetnog sijena lucerne, sijena trava i kukuruzne silaže (GRBEŠA i SAMARŽIJA, 1994.). Visokoproduktivnim kravama u intenzivnom držanju krmni obroci moraju sadržavati najmanje 17% do 23% sirove vlaknine (celuloze) u ST krmiva i odgovarajuću količinu energije i proteina za postizanje dobre masnoće u mlijeku (FELDHOFER, 2010.).

Mliječni proteini su visoke biološke vrijednosti s esencijalnim aminokiselinama koje su značajne za prehranu mladunaca i učestala su namirnica u prehrani ljudi. Mliječne proteine čine kazein , α- laktalbumini i β- laktoglobulini. Najniža zadovoljavajuća količina proteina u mlijeku može se postići u smanjenoj mliječnosti s kvalitetnim osnovnim krmivima. Dovoljni su proteini buragovih mikroorganizama koji za reprodukciju koriste energiju i proteine niže hranidbene vrijednosti iz osnovnih voluminoznih krmiva i spojeve neproteinskog dušika. U crijevu se razgrađuju mikrobni proteini te oni zadovoljavaju sve osnovne potrebe goveda za proteinima. Kod krava mliječnosti više od 15 do 20 litara mlijeka dnevno nisu dovoljni samo mikrobni proteini i transaminacija neproteinskih dušičnih spojeva u jetri zbog ograničenog kapaciteta buraga i mogućnosti jetre, stoga uz osnovna treba dodavati i krepka krmiva (koncentrate) koji sadržavaju više energije i u buragu nerazgradive proteine visoke prehrambene vrijednosti. Proteini u visoko produktivnih krava moraju sadržavati biološki kvalitetne aminokiseline, primjerice aminokiseline sadržane u soji, suncokretu i repičinoj sačmi koje su većim dijelom nerazgradive u buragu te s digestijom prolaze kroz burag u crijevo gdje se enzimski razgrađuju i resorbiraju u krv. Uz kvalitetne proteine krmni obroci moraju sadržavati dovoljno energetskih tvari, kalcija i fosfora, soli magnezija, natrija i kalija (FELDHOFER, 2010.).

2.6. Utjecaj hranidbe na imunost

Prehrana imaj velik utjecaj na imunološki sustav, a nepravilna prehrana može prouzročiti narušeni imunosni odgovor te posljedično povećati rizik od zaraznih ili parazitskih kao i metaboličkih bolesti. Prehrambeni zahtjevi mliječnih krava značajno se razlikuju tijekom cijelog proizvodnog ciklusa. Loše upravljanje prehrambenih potreba tijekom proizvodnog ciklusa može dovesti do pozitivnog i negativnog energetskog balansa. Pozitivan energetski status najčešće se javlja u razdoblju suhostaja kada je smanjena potreba za energijom, dok se negativni energetski status najčešće javlja tijekom početne laktacije zbog naglog porasta potreba za energijom. Zbog toga je tijekom prijelaznog razdoblja za mliječne krave važna primjena visokoenergetske prehrane kako bi se minimalizirao negativni energetski status koji može prouzročiti metabolički poremećaj ketozu, no potrebno je postepeno uvoditi visokoenergetsku prehranu da ne bih došlo do acidoze (BERTONI, 2015.). Osim održavanja pravilnog balansa u prehrani i imunosti, određene hranjive i bioaktivne tvari kao što su karoteni, vitamini E i C, cink i selen imaju protuupalni učinak s antioksidacijskim svojstvima (FORSBERG i WANG, 2006.).

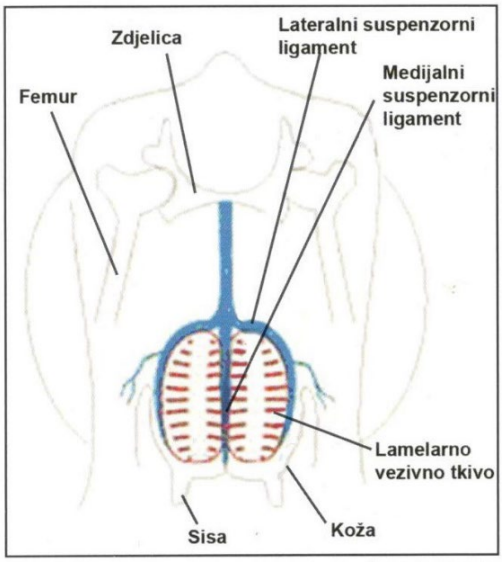
Na temelju dosadašnjih istraživanja ustvrđeno je da vitamin E i selen zajedno imaju najveći antioksidacijski učinak stoga uravnotežena opskrba prehrambenim mikronutrijentima ima važnu ulogu u mliječnoj industriji: povećava učinkovitost proizvodnje te u tkivima imunološkoga sustava sprječava pojavu oksidacijskog stresa i optimizira funkcije imunosnih stanica i imunosnog odgovora (SORDILLO, 2016.).

3. MLIJEČNA ŽLIJEZDA

3.1. Anatomija mliječne žlijezde

Za razumijevanje nastanka mastitisa potrebno je poznavanje anatomske građe i funkcije mliječne žlijezde.

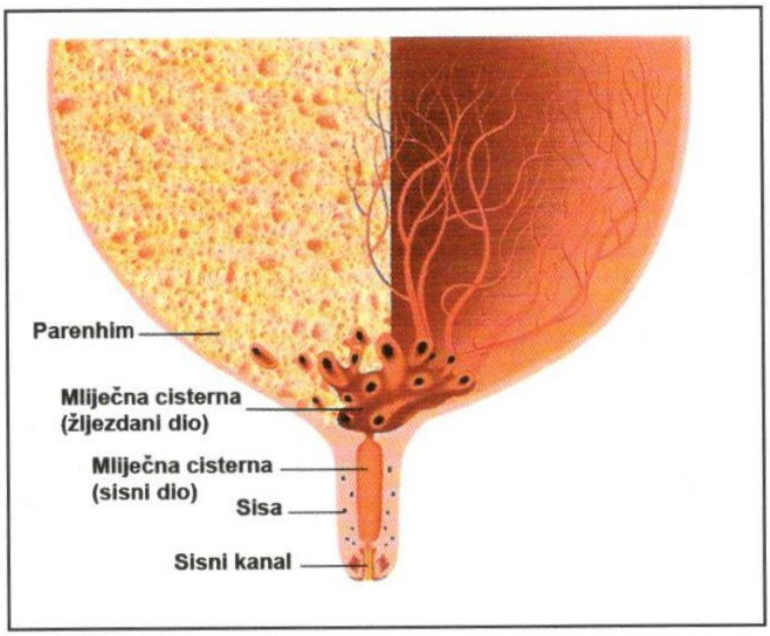
Mliječna žlijezda ili vime (*grč. uber* ili *lat. mamma, glandula lactifera*) je modificirana kožna žlijezda koja proizvodi mlijeko. U krava je smještena u ingvinalnoj regiji, a proteže se kaudalno od koljenog nabora do kaudodorzalne stidnice. Obavijena je elastičnom, mekanom i pomičnom kožom prekrivenom sitnim dlačicama. Ispod kože nalazi se površinska fascija (*fascia superficialis mammae*) i duboka fascija (*fascia profunda mammae*). Baza mliječne žlijezde je konkavnog oblika povezna s trbušnom stjenkom preko suspenzornog ligamenta mliječne žlijezde (*apparatus suspensorius mammarius*), a sastoji se od 4 osnovna lista. Medijalni suspenzorni ligament ima dva lista koji se nalaze medijalno, tvoreći dvostruki septum građen od elastičnog vezivnog tkiva koji dijeli mliječnu žlijezdu na dvije polovice, lijevu i desnu. Lateralni suspenzorni ligamenti također je građen od dva lista koji potječu od pubičnih i subpubičnih ligamenata te nisu elastične konzistencije (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.) (Slika 5).



Slika 5. Shematska građa vimena i okolnih tkiva

Izvor: BAČIĆ (2009.)

Vime sadrži četiri odvojene žlijezde, nazvane četvrti, koje su povezane u cjelinu. Razlikujemo dvije prednje i dvije stražnje četvrti. Četvrti su razdvojene suspenzornim ligamentom što otežava prelazak upalnih procesa s jedne četvrti na drugu. Četvrt se sastoji od žljezdanog djela ili tijela (*corpus mammae*) i sisa (*papilla mammae*). Žljezdani dio ili tijelo sastoji se od žljezdanog tkiva ili parenhima režnjevite građe koji sadrži mliječne alveole u grozdastim nakupinama. Alveole se izlijevaju u mliječne kanaliće (*ductus lactifer*), a oni dalje u veće kanale koji se ulijevaju u žljezdanu cisternu (*sinus lactifer*). Žljezdana cisterna nastavlja se na sisni dio (*papilla mammae*) u sisnu cisternu (*pars papillaris*) te sisni kanal (*ductus pappilaris*). Na kraju sisnog kanala nalazi se otvor (*ostia papilaria*) s prstenastim mišićem koji kružno i uzdužno regulira otvaranje i zatvaranje sisnog kanala (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.) (Slika 6).

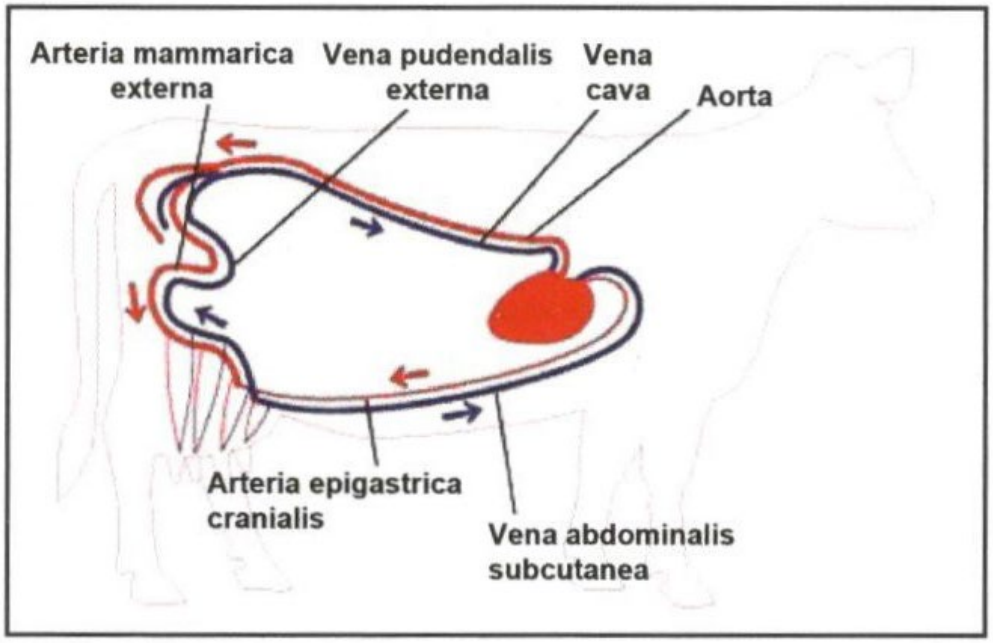


Slika 6. Shematski prikaz četvrti mliječne žlijezde krave

Izvor: BAČIĆ (2009.)

Mliječnu žlijezdu krvlju opskrbljuje *arteria pudenda externa*, koja iz ingvinalnog kanala u nepravilnom luku prelazi do mliječne žlijezde. Prije ulaska u mliječnu žlijezdu, na bazi vimena grana se *arteria basalis cranialis i arteria basalis caudalis*. Po ulasku u parenhim grana se na *arteria mammaria cranialis* koja opskrbljuje krvlju prednje četvrti i dio zadnje četvrti i *arteria mammaria caudalis* koja opskrbljuje krvlju dio zadnje četvrti i supramamarne limfne čvorove. Sve

se arterije skupljaju oko gornjeg dijela cisterni te čine obruč iz kojeg izlaze *arteria pappilares craniales* i *arteraie pappilares caudales.* Papilerne arterije u sisi stvaraju arterijski splet te zajedno s venskim spletom čine *corpus cavernosum papillae*. Uz arterije se nalaze vene koje odvode vensku krv putem *vene subcutanea abdominis*, *vena pudendalis externa* i *vena perinei* (Slika 10). Limfni sustav vimena sastoji se od limfnih žila, površinskih i dubokih te supramamrnih limfnih čvorova u koje se ulijevaju limfne žile (*lnn. mammarii*). Inervaciju vimena vrše ogranci lumbalnog i sakralnog spleta zajedno sa simpatičkim vlaknima (CERGOLJ i sur., 1998.).



Slika 7. Shematski prikaz krvožilnog sustava mliječne žlijezde krave

Izvor: BAČIĆ, (2009.)

3.2. Imunosna obrana mliječne žlijezde

Imunosna obrana mliječne žlijezde temelji se na elementima urođene imunosti kao prvoj liniji obrane - sisni kanal i na elementima stečene imunosti kao drugoj liniji obrane s time da obje uključuju humoralnu i staničnu imunost (RAINARD i RIOLLET, 2006.). Imunosnu obranu modulira više različitih endogenih i egzogenih činitelja: higijenski uvjeti, prehrana, faza laktacije, izloženost stresu i drugi uvjeti.

Sisni kanal je mjesto kroz koje mlijeko istječe iz vimena, dug je 8 do 15 mm, a kada je otvoren širok je 0,5 do 2 mm. Djeluje kao fizička barijera koja sprječava prodiranje mikroorganizama. Unutrašnjost sisnog kanala obložena je slojevima keratina i voštanom tvari koja ima antimikrobna svojstva. Voštana supstanca ometa migraciju mikroorganizama, dok keratin ima sposobnost da zaljepljivanja i adsorbiranja bakterija. Tijekom zasušenja keratin se nakuplja i formira čep unutar sisnog kanala. Time se stvaraju uvjeti za rezistenciju na prodor bakterijskih infekcije (BAČIĆ, 2009.).

Za staničnu imunost mliječne žlijezde efektorske stanice su leukociti iz periferne krvi koje ukoliko dođe do infekcije prelaze iz cirkulacije, odnosno iz krvnih žila dijapedezom u mliječne alveole. Od leukocita mliječne žlijezde znatnu ulogu imaju neutrofili, makrofagi, prirodne ubitalačke stanice (NK) i dendritičke stanice koje prikazuju antigen efektorskim T limfocitima radi prepoznavanja stranog antigena. Makrofagi su najzastupljenjije imunosne stanice u mliječnoj žlijezdi, a imaju funkciju fagocitoze patogena te nose receptore za IgG. Fagocitozu vrše i neutrofili, koji doprinose i vaskularnoj permeabilnosti, oslobađanju upalnih medijatora, sadrže baktericidne peptide, enzime te neutralne i kisele proteaze (BANK i ANSORGE, 2001., ALNAKIP i sur., 2014.).

U humoralnoj imunosti mliječne žlijezde sudjeluju protutijela, proteini laktoferin, transferin i lizozim te enzimi laktoperoksidaza i ksantin oksidaza. U mliječnoj žlijezdi su od protutijela najviše zastupljeni izotopovi IgG i IgM. Glavna uloga protutijela je obilježavanje ili prepoznavanje bakterija, sprječavanje bakterije da se nasele u tkivo i neutralizacija bakterijskih toksina. Dok IgM ima veću ulogu u odraslih krava i u mlijeku, IgG ima znatnu ulogu protutijela kolostrumu za zaštitu mladunčadi i u humoralnoj imunosti protein laktoferin ima bakteriostatski i baktericidni učinak te često djeluje sinergistički s lizozimom na mikroorganizme kojima je željezo potrebno za odvijanje metaboličkih procesa (SUZUKI i sur., 1989., PAYNE i sur., 1990., SAITO i sur., 1991., MARENJAK i sur., 2006.). Vežući željezo laktoferin djeluje kao snažan antioksidans jer inhibira slobodne radikale ovisne o željezu, a na isti način djeluje i laktoperoksidaza. Uz spomenute učinke, laktoperoksidaza također ima antiviralni i antibakterijski učinak (MARENJAK i sur., 2006.). Ksantin oksidaza je enzim iz membrane globule mliječne masti koji kataliza stvaranje dušikovog oksida iz anorganskog nitrita, djelujući kao snažno baktericidno sredstvo (RAINARD i RIOLLET, 2006.).

3.3. Sekrecija mlijeka

Mlijeko je biološka tekućina, proizvodi se u žljezdanom epitelu alveola, unutar mliječne žlijezde sisavaca, izlučuje se određeno vrijeme nakon porođaja. Stvara se od kemijskih tvari koje krvlju dospijevaju u vime, stoga, da bi se sintetizirala jedna litra mlijeka, kroz krvožilni sustav mora proći 400 do 500 litara krvi (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.). Izlučivanje mlijeka počinje već pred kraj gravidnosti, a u krava prosječno traje oko 305 dana. Prvo mlijeko izlučeno nakon porođaja razlikuje se po sastavu od kasnije izlučenog mlijeka i naziva se kolostrum.

Kontrola izlučivanja mlijeka odvija se hormonski. Početak izlučivanja potaknut je padom progesterona tijekom gravidnosti ili porođaja. Progesteron za vrijeme graviditeta koči izlučivanje prolaktina i laktogena, koji imaju značajnu ulogu u sintetiziranju i izlučivanju mlijeka. Tijekom mužnje ili sisanja dolazi do refleksnog oslobađanja hormona oksitocina koji se oslobađa iz zadnjeg režnja hipofize pod utjecajem središnjeg živčanog sustava. Oksitocin krvlju dospijeva u mliječnu žlijezdu gdje djeluje na mioepitelne stanice ili košaraste stanice oko alveola i male kanaliće te izaziva kontrakcije koje povećavaju tlaka unutar mliječne žlijezde (Slika 11). Kada tlak dosegne određenu razinu dolazi do pucanja stanične membrane i izlijevanja sadržaja u šupljinu alveole. Mlijeko se istiskuje u veće kanale i cisternu te je dostupno za izmuzivanje (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.).

Mlijeko se ne izlučuje samo u vrijeme mužnje ili sisanja, to je kontinuirani aktivni proces žljezdanih alveolarnih stanica koje iz krvi uzimaju različite tvari te ih djelomično modificiraju i potom izlučuju u lumen alveola, stoga se količina različitih tvari bitno razlikuje u mlijeku i krvnom serumu (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.). Sastojci mlijeka kao što su kazein, A- laktalbumini, B-laktoglobulini , mliječni šećer (laktoza) i mliječna mast sintetiziraju se u složenim biokemijskim procesima u mliječnoj žlijezdi, dok ostali sastojci poput mineralnih tvari, enzima, vitamina, albumina krvnog seruma i imunoglobulina izravno prelaze iz krvi u mliječnu žlijezdu (FELDHOFER, 2010.).

3.4. Sastav mlijeka

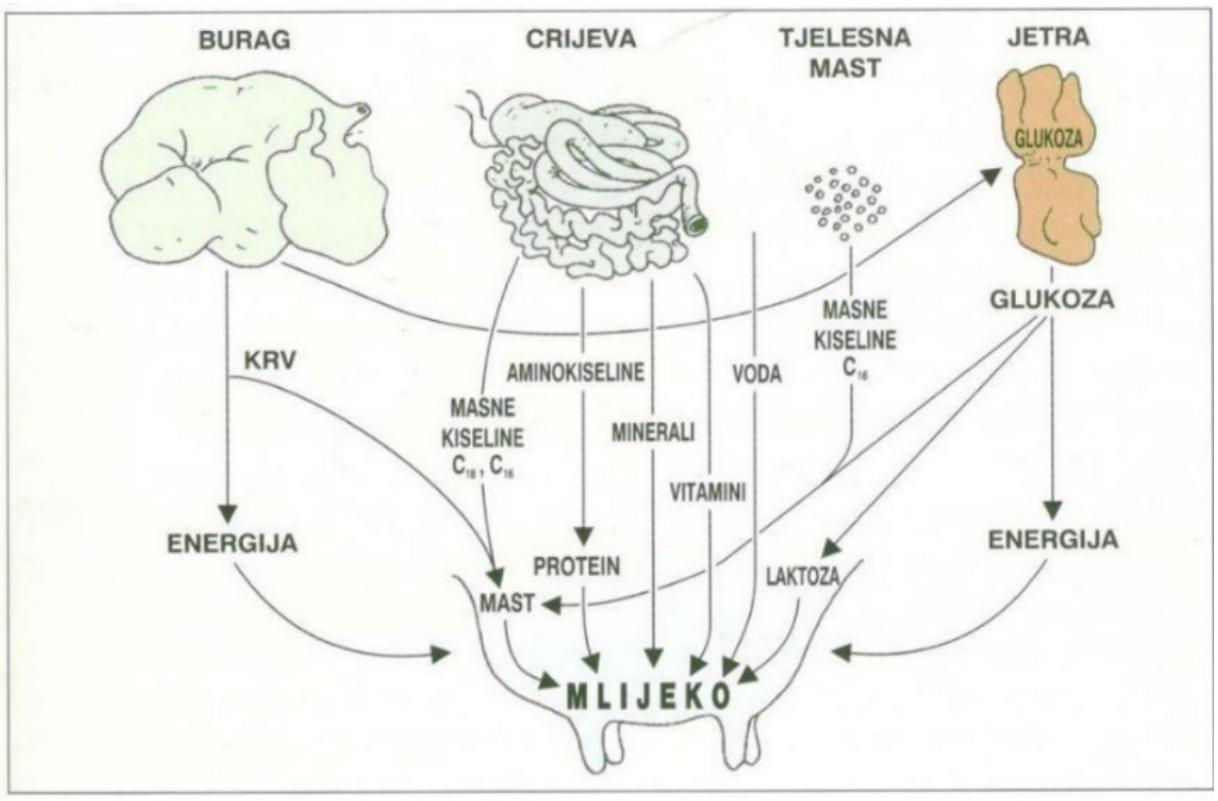
Kravlje mlijeko se sastoji do 87% vode, 3% do 4% proteina, 3,5% do 5% mliječne masti, 4,5% do 5% laktoze i 0,75% pepela (anorganskih soli). Na sastav mlijeka utječe mnogo čimbenika kao što su : pasmina, individualne sposobnosti, način prehrane, zdravstveno stanje krave i vimena. Tijekom laktacije sastav mlijeka se gotovo ne mijenja, samo pod kraj laktacije dolazi do rasta proteina, masti i pepela, a laktoza se smanjuje (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.).

Proteini mlijeka sastoje se od kazeina (oko 80%) i manjih proteina sirutke (oko 20%) - albumini, globulini, peptoni i ostale dušične tvari (FELDHOFER, 2010.). Većina mliječnih proteina sintetizira se u žljezdanim stanicama mliječne žlijezde iz krvnih proteina i aminokiselina. Kazein je specifičan mliječni protein koji se u organizmu nalazi samo u mlijeku. Većina mliječnih proteina kao što su α-laktalbumin i β-laktoglobuolin sintetiziraju se samo u mliječnoj žlijezdi, dok njihov manji dio potječe iz krvnih proteina koji su prošli kroz žljezdanu stijenku u mlijeko, a to su β- i γ-globulini, odnosno imunoglobulini (IgG, IgM, IgA) ili protutijela. U prvom mlijeku koje se izlučuje prvih 36 do 48 sati nakon porođaja, kolostrumu, povećana je količina imunoglobulina u mlijeku sa svrhom pružanja primarne zaštite teleta od patogena, dok se ne razvije imunosni sustav teleta. Količina mliječnih proteina usko je povezana s hranidbom, energijom i aminokiselinskim sastavom obroka (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.).

Mliječna mast u krava razlikuje se od masti u drugim dijelovima organizma. Ona sadrži 10% do 12% masnih kiselina kraćeg lanca te masne kiseline s nepranim brojem ugljikovih atoma (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.). Najvećim se dijelom sintetizira u predželucima (oko 70%) iz masnih kiselina, octene i maslačne, nastalih mikrobnom razgradnjom ugljikohidrata i sirove vlaknine u buragu, dok se ostatak sintetizira iz masnih depoa u organizmu (palmitinska kiselina) te iz triglicerida krvi i masti stvorenih u jetri i tvore mliječne masne kiseline dužeg lanca. Količina mliječne masti ovisi o hranidbi, tj. količini masti u hrani, energetskoj vrijednosti obroka, količini ugljikohidrata i sirove vlaknine u obroku, stadiju laktacije, vremenu proteklom od posljednje mužnje te zdravstvenom stanju vimena.

Laktoza je jedini šećer u mlijeku koji se isključivo sintetizira u mliječnoj žlijezdi iz glukoze. Koncentracija šećera u mlijeku je oko 80% veća nego u krvi, stoga, da bih se sintetizirala velika količina šećera u mliječnoj žlijezdi, žljezdane stanice zadrže u sebi oko 20% krvnog šećera. Krvni šećer, tj. glukoza potiče ponajprije iz jetre. U predželucima pod djelovanjem

mikroorganizama, hranjive tvari se razgrađuju na niže masne kiseline i to mravlju, octenu, propionsku, maslačnu i mliječnu kiselinu, od kojih se u jetri sintetizira glukoza (Slika 12). Sinteza laktoze ravnomjerno se vrši kroz cijeli ciklus laktacije te se zadržava na prosječnoj razini od 4,7%. Kod upalnih promjena može doći do poremećaja opskrbe mliječne žlijezde krvlju i glukozom te posljedično do smanjenja sinteze laktoze. Smanjenje koncentracija laktoze u mlijeku pojavit će se prije prvih kliničkih znakova mastitisa, stoga praćenje koncentracije može ukazivati na mogući razvoj subklinički oblika mastitisa. Smatra se da pad koncentracije laktoze ispod 4,5% ukazuje na mogući razvoj subkliničkog mastitisa (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.).



Slika 8. Podrijetlo pojedinih kemijskih tvari za sintezu mlijeka u vimenu krava

Izvor: HAVRANEK i RUPIĆ (2003.)

Mlijeko sadrži sve minerale potrebne za prehranu teladi i ljudi i to oko 7,3 g minerala u litri kravljeg mlijeka. Minerali dolaze u mlijeko iz krvi i tkivnih tekućina organizma, dakle u mlijeku se nalaze svi minerali koji se nalaze i u krvnom serumu, ali u različitim koncentracijama. Tako se u mlijeku nalazi znatno veća količina kalija (K), oko 10 puta viša nego u krvnom serumu,

kalcija (Ca), oko 15 puta više, i fosfora (P). Veće koncentracije u mlijeku zahtijevaju aktivno crpljenje minerala iz krvi. Njihova koncentracija u mlijeku neće se smanjiti ni u slučaju nedostatka količine minerala u hrani, već će krava izlučivati vlastite rezerve koje se mobiliziraju iz kostiju. Kalcij (Ca), fosfor (P) i magnezij (Mg) su strukturni elementi koštanog tkiva, stoga u slučaju dužeg nedostatka u hrani dolazi do omekšavanja kostiju (osteomalacije, osteoporoze), obolijevanje zglobova i pojačane živčane razdražljivosti. Od mikroelemenata za mlijeko su značajni jod (J), kobalt (Co), selen (Se), željezo (Fe), bakar (Cu), cink (Zn) i mangan (Mn). S porastom sadržaja mliječne masti i proteina u mlijeku raste i koncentracija kalcija, magnezija i fosfora (Tablica 3) (FELDHOFER, 2010.).

Tablica 3. Vrsta i količina minerala u mlijeku krava

Minerali	**Sadržaj u mlijeku (g/litra)**	
	Prosječno	Odstupanja
Kalcij	1,21	0,9-1,4
Fosfor	0,95	0,7-1,2
Kalij	1,50	1,0-2,0
Natrij	0,47	0,3-0,7
Magnezij	0,12	0,05-0,24
Sumpor	0,32	0,2-0,4
Minerali u tragovima	**Sadržaj u mlijeku (µg/litra)**	
Bakar	120	10-700
Željezo	530	60-1000
Kobalt	0,8	0,1-2,0
Molibden	55	13-150
Cink	3600	1500-7000
Mangan	50	10-280
Jod	75	5-400
Fluor	125	10-350
Aluminij	600	15-1000
Selen	25	2-70
Kadmij	4	1-30
Olovo	30	2-70
Arsen	25	20-60
Stroncij	350	40-1500

Izvor: FELDHOFER, (2010.)

U mlijeku se nalaze gotovo svi vitamini, od kojih su najznačajniji vitamini A, D, E, B i C (Tablica 4). Količina vitamina u mlijeku vrlo je promjenjiva. Koncentracija vitamina topivih u masti (vitamini A, D, E, K) ovisi o krmivu i masnoći mlijeka, dok vitamini iz B skupine ovise o aktivnosti mikroorganizama buraga. Mliječna žlijezda vitamine dobiva iz krvi koja cirkulira tkivom.

Tablica 4. Vitamini u mlijeku krave

Vrsta vitamina	Sadržaj u mlijeku (mg/litra)	
	prosječno	odstupanja
A	0,37	0,10-0,90
Karotin	0,21	0,05-0,40
D (Kalciferol)	0,0008	0.0001-0.002
E (Tokoferol)	1,1	0,20-2,0
C (Askorbinska kiselina)	18	5-30
B1 (Thiamin)	0,42	0,20-0,80
B2 (Riboflavin)	1,72	0,80-2,60
B6 (Piridoksin)	0,48	0,17-1,90
B12 (Kobalamin)	0,0045	0,002-0,007
Niacin	0,92	0,3-2,0
Folna kiselina	0,053	0,01-0,10
Pantotenska kiselina	3,60	2,60-4,90
Biotin	0,036	0,01-0,07
Kolin	170	50-450

Izvor: FELDHOFER, (2010.)

3.5. Somatske stanice

Kvalitetu mlijeka određuje njegov kemijski sastav, fizikalne osobine i higijenska ispravnost. Osnovni pokazatelji higijenske ispravnosti mlijeka su ukupan broj mikroorganizama i broj somatskih stanica (BSS). Somatske stanice su indikator zdravstvenog stanja mliječne žlijezde (Tablica 5). Čine ih epitelne stanice i leukociti (polimorfonuklearni neutrofili, limfociti, makrofagi i ostale stanice). Najveći utjecaj na BSS ima infekcija mliječne žlijezde, stoga je BSS pokazatelj je higijenske kvalitete mlijeka. U mlijeku zdravih četvrti vimena BSS je od 20 000 do 250 000 SS/mL, od čega na leukocite otpada 80%, a na epitelne stanice 20% (RUPIĆ, 2010.), dok mlijeko iz bolesne četvrti može sadržavati do 5 000 000 SS/mL (ČAČIĆ i sur., 2003.). Osim na higijensku

ispravnost povećanje BSS utječu i na smanjenje ukupne proizvodnje mlijeka po kravi od 5% do 25%. Mijenja se i sastav mlijeka, količinski dolazi do smanjenja suhe tvari bez masti za 3% do 12% te mliječne masti za 5% do 12% (SAMARŽIJA i sur., 1991.). Na promjenu BSS utječu genetski i okolišni čimbenici od kojih su najvažniji: infekcije vimena, dob muzare, faza laktacije, redoslijed laktacije, pasmina, način držanja, geografsko područje i godišnje doba, veličina stada, stresni čimbenici, pretjerana fizička aktivnost i mužnja (ČAČIĆ i sur., 2003.). Pravilnikom koji je na snazi u Republici Hrvatskoj „Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, NN 27/2017“ dopušteno je najviše 400 000 SS/mL u skupnom uzorku mlijeka iz gospodarstva koje prodaje mlijeko, ali ta vrijednost nije fiziološka vrijednost zdravog vimena već mljekarsko-tehnička i ekonomski-politički dogovorena vrijednost (FELDHOFER, 2010.).

Tablica 5. Individualni BSS: zdrava, sumnjiva i vjerojatno inficiran krava

Uvijek ispod 200 000	Vjerojatno nije inficirana
Jedan rezultat između 200 000 i 300 000	Moguće da : • nije inficirana • je inficirana slabije patogenim uzročnikom • je inficirana samo jedna četvrt
Jedan rezultat preko 300 000 ili puno rezultata preko 200 000	Vjerojatno inficirana jedna ili više četvrti ili se oporavlja od prethodne infekcije

Izvor: BAČIĆ, (2009.)

3.6. Mastitisi

Mastitis je upala parenhima mliječne žlijezde, koja najčešće nastaje ulaskom mikroorganizama kroz sisni kanal (galaktogena infekcija), preko ozlijeđene kože mliječne žlijezde (limfogeno) ili rjeđe putem krvi (hematogeno). Postoje dvije osnovne podjele mastitisa: podjela na osnovi kliničke slike i podjela na temelju etiologije i epidemiologije razvoja infekcije (BAČIĆ, 2009.).

Mastitis se može dijagnosticirati kliničkim pregledom životinje, mastitis testom i analizom kultura izolata iz mlijeka i vimena. Pregledom životinje mogu se uočiti znaci upale, izgled praznog vimena, razlike u čvrstoći, razlike u veličini četvrti vimena te količina namuzenog mlijeka.

Mastitis testom moguće je utvrditi povećan BSS. Analiza kultura izolata predstavlja najtočniju, ali i najskuplju metodu za dijagnozu mastitisa.

3.6.1. Klinički oblici mastitisa

Prema kliničkoj slici razlikujemo subklinički mastitis i klinički mastitis. Subklinički mastitis je početna faza mastitisa tj. blaga upala mliječne žlijezde bez vidljivih kliničkih znakova. Subklinički mastitis obično karakterizira visoki BSS, pad proizvodnje mlijeka od 15% do 45%, uz neprimjetne promjena u mlijeku ili mliječnoj žlijezdi (RODRIGUEZ-ZAS i sur., 2000., MAĆEŠIĆ i sur., 2016.). Može se javiti i 2 do 20 puta češće nego klinički oblik te njegovo pravovremeno otkivanje važan čimbenik u prevenciji nastanka i širenja infekcija. Mliječna žlijezda i mlijeko izgledaju normalno i zdravo te je nemoguće postaviti dijagnozu bez izvođenja dijagnostičkih testova (BAČIĆ, 2009.).

Kod kliničkog mastitisa je moguće postaviti dijagnozu bez izvođenja dijagnostičkih testova. Mliječna žlijezda životinje može, ali i ne mora izgledati normalno, međutim mlijeko je promijenjene konzistencije s vidljivim krpičastim ili vlaknastim tvorbama koje čine nakupine odumrlog epitela, leukocita i proteina. Prema jačini simptoma klinički mastitis može biti blagi, umjereni i jaki. Blagi oblik kliničkog mastitisa otkriva se tek pri kontroli mastitis testom. U mlijeku upaljene mliječne žlijezde pomiješanom s reagensom vidljive su grudice ili krpice, stoga na farmama može proći nezapaženo ukoliko se ne provode rutinske kontrole BSS. Upaljena mliječna žlijezda, uz promjene u mlijeku, upućuje na umjereni oblik mastitisa. Kod teškog oblika uz upalu mliječne žlijezde i promjenu mlijeka dolazi do ozbiljnih sistemskih poremećaja te se ovaj tip mastitisa često naziva i toksični mastitis ili endotoksični šok (BAČIĆ, 2009.).

Prema trajanju mastitisi mogu biti latentene infekcije, perakutni, akutni, subakutni i kronični mastitis. Latentna infekcija je infekcija uzrokovana mikroorganizmima (najčešće bakterijama) koji su već naselili mliječnu žlijezdu, ali bez upalne reakcije pa stoga konzistencija, sastav mlijeka i BSS ostaju u normalnim granicama.

3.6.2. Epidemiologija mastitisa

Prema epidemiologiji i uzročnicima mastitisi se dijele na prouzročene: kontagioznim mikroorganizmima i uvjetovanim ili mikroorganizmima iz okoliša (Tablica 6) (RADOSTITS i sur., 2007., BAČIĆ, 2009.). Dosadašnjim istraživanjima je iz mliječnih žlijezda zahvaćenih mastitom izolirano oko 140 vrsta i serotipova mikroorganizama.

Najznačajniji kontagiozni uzročnici su *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* te rjeđe *Mycoplasma bovis* (KARADJOLE i sur., 2011.). Jedan od najčešćeih uzročnika infekcije mliječne žlijezde je *Staphylococcus aureus*. Prema istraživanjima smatra se da je infekcijom zahvaćeno između 50% do 95% stada (BAČIĆ, 2009.; KARADJOLE i sur., 2011.). Zbog teških oštećenja parenhima mliječne žlijezde i smanjene mliječnosti, smatra se da mastitisi uzrokovani ovim mikroorganizmom nanose najveće ekonomske gubitke u mliječnoj industriji. Vrlo kontagiozan uzročnik je *Streptococcus agalactiae*, a najčešće se prenosi tijekom mužnje, a prouzroči subkliničke ili blage kliničke mastitise, ali kada se krava jednom inficira mikroorganizam perzistira u mliječnom sinusu prouzročeći oštećenja žljezdanog djela vimena (BAČIĆ, 2009.). U novije doba među uzročnicima upale mliječne žlijezde sve se češće spominju infekcije uzrokovane mikoplazmama, njih 11 vrsta, od kojih je najprisutnija vrsta *Mycoplasma bovis*. Vrsta *M. bovis* je jedna od najpatogenijih mikoplazmi goveda. Mastitis izazvan ovim uzročnikom vrlo je kontagiozan i nanosi velike gubitke u proizvodnji mlijeka, a liječenje je neuspješno pa su gubitci u proizvodnji mlijeka znatni.

Uvjetovane mastitise prouzroče mikroorganizmi koji obitavaju u okolišu životinje (BAČIĆ, 2009.). Najvažniji uzročnici uvjetnim infekcijama pripadaju kolifomnim bakterijama i streptokokima. Budući da su ovi uzročnici ubikvitarni, sposobni su preživjeti izvan vimena i prouzročiti infekciju kada se stvore povoljni uvjeti za njihovo razmnožavanje, poput loših higijenskih uvjeta, neispravne muzne opreme, ozljede sisa ili oslabljene imunosti (RADOSTITS i sur., 2007.). Infekcije se pojavljuju najčešće krajem suhostaja i u ranoj fazi laktacije kada je suprimiran imunosni sustav životinja (BAČIĆ, 2009.).

Tablica 6. Karakteristike kontagioznih i uvjetovanih (okolišnih) uzročnika mastitisa

KONTAGIOZNI UZROČNICI (***S.aureus, S. agalactiae, M. bovis, Corynebacteriumbovis***)	**UVJETNI (OKOLIŠNI) UZROČNICI** **Koliformne bakterije, steptokoki iz okoliša, *S. uberis, S. disgalactiae, S. bovis***
Najčešće ih nalazimo u vimenu inficiranih krava. Česte na koži vimena, sisnom kanalu, sluznici	Najčešće ih nalazimo u okolišu krava, fecesu, stelji, neki žive u ili na tijelu životinja.
Što je više inficiranih krava, veći rizik za prijenos infekcije je veći.	Rizik je veći što je okoliš prljaviji.
Najčešći prijenos s inficirane četvrti na zdravu je tijekom mužnje.	Najčešće dolaze iz okoliša na sise između mužnji, ali moguć je unos nečistom kanilom ili intramamarnim injektorom.
Bakterije koje su na sisama, u sisnom kanalu, ili na muznoj opremi u zdravo vime ulaze tijekom mužnje.	Bakterije koje su na koži sisa ili u mliječnom kanalu, u vime mogu ući tijekom mužnje.
Loše stanje kože sisa povećava broj bakterija.	Loše stanje vrha sisa olakšava ulaz bakterija u sisni kanal.
Češće (ali ne uvijek) prouzroče dugotrajne infekcije, kronične mastitise, lako se prate kroz mjesečni BSS.	Češće (ali ne uvijek) prouzroče kratkotrajne infekcije. Lako nam mogu promaknuti pratimo li samo mjesečni BSS.
Najčešći su uzročnici subkliničkih mastitisa na većini farmi.	Najčešći su uzročnici kliničkih mastitisa na dobro organiziranim farmama.
Često uzrokuju subkliničke mastitise. U 40% slučajeva se mogu razviti u kliničke, ali najčešće blagih simptoma.	Često uzrokuje kliničke mastitise. Mogući su vrlo teški simptomi, osobito kod bakterije *E. coli*.
Nove se infekcije javljaju tijekom cijele laktacije, rijetko u suhostaju.	Nove infekcije su česte na početku suhostaja i prilikom poroda, rjeđe u laktaciji.
Stopa infekcije obično raste od poroda do zasušenja, a smanjuje se od zasušenja do ponovnog poroda.	Stopa infekcija može rasti tijekom suhostaja, a smanjiti se u drugoj polovici laktacije.
Zbog dugotrajnosti infekcije mnoge su krave istovremeno zaražene.	Zbog kratkotrajnih infekcija, obično je manji broj krava istovremeno zaražen.
Mnoge krave imaju subkliničke infekcije, mlijeko je prihvatljivo za otkup, BSS u laktofrizu je zbog toga povišen.	Zbog izraženijih kliničkih oblika i manjeg broja krava od kojih se mlijeko obično odbacuje, nemaju velik utjecaj na BSS u laktofrizu.
Nove se infekcije javljaju bez obzira na sezonu.	Veći broj infekcija javlja se tijekom toplog i (ili) vlažnog vremena.
Tip smještaja (štala) ne utječe na pojavu kontagioznih mastitisa.	Infekcije su češće u intenzivnim uzgojima i slabo održavanim stajama.
Zbog bolje kontrole, pojavnost kontagioznih mastitisa na mnogim farmama je smanjena, ali i dalje su na nekim farmama velik zdravstveni i financijski problem.	Smanjen broj kontagioznih mastitisa i intenzifikacijom uzgoja pojava uvjetovanih uzročnika mastitisa je u porastu.
Najveći su troškovi zbog smanjene proizvodnje i izlučenja krave.	Najveći su troškovi zbog smanjene proizvodnje, odbacivanja mlijeka kliničkih oblika, liječenja i izlučenja krava.
Glavne mjere kontrole su: dezinfekcija prije mužnje, redoslijed mužnje, izlučenje inficiranih krava, održavanje i higijena muzne opreme, liječenje u laktaciji i suhostaju.	Glavne mjere kontrole su: poboljšanje higijene okoliša krava, uključujući i mjesto gdje se krave tele, dezinfekcija nakon mužnje, suhe i čiste sise, održavanje i higijena muzne opreme, liječenje u suhostaju i vakcinacija.

Izvor: BAČIĆ, (2009.)

4. UTJECAJ HRANIDBE NA SASTAV I KVALITETU MLIJEKA

Na sastav mlijeka, njegovu proizvodnju i kvalitetu utječu interakcije genetskih čimbenika i čimbenika vanjskog okoliša. Među čimbenicima vanjskog okoliša izuzetno važna je hranidba. Neke komponente mlijeka se gotovo uvijek nalaze u istim količinama, a neke su podložne velikim oscilacijama uzrokovane prehranom ili drugim čimbenicima.

Nedostatna hranidba krava uzrokuje pad mliječnosti i mliječnog šećera (laktoze). U ovakvim uvjetima hranidbe raste sadržaj mliječne masti i količine proteina u mlijeku. Kada se hranidba dovede na normalnu razinu, sve se ove promjene otklanjaju.

U hranidbi mliječnih krava obroci koji dovode do porasta proizvodnje mlijeka obično izazivaju smanjenje sadržaja mliječne masti. U istraživanju XIE i sur. (2016.) testiran je utjecaj visoko koncentriranih obroka na kvalitetu mlijeka. Dokazali su da takav obrok dovodi do povećanja mliječnosti, ali smanjenja mliječnih proteina i mliječne masti te povećanje BSS u mlijeku, što upućuje na smanjenju kvalitetu mlijeka. Ukoliko se količina voluminoznih krmiva smanji za oko 30% (prema izračunu temeljem sadržaja ST obroka), sadržaj mliječne masti može pasti čak na svega 2%, stoga se u obrok mliječnih krava na svakih 100 kg žive mase mora dati oko 0,7 kg sijena. Hranidba krava s fino mljevenim voluminoznim krmivima (manje od 3 mm) također smanjuje sadržaj masti u mlijeku, kao i hranidba s velikim količinama prekrupljenog kukuruznog zrna ili velikim količinama zelene sočne krme. U krava koje su u periodu suhostaja hranjene većim količinama koncentrirane krme, posebice u prvom dijelu tranzicijskog razdoblja, zabilježen je povećan sadržaj mliječne masti, proteina, laktoze i minerala u mlijeku.

Određena krmiva dovode do promjene karakterističnih svojstava mlijeka, tipičnog mirisa i okusa, a to su: stočna repa, uljana repica, lišća i glava šećerne repe, stočni kelj, ali i neka druga standardna krmiva kod kojih je došlo do neželjenih procesa kvarenja. Utjecaj krmiva na mlijeko ovisit će o dužini perioda između hranjenja i mužnje. Preporučuje se da kod ovih krmiva dužina perioda između hranidbe i mužnje ne bude kraća od 6 sati.

5. UTJECAJ HRANIDBE NA POJAVLJIVANJE MASTITISA

Prehrana ima važan utjecaj na imunost krava te samim time i na pojavljivanje upala mliječne žlijezde, tj. mastitisa. Sve bitne hranjive tvari, kao što su proteini, minerali i vitamini, dobivena energija, njihove koncentracije i način davanja obroka mogu utjecati na neki aspekt imunosne funkcije.

Dodaci prehrani kao što su vitamini i minerali koriste se za poboljšavanje imunosti te sprječavanje pojave mastitisa. U radu PATEL (2015.) utvrđen je izravan utjecaj dodataka prehrani, kao što su trinatrijev citrat, vitamin C (askorbinska kiselina), kurkuma, kalcij, fosfor, cink i bakar na prevenciju i liječenju mastitisa. Važnu ulogu u optimizaciji odgovora imunosnog sustava imaju selen i vitamini E koji imaju antioksidativna svojstva. U brojnim istraživanjima (WEISS i sur., 1990., 1997., BARKEMA i sur., 1998., DE VLIEGHER i sur., 2012.) dokazano je da selen i vitamin E pojačavaju fagocitnu aktivnost te su izravno povezani sa smanjenom pojavom mastitisa. Bakar također ima antioksidativne funkcije i može smanjiti pojavljivanje kliničkog mastitisa (HEINRICHS i sur., 2009.). Pomanjkanje bakra povezano je s umanjenom sposobnosti umnažanja imunosnih stanica, što dovodi do toga imunosnu obranu da prevladaju bakterije koje prouzroče mastitis. Cink je značajan za nespecifičnu urođenu liniju imunosne obrane, a sudjeluje u izgradnji epitelnih stanica kože i sluznice na sisi. Pomanjkanje cinka dovodi do smanjenog staničnog imunosnog odgovora. Vitamin A i β-karoten pomažu u održavanju zdravlje sluznice te također imaju antioksidativna svojstva (DE VLIEGHER i sur., 2012.).

U istraživanju XIE i sur. (2016.), hranidbom visoko koncentriranim obrocima primjećen je smanjen broj imunosnih stanica, što upućuje na važnost količine koncentrata u obroku te indirektni na zdravlje mliječne žlijezde.

Summers i sur. (2004.) dokazali su da hranidba krava *ad libitum* nakon suhostaja ne poveća rizik od kliničkog mastitisa, ali je povećava rizik od infekcije *Steptococcus uberis*. Uzročnik *Steptococcus uberis* izoliran je iz većeg broja inficiranih mliječnih žlijezda u krava hranjenih neograničenim obrocima, nego u krava hranjenih ograničenim obrocima. Također su otkrili da je 7. i 14. dana nakon zasušivanja više sisnih kanala bilo klasificirano kao otvoreno u neograničenom u usporedbi s ograničenom prehranom u krava (57% prema 43% četvrtina), međutim težine keratina sakupljenog iz sisnih kanala nisu se razlikovali s obzirom na prehrambene tretmane.

Smanjeni unos hranjivih tvari dovodi do negativne energetske bilance i posljedično tome do slabijeg gojnog stanja. Slabije gojno stanje može dovesti do metaboličkih poremećaja te imati izravan utjecaj na mliječnu žlijezdu. COMPTON i sur. (2007.) su dokazali da je u junica slabijeg gojnog stanja s povećanom koncentracijom ketonskih tijela u krvi postojao visok rizik od edema mliječne žlijezde, što dovodi do povećanog rizika od pojave kliničkog mastitisa. Rizik od pojave mastitisa povećava se i hranjenjem sijenom, silažom ili šećernom repom prije teljenja (WAAGE i sur., 1998., NYMAN i sur., 2009.), no utjecaj na rezultate istraživanja može uz samu prehranu imati i vrsta upravljanja uzgojem mliječnih krava.

Tijekom mastitisa kvaliteta mlijeka pada te su koncentracije kalcija, fosfora i kalija značajno manje, a koncentracije natrija, klorida i albumina značajno više nego u mlijeku iz zdrave mliječne žlijezde. Postotak proteinskih frakcija značajno se razlikuje između normalnog mlijeka i mastitisnog vimena. Mastitis prouzroči porast sadržaja imunoglobulina i albumina, dok se sadržaj α-laktalbumin, β-laktoglobulina i pre-albumina smanjuje u odnosu na mlijeko iz zdravih mliječnih žlijezda (BATAVANI i sur., 2007.).

6. ZAKLJUČCI

Hrana svojim sastavom, količinom kao i načinom prehrane izravno utječe na imunosni odgovor mliječne žlijezde na antigene iz okoliša, a time i na opći zdravstveni status te reproduktivne i produktivne pokazatelje mliječnih krava.

Nepravilnom prehranom možemo dovesti do slabljenja opće imunosti, a posebice zaštitne imunosti mliječne žlijezde i time omogućiti patogenim mikroorganizmima da nasele mliječnu žlijezdu. Unutar mliječne žlijezde patogeni mikroorganizmi prouzroče imunosni odgovor te prouzroče upalnu reakciju, tj. različite oblike mastitisa. Upalna reakcija u mliječnoj žlijezdi prouzroči poremećaj u sekreciji mlijeka, njegovom sastavu, fizikalnim svojstvima, a dolazi i do povećanja broja somatskih stanica što su pokazatelj higijenske neispravnosti i pada kvalitete mlijeka.

Pravilnom prehranom i dodatcima prehrani može se poboljšati imunosna zaštita mliječne žlijezde te time i njezino zdravlje, kao i zdravlje jedinke. Nadalje, pravilnom prehranom i dodatcima prehrani može se manipulirati i mliječnim komponentama te kvalitetom mlijeka. Naime, određena krmiva prouzroče promjene u organoleptičkim svojstvima mlijeka.

Suvremena mliječna industrija nastoji povećati mliječnosti u krava. To se može provesti prehranom te pravilnim menadžmentom stada tako da se omogući iskorištavanje punog potencijala krava u laktaciji i odabir visokoproduktivnih mliječnih krava.

7. SAŽETAK

UTJECAJ HRANE NA SASTAV I KVALITETU MLIJEKA TE POJAVLJIVANJE MASTITISA KOD MLIJEČNIH KRAVA

U ovom diplomskom radu opisan je utjecaj prehrane na lokalni imunosni odgovor mliječne žlijezde na infekcije bakterijske etiologije, kvalitetu mlijeka i pojavu mastitisa u mliječnih krava. Kako bi objasnili taj utjecaj prehrane ukratko je opisano funkcioniranje probavnog sustava mliječnih krava te fiziološke potrebe za hranom kroz period suhostaja i laktacije. Navedene su prehrambene potrebe u visokoproduktivnih mliječnih krava te su opisane mogućnosti manipulacije mliječnim komponenata pomoću hrane te utjecaj prehrane na imunosni sustav i imunosni status jedinke, a time i na lokalni imunosni zaštitni odgovor mliječne žlijezde. Također, opisane su anatomija i imunosni status zdrave mliječne žlijezde te je objašnjen način sekrecije mlijeka radi lakšeg prepoznavanja uvjeta za nastanak latentnog i kliničkog mastitisa. Navedeni su i objašnjeni kriteriji kvalitete, mlijeka kao što su sastav mlijeka i broj somatskih stanica u mlijeku. Nadalje, opisan je mastitis te njegovi uzročnici i klinički oblici. Na kraju navedeni su utjecaji različitih načina prehrane na sastav i kvalitetu mlijeka te na učestalost pojave mastitisa u mliječnih krava te su shodno tome izneseni i određeni zaključci.

Ključne riječi: hrana; imunost; mastitis; kvaliteta mlijeka; broj somatskih stanica

8. SUMMARY

INFLUENCE OF THE DIET ON MILK COMPOSITION AND QUALITY AND OCCURRENCE OF THE MASTITIS IN DAIRY COWS

In this diploma work influence of the diet on local immune response of mammary gland to infections of bacterial etiology, milk quality and incidence of mastitis in dairy cows was described. In order to explain such influence of the diet we have shortly also described functioning of digestive system of dairy cows and their physiological nutritional requirements during dry period and lactation. Nutritional requirements were mentioned in highly productive dairy cows and potential manipulations with milk components by nutrition were described. Also, the influence of diet on immune system and immune status of individual animal and along with that local immune protective response of mammary gland. In addition, we have described anatomy and immune status of healthy mammary gland and explained milk secretions in order to facilitate recognition of predisposing factors for occurrence of latent and clinical mastitis. The criteria of milk quality such as composition of milk and somatic cells count were also mentioned and explained. Furthermore, the mastitis was described, its causative agents and clinical forms. At the end we have mentioned the influence of different dietary regimes on composition and milk quality as well as on frequency of mastitis incidence in dairy cows, and thus particular conclusions were presented.

Key words: diet; immunity; mastitis; milk quality; somatic cells counts

9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam u Varaždinu, 27. prosinca 1993. godine. Pohađala sam II. Osnovna škola Varaždin u Varaždinu od 2000./ 2001. te je završila školske godine 2007./2008. Nakon osnovne škole, upisala sam Druga gimnazija Varaždin u Varaždinu, gdje sam pohađala smjer prirodoslovno-matematičke gimnazije od 2008./2009. do 2011./2012. kada sam maturirala. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisala sam akademske godine 2012./2013. Stručnu praksu sam odradila u Veterinarskoj ambulanti ”Veterinarska ambulanta Biškupec” 2018. godine.

10. LITERATURA

1. ALNAKIP, M. E., M. QUINTELA-BALUJA, K. BÖHME, I. FERNÁNDEZ, S. CAAMAÑO-ANTELO, P. CALO-MATA, J. BARROS-VELÁZQUEZ (2014): The Immunology of Mammary Gland of Dairy Ruminants between Healthy and Inflammatory Conditions. J. Vet. Med. Article ID 659801, 31 pages.
2. ANDREW, S. M., R. A. ERDMAN, D. R. WALDO (1995): Prediction of body composition of dairy cows at three physiological stages from deuterium oxide and urea dilution. J. Dairy Sci. 78, 1083-1095.
3. BAČIĆ, G. (2009): Dijagnostika i liječenje mastitisa u goveda. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagreb, Zagreb
4. BANK, U., S. ANSORGE (2001): More than destructive: neutrophilderived serine proteases in cytokine bioactivity control. J. Leukoc. Biol. 69, 197-206.
5. BARKEMA, H. W., Y. H. SCHUKKEN, T. J. G. M. LAM, M. L. BEIBOER, G. BENEDICTUS, A. BRAND (1998): Management practices associated with low, medium, and high somatic cell counts in bulk milk. J. Dairy Sci. 81, 1917-1927.
6. BATAVANI, R. A., S. ASRI, H. NAEBZADEH (2007): The effect of subclinical mastitis on milk composition in dairy cows. Iran J. Vet. Med. 8, 205-211.
7. BERTONI, G., A. MINUTI, E. TREVISI (2015): Immune system, inflammation and nutrition in dairy cattle. Anim. Prod. Sci. 55, 943-948.
8. CERGOLJ, A., A. TOMAŠKOVIĆ, Z. MAKEK, (1998): Pregled i mužnja vimena krave. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagreb, Zagreb.
9. CHAMBERLAIN, A. T., J. M. WILKINSON (1996): Feeding the Dairy Cow. Chalcombe Publications, Welton.
10. CLARK, J. H., D. K. BEEDE, R. A. ERDMAN, J. P. GOFF, R. R. GRUMMER, J. G. LINN, A. N. PELL, C. G. SCHWAB, T. TOMKINS, G. A. VARGA, W. P. WEISS (2001): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. The National Academies Press. Washington, D. C.
11. COMPTON, C. W. R., C. HEUER, K. I. PARKER, S. McDOUGALL (2007): Risk factors for peripartum mastitis in pasture-grazed dairy heifers. J. Dairy Sci. 90, 4171-4180.

12. ČAČIĆ, Z., S. KALIT, N. ANTUNAC, M. ČAČIĆ (2003): Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku. Mljekarstvo 53, 23-36.
13. DE VLIEGHER, S., L. K. FOX, S. PIEPERS, S. McDOUGALL and H. W. BARKEMA(2012): Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention, and control. J. Dairy Sci. 95, 1025-1040.
14. DOMAĆINOVIĆ, M. (1999): Hranidba goveda. U: Praktikum vježbi Hranidbe domaćih životinja. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet Osijek, 53-83.
15. DOMAĆINOVIĆ, M., Z. ANTUNOVIĆ, P. MIJIĆ, M. ŠPERANDA, D. KRALIK, M. ĐIDARA, K. ZMAIĆ (2008): Proizvodnja mlijeka. Naklada. Osijek.
16. Državni zavod za statistiku (2016): Proizvodnja mlijeka i mliječnih proizvoda u 2015.
17. Preuzeto s https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2016/01-01-27_01_2016.htm (19.2.2019.)
18. Državni zavod za statistiku (2018): Proizvodnja mlijeka i mliječnih proizvoda u 2017.
19. Preuzeto s https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-25_01_2018.htm (19.2.2019.)
20. FELDHOFER, S. (2010): Hranidba krava visoke muznosti. Zagraf ZT, Zagreb.
21. FORSBERG, N. E., Y. Q. WANG (2006): Nutrition and Immunity in Dairy Cattle: Implications to Hemorrhagic Bowel Syndrome. Proceeding, Mid-South Ruminant Nutrition Conference, 11-20.
22. GRBEŠA D. i D. SAMARŽIJA (1994): Hranidba i kakvoća mlijeka. Mljekarstvo 44, 119-132.
23. HAMAMDŽIĆ, M. i A: HODŽIĆ (2010): Predželudac. U: Fiziologija probave u domaćih životinja. Veterinarski fakultet Sarajevo, str. 55-76.
24. HAVRANEK, J., V. RUPIĆ (2003): Mlijeko od farme do mljekare. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
25. HEINRICHS, A. J., S. S. COSTELLO, C. M. JONES (2009): Control of heifer mastitis by nutrition. Vet. Microbiol. 134, 172-176.
26. HOBSON, P. N. (1969): Microbiology of Digestion in Ruminants and its Nutritional Significance. In: Nutrition of Animals of Agricultural Importance: The Science of Nutrition of Farm Livestock Pt. 1. (Cuthbertson, D. ed.) Pergamom Pres, Oxford/London. Pp. 59-85.

27. Hrvatska poljoprivredna agencija (2016.): Godišnje izvješće o uzgoju goveda za 2015. godinu. Preuzeto s http://hpa.mps.hr/publikacije-godisnja-izvjesca/ (19.2.2019.)
28. Hrvatska poljoprivredna agencija (2018.): Godišnje izvješće o uzgoju goveda za 2017. godinu. Preuzeto s http://hpa.mps.hr/wp-content/uploads/2018/06/GI-2017-govedarstvo.pdf (19.2.2019.)
29. JACOBS, J., A. HARGREAVES (2002): Feeding Dairy Cows. Third edition. Department of Natural Resources and Environment. Victorian State Government, Melbourne, Victoria, Australia
30. KARADJOLE M., M. KNEŽEVIĆ, M. BENIĆ, N. MAĆEŠIĆ, G. BAČIĆ, T. KARADJOLE, I. GETZ, D. ĐURIČIĆ i M. SAMARDŽIJA (2011): Učestalost pojedinih uzročnika mastitisa u Republici Hrvatskoj u 2008. i 2009. godini. Vet. stn. 42, 511-516.
31. MAĆEŠIĆ, N., G. BAČIĆ, K. BOŽIČEVIĆ, M. BENIĆ, T. KARADJOLE, N. PRVANOVIĆ BABIĆ, M. LOJKIĆ, M. EFENDIĆ, I. BAČIĆ, M. PAVLAK (2016): Assessment of the Zagreb mastitis test in diagnosis of subclinical mastitis in dairy cattle. Vet. arhiv 86, 475-485.
32. MARENJAK, T. S., N. POLJIČAK-MILAS, I. DELAŠ (2006): Biološki aktivne tvari u kravljem mlijeku i njihov učinak na zdravlje. Mljekarstvo 56, 119-137.
33. MAŠEK, T., V. ŠERMAN, Ž. MIKULEC, N. MAS, H. VALPOTIĆ (2005): Hranidba i postupak s mliječnim kravama u suhostaju. Krmiva 47, 127-135.
34. MURPHY, M. R. (1992): Water metabolism of dairy cattle. J. Dairy Sci. 75, 326-333.
35. NYMAN, A. K., U. EMANUELSON, A. H. GUSTAFSSON, K. PERSSON WALLER (2009): Management practices associated with udder health of first-parity dairy cows in early lactation. Prev. Vet. Med. 88, 138-149.
36. PATEL, R. K. (2016): Prevention and control of mastitis in bovines by feed supplements. The Blue Cross Book. 33, 116-119.
37. PAYNE, K. D., P. M. DAVIDSON, S. P. OLIVER (1990): Influence of bovine lactoferrin on the growth of Listeria monocytogenes. J. Food Protec. 53, 468-472.
38. Narodne novine (2017): Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 27/2017). Preuzeto s http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cro165463.pdf (19.2.2019.)
39. PINTIĆ, V. (2008): Hranidbene potrebe i obroci za mliječne krave: Normiranje potreba krava. U: MLEKO -Higijena mlijeka od krave do tržišta (V. Tomše-Đuranec, N. Krnjak,

I. Tumpej, A. Dakić, V. Pintić, D. Čuklić, T. Jelen, N. Pintić Pukec, M. Borčić, D. Stručić, D. Blažek, T. Horvat, I. Grgičin, Z. Đuričić ur.) Koprivničko-križevačka županija. str. 79-89.

40. RADOSTITS, O. M., C. C. GAY, W. HINCHCLIFF, P. D. CONSTABLE (2007): Mastitis. In: Veterinary Medicine. Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. 9th ed. (Radostits, O. M., C. C. Gay, W. Hinchcliff, P. D. Constable, eds.). Saunders Ltd. Philadelphia. Pp. 603-700.
41. RAINARD, P., C. RIOLLET (2006): Innate immunity of the bovine mammary gland. Vet. Res. 37, 369-400.
42. RODRIGUEZ-ZAS, S. L., D. GIANOLA, G. E. SHOOK (2000): Evaluation of models for somatic cell score lactation patterns in Holsteins. Livest. Prod. Sci. 67, 19-30.
43. RUPIĆ, V. (2010): Zaštita zdravlja domaćih životinja 3 - Fiziologija i patologija reprodukcije. Vlastito izdanje autora, Zagreb, str. 273-310.
44. SAITO, H., H. MIYAKAWA, S. SHIMAMURA, M. TOMITA (1991): Potent bactericidal activity of bovine lactoferrin hydrolysate produced by heat treatment at acidic pH. J. Dairy Sci. 74., 3724-3730.
45. SAMARŽIJA, D., J. LUKAČ, N. ANTUNAC (1991): Broj somatskih stanica i kvaliteta mlijeka. Mljekarstvo 41, 221-224.
46. SANTOS, J. E. P. (2002): Feeding for Milk Composition.
47. SCHINGOETHE, D. J. (1988): Nutrient needs during critical periods of the life cycle: effects of nutrition on fertility reproduction and lactation. In: The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. (Church, D. C. ed.) Prentice hall. 421-437.
48. SORDILLO, L. M. (2016): Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. J. Dairy Sci. 99, 1-16.
49. SPEARS, J. W. (2000): Micronutrients and immune function in cattle. Proc. Nutr. Soc. 59, 587-594.
50. SUMMERS, E. L., S. J. LACY-HULBERT, J. H. WILLIAMSON, B. P. SUGAR (2004): Influence of feeding level after drying off on incidence of mastitis and keratin plug formation in dairy cows. NZSAP 64, 48-52.

51. SUZUKI, T., K. YAMAUCHI, M. TOMITA, I. KIYASAWA, S. OKONGI (1989): Collaborative bacteriostatic activity of bovine lactoferrin with lysozyme against E. coli 0111. Agr. Biol. Chem. 53, 1705-1706.
52. VAN SAUN, R. J.,(1991.) Dry cow nutrition. The key to improving fresh cow performance. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 7, 599-620.
53. WAAGE, S., S. SVILAND, S. A. ODEGAARD (1998): Identification of risk factors for clinical mastitis in dairy heifers. J. Dairy Sci. 81, 1275-1284.
54. WEISS, W. P., J. S. HOGAN, K. L. SMITH, K. H. HOBLET (1990): Relationships among selenium, vitamin E, and mammary gland health in commercial dairy herds. J. Dairy Sci. 73, 381-390.
55. WEISS, W. P., J. S. HOGAN, D. A. TODHUNTER, K. L. SMITH (1997): Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows. J. Dairy Sci. 80. 1728-1737.
56. XIE, Z. L., J. ZHANG, D. M. ZHANG, J. F. LI, Y. H. LIN (2016): Effect of a high-concentrate diet on milk components and mammary health in Holstein dairy cows Genet. Mol. Res. 16 (1) doi: 10.4238/gmr16019204.