

# Kemijski sastav mlijeka, omjer mliječne masti i bjelančevina krava holštajnske pasmine u odnosu na proizvedenu količinu mlijeka

---

Zupčić, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:745130>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

**Ana Zupčić**

**KEMIJSKI SASTAV MLIJEKA, OMJER MLIJEČNE MASTI I  
BJELANČEVINA KRAVA HOLŠTAJSKE PASMINE U  
ODNOSU NA PROIZVEDENU KOLIČINU MLIJEKA**

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**VETERINARSKI FAKULTET**  
**KLINIKA ZA PORODNIŠTVO I REPRODUKCIJU**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Klinici za porodništvo i reprodukciju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod stručnim vodstvom mentora prof. dr. sc. Marka Samardžije i doc. dr. sc. Dražena Đuričića iz Veterinarske stanice Đurđevac.

**Predstojnik klinike:** prof. dr. sc. Marko Samardžija

**Mentori rada:** prof. dr. sc. Marko Samardžija

doc. dr. sc. Dražen Đuričić, Veterinarska stanica Đurđevac

**Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:**

1. doc. dr. sc. Ivan Folnožić
2. prof. dr. sc. Marko Samardžija
3. doc. dr. sc. Dražen Đuričić
4. izv. prof. dr. sc. Nino Maćešić (zamjena)

## **Zahvala**

*Zahvaljujem se mentorima prof. dr. sc. Marku Samardžiji i doc. dr. sc. Draženu Đuričiću iz Veterinarske stanice Đurđevac koji su svojim stručnim savjetima, vodstvom i susretljivošću omogućili izradu ovog diplomskog rada.*

*Neizmjereno hvala mojim prijateljima i kolegama koji su mi uljepšali studentski period.*

*Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima i bratu Nikši koji su mi pružali neizmjernu potporu i ljubav za vrijeme mog školovanja. Hvala vam što ste uvijek vjerovali u mene i poticali moje želje za napredovanjem.*

## **Popis tablica, slika i histograma**

Tablica 1. Prosječni sastav mlijeka

Tablica 2. Urea i bjelančevine ovisno o energetsom statusu krave

Tablica 3. Prosječni sastav lipida mliječne masti

Tablica 4. Promjene kemijskog sastava mlijeka u korelaciji s povećanim BSS

Tablica 5. Razvrstavanje mlijeka u razrede sukladno članku 17. Pravilnika o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka

Tablica 6. Evaluacija zdravstvenog stanja stada i broja somatskih stanica u mililitru uzorka mlijeka

Tablica 7. Ukupna i dnevna količina mlijeka, postotak mliječne masti, bjelančevina i laktoze, količina ureje, indeks mliječne masti i bjelančevina (IMB) te broj somatskih stanica (BSS) u krava holštajnske pasmine različite dnevne proizvodnje mlijeka (skupina A do 15 kg, skupina B od 15-25 kg i skupina C 25-35 kg mlijeka)

Tablica 8. Vrijednosti prosječne ukupne i dnevne količine mlijeka, postotka mliječne masti, bjelančevina i laktoze, količine ureje, indeksa mliječne masti i bjelančevina (IMB) te broja somatskih stanica (BSS) u krava holštajnske pasmine svrstanih u tri skupine (A, B i C) različitih prosječnih dnevnih količina mlijeka ( $M \pm S.E.M.$ )

Slika 1. Prikaz presjeka četvrti mliječne žlijezde i presjeka mliječne alveole

Slika 2. Holštajnsko-frizijsko govedo

Histogram 1. Grafički prikaz prosječnih vrijednosti mliječne masti i bjelančevina (%) u krava holštajnske pasmine svrstanih u tri skupine (A, B i C) prema prosječnoj dnevnoj proizvodnji mlijeka u 305 dana laktacije

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE.....	2
2.1. Važnost govedarstva u Hrvatskoj i svijetu .....	2
2.2. Mliječna žlijezda i fiziologija reprodukcije i laktacije u krava .....	2
2.3. Kemijski sastav mlijeka.....	4
2.3.1. Bjelančevine mlijeka.....	5
2.3.2. Mliječni šećer (laktoza).....	7
2.3.3. Mliječna mast.....	7
2.3.4. Anorganske soli .....	9
2.4. Omjer mliječne masti i bjelančevina .....	9
2.5. Somatske stanice i određivanje broja somatskih stanica u mlijeku.....	10
2.6. Holštajnsko-frizijska pasmina krava .....	12
3. MATERIJALI I METODE .....	14
4. REZULTATI.....	15
5. RASPRAVA.....	18
6. ZAKLJUČCI.....	20
7. LITERATURA.....	21
8. SAŽETAK.....	25
9. SUMMARY .....	26
10. ŽIVOTOPIS .....	27

# 1. UVOD

U svijetu je govedarstvo najznačajnija grana stočarstva i poljoprivrede. U Hrvatskoj govedarstvo sudjeluje u ukupnoj vrijednosti poljoprivredne proizvodnje s 32,5% (UREMOVIĆ i sur., 2002., GRGIĆ i sur., 2016.). Mliječno govedarstvo podrazumijeva iskorištavanje kapaciteta krava za proizvodnju mlijeka. Uz broj krava i steonih junica, broj krava po hektaru oranica i godišnjoj proizvodnji mesa po kravi, razvijenost govedarstva se iskazuje i godišnjom proizvodnjom mlijeka po kravi (UREMOVIĆ i sur., 2002.).

Holštajnsko-frizijska pasmina krava je najmliječnija pasmina rasprostranjena u gotovo čitavom svijetu. Prema podacima HPA (2019) mliječnost holštajnsko-frizijskih krava se kontinuirano povećava iz godine u godinu. U najboljim stadima holštajnske pasmine mliječnost se kretala od 8.376 do 12.584 kg mlijeka s udjelima mliječne masti od 4,0 do 4,9 % i bjelančevina od 3,2 do 3,5 %.

Laktacija je hormonalno potaknut fiziološki proces koji podrazumijeva proizvodnju mlijeka u razdoblju od teljenja do zasušenja krave (UREMOVIĆ i sur., 2002.). U mliječnim krava dobre plodnosti laktacija traje 305 dana, dok je idealno vrijeme suhostaja između 51 do 60 dana (BACHMAN i SCHAIRER, 2003.).

Proizvodnja i sastav mlijeka su rezultat dinamičkih interakcija između životinje, hrane i okoliša (GRBEŠA i SAMARŽIJA, 1994.). Na kemijski sastav mlijeka utječe čitav niz faktora poput: dobi životinje, pasmine, individualnih osobina jedinke, stadija laktacije, načina hranidbe, zdravstvenog stanja krava i zdravstvenog stanja mliječne žlijezde (HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

Svrha i cilj provedenog istraživanja bio je istražiti korelaciju između proizvedene dnevne i ukupne količine mlijeka (u 305 dana laktacije) na kemijski sastav mlijeka (mliječna mast, bjelančevine, laktoza i ureja) i omjer mliječne masti i bjelančevina u krava holštajnske pasmine.

## 2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE

### 2.1. Važnost govedarstva u Hrvatskoj i svijetu

Govedarstvo je u svijetu najvažnija grana stočarstva i poljoprivrede (UREMOVIĆ i sur., 2002.). U Hrvatskoj je prema udjelu u vrijednosti ukupne stočarske proizvodnje govedarstvo zastupljeno s 32,5% (GRGIĆ i sur., 2016.).

Prema Godišnjem izvješću o stanju uzgoja goveda u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu ukupna populacija krava svih pasmina krajem 2018. godine bilježi 155.960 grla što je u odnosu na prethodnu godinu manje za 2,86 %. U istoj godini zabilježeno je po gospodarstvu prosječno 6,79 krava, a prosječna veličina stada u zadnjih 5 godina porasla je za 11,14 %, što prati i povećanje količine mlijeka u standardnoj laktaciji (HPA, 2019.).

Holštajnska pasmina krava je najmliječnija pasmina te prema brojnosti druga najzastupljenija pasmina u Republici Hrvatskoj. Uzgojno područje su obično velike poljoprivredne površine u istočnom dijelu Hrvatske (UREMOVIĆ i sur., 2002., HPA, 2019.).

Na području Republike Hrvatske mliječnost holštajnskih krava po grlu povećava se kontinuirano iz godine u godinu, a 2018. godine prosječna mliječnost u standardnoj laktaciji iznosila je 8.001 kg mlijeka, što je porast od 10,51 % u odnosu na 2014. godinu (HPA, 2019.).

U najboljih stada holštajnske pasmine zabilježene su vrijednosti mliječnosti od 8.376 do 12.584 kg mlijeka s udjelom mliječne masti od 4,0 % do 4,9 % i bjelančevina od 3,2 % do 3,5% (HPA, 2019.).

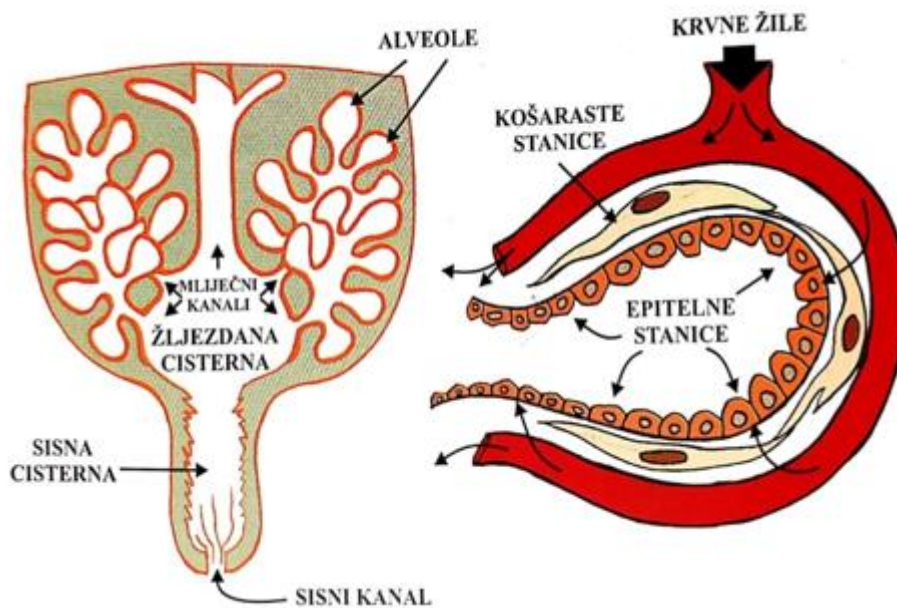
Prema podacima Food and Agriculture Organization of the United Nations očekuje se porast svjetske proizvodnje mlijeka za 1,7 % godišnje tijekom sljedećih 10 godina. Predviđa se da će Europska unija, drugi najveći svjetski proizvođač mlijeka, imati sporiji rast s obzirom na neznatni porast domaće potražnje i malog izvoza (FAO, 2019.).

### 2.2. Mliječna žlijezda i fiziologija reprodukcije i laktacije u krava

Mliječna žlijezda ili vime (lat. *mamma*, -ae, f.) je specijalizirana kožna žlijezda u kojoj se stvara mlijeko. Na temelju histološke građe riječ je o modificiranim znojnim žlijezdama egzokrinog tubuloalveolarnog tipa. Četvrtine mliječne žlijezde se sastoje od potpuno odvojenog žlijezdanog dijela i kanalskog sustava i ne komuniciraju međusobno. Izvana su obavijene



tankom kožom. Najveći dio svake četvrti čini žljezdano tkivo koje sadrži alveole, osnovne funkcionalne jedinice vimena. Mliječne alveole se sastoje od bazalne membrane, kontraktilnih mioepitelnih stanica i sloja žljezdanog epitela. Jedna skupina alveola čini režnjić ili *lobulus*, a više režnjića zajedno čini jedan *lobus* ili režanj. Intralobularni kanali sjedinjuju se u interlobularne kanale koji se proširuju i odlaze u mliječnu cisternu ili *sinus lactiferi*, a ona se sastoji od žljezdane i sisne cisterne. Intersticij povezuje i obavija žlijezdano tkivo i ispunjen je krvnim žilama i živcima (HAVARNEK i sur., 2003., DOMAĆINOVIĆ i sur., 2008.).



**Slika 1.** Prikaz presjeka četvrti mliječne žlijezde i presjeka mliječne alveole (Izvor: [http://www.holsteinfoundation.org/pdf\\_doc/workbooks/Milking\\_Lactation\\_Workbook.pdf](http://www.holsteinfoundation.org/pdf_doc/workbooks/Milking_Lactation_Workbook.pdf))

Krave su poliestrične i uniparne životinje s kontinuiranom izmjenom faza spolnog ciklusa koje prekidaju gravidnost, laktacija te različita patološka stanja. Spolna zrelost u krava nastupa otprilike između 9 i 12 mjeseca života (ABREU i sur., 2018., TOMAŠKOVIĆ i sur., 2007.).

Graviditet u krava traje između 270 do 292 dana, a duljina trajanja graviditeta varira ovisno o broju plodova, pasmini i spolu fetusa (FULLER i FIRST, 1983.). FOOTE (1981.) navodi kako pasmina, blizanačka gravidnost, broj teljenja krave, spol fetusa te doba dana kada se gonjenje javilo imaju utjecaj na dužinu trajanja gravidnosti. Prema rezultatima istraživanja ZOBEL i sur. (2011.) u holštajn-frizijske pasmine krava prosječno trajanje gravidnosti iznosilo je 283,04 dana.

Laktacija je fiziološki proces koji podrazumijeva proizvodnju mlijeka u periodu od teljenja do zasušenja krave (UREMOVIĆ i sur., 2002.). U mliječnim krava dobre plodnosti laktacija traje 305 dana, dok se smatra da je idealno vrijeme suhostaja iznosi između 51 do 60 dana (BACHMAN i SCHAIRER, 2003.) Laktogeneza započinje nekoliko dana prije porođaja, a kako bi se osigurala dostatna količina proizvedenog mlijeka za pomladak, procesi laktogeneze i galaktopoeze (održavanje laktacije) moraju biti kontinuirano usklađeni s redovitim izmuzivanjem mliječne žlijezde (PARK i LINDBERG, 2004., ARTNIK i sur., 2017.). Proces izmuzivanja je reguliran brojem i aktivnošću sekretornih stanica mliječnih alveola, što je povezano s fiziološkim stanjem i radom endokrinog sustava. Adekvatnom stimulacijom mliječne žlijezde otpušta se hormon oksitocin, hormon hipofize, koji prouzroči kontrakciju alveola i otpuštanje mlijeka (ARTNIK i sur., 2017.).

Pred završetak graviditeta dolazi do pada koncentracije progesterona zbog regresije žutog tijela te posljedični porast koncentracije prolaktina u krvi. Prolaktin je hormon laktacije koji s glukokortikoidima, od kojih je najznačajniji kortizol, osigurava primarni stimulans za laktogenezu (PARK i LINDBERG, 2004.). Prolaktin je važan za biokemijsku i strukturalnu diferencijaciju stanica žljezdanog parenhima što utječe na količinu proizvedenog mlijeka, udio laktoze te udio mliječne masti u mlijeku. Hormon rasta (GH), djelujući preko inzulinu sličnog čimbenika rasta 1 (IGF-1) ima galaktopoetično djelovanje u mliječnim pasmina krava. Uz GH za održavanje laktacije važni su tireostimulirajući hormon (TSH), adrenokortikotropni hormon (ACTH), paratireoidni hormon (PTH) i inzulin (ARTNIK i sur., 2017.).

Vrhunac količine izlučenog mlijeka (laktacije) u krave dostiže 1 do 2 mjeseca nakon porođaja, što je posljedica proliferacije i pojačane aktivnosti sekretornih stanica mliječnih alveola (PARK i LINDBERG, 2004.). Nakon što krava postigne punu laktaciju postupno dolazi do regresije i involucije vimena uz posljedično smanjenje proizvodnje mlijeka. U krava se proizvodnja mlijeka smanjuje za 6-10 % mjesečno, a u prvotelki za 5-6 % mjesečno (BAČIĆ, 2009.).

### 2.3. Kemijski sastav mlijeka

Mlijeko je tekućina složenog i promjenjivog sastava na koju utječe čitav niz čimbenika poput: dobi životinje, pasmine, individualnih osobina jedinke, stadija laktacije, načina hranidbe, zdravstvenog stanja krava i zdravstvenog stanja mliječne žlijezde (HAVRANEK i RUPIC, 2003.). Proizvodnja i sastav mlijeka su rezultat dinamičkih interakcija između životinje, hrane i okoliša (GRBEŠA i SAMARŽIJA, 1994.). Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog

mlijeka (NN 27/2017, NN 29/2018) kravlje mlijeko mora udovoljavati sljedećim zahtjevima kakvoće:

- da sadrži najmanje 3,2 %, a najviše 5,5 % mliječne masti
- da sadrži najmanje 3,0 %, a najviše 4 % proteina
- da sadrži najmanje 8,5 % suhe tvari bez masti
- da mu je gustoća od 1,028 do 1,034 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20 °C
- da mu je kiselinski stupanj od 6,6 do 6,8 °SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,7
- da mu točka ledišta nije viša od -0,517 °C
- da mu je rezultat alkoholne probe sa 72 % etilnim alkoholom negativan.

Prema istom Pravilniku sirovo mlijeko mora potjecati od muznih životinja u kojih je do porođaja najmanje 30 dana, ili je od porođaja prošlo više od osam dana. Sirovo mlijeko mora imati svojstven izgled, boju, miris i okus.

Kravlje mlijeko čini voda i suha tvar koja se sastoji od mliječne masti, bjelančevina, laktoze te pepela (anorganskih soli). Odnos sastojaka u mlijeku je nestalan i varira ovisno o genetskim, okolišnim te fiziološkim čimbenicima, pri čemu kemijski sastav mlijeka pojedinih krava znatnije varira nego sastav skupnog mlijeka određenog područja (TRATNIK, 1998.).

**Tablica 1.** Prosječni sastav mlijeka (HAVARNEK i RUPIC, 2003.)

<i>Sastojci</i>	<i>Udio sastojaka (%)</i>
Voda	87
Bjelančevine	3-4
Masti	3,5-5,0
Laktoza	4,5-5,0
Pepeo (anorganske soli)	0,75

### 2.3.1. Bjelančevine mlijeka

U ukupnom udjelu dušičnih tvari u mlijeku bjelančevine čine 95 % (PN), a neproteinske dušične tvari 5 %. (NPN). U neproteinske dušične tvari ubrajaju se: mali peptidi, slobodne aminokiseline, aminošećeri, urea, kreatin, ureinska kiselina i amonijak. Bjelančevine kravljeg mlijeka dijele se u dvije skupine: kazeinski kompleks, prisutan kao koloidna suspenzija i

bjelančevine sirutke, prisutne u mlijeku kao otopina (KOZAČINSKI i sur., 2015.). Protokom krvi kroz mliječnu žlijezdu žljezdane stanice crpe aminokiseline i bjelančevine iz krvi za sintezu bjelančevina mlijeka.

Kazein čini 80 % ukupne količine proteina u mlijeku, a relativan omjer proteina sirutke i kazeina varira ovisno o stadiju laktacije. Kazeinski kompleks je fosfoprotein koji se sastoji od nekoliko frakcija:  $\alpha$ S1,  $\alpha$ S2,  $\beta$ ,  $\gamma$ , i k kazein te se u mlijeku nalazi u obliku micela. Promjenjive je aminokiselinske građe (FELDHOFER i VAŠAREVIĆ, 1998.). Najzastupljeniji proteini sirutke su  $\alpha$ -laktalbumini i  $\beta$ -laktoglobulini, proizvodi mliječne žlijezde. Manje količine proteina potječu iz krvi, a čine ih imunoglobulini i protutijela. Bjelančevine sirutke su u znatno većoj količini neposredno nakon teljenja i pred kraj laktacije, što prati povećana razina krvnih bjelančevina (VARNAM i SUTHERLAND, 1994., HAVARNEK i RUPIC, 2003.).

Brojnim istraživanjima je ustanovljeno da je koncentracija ureje u mlijeku važan indikator opskrbljenosti krava bjelančevinama i energijom te odnosa bjelančevina-energija. Ureja u mlijeku se uzima kao signal kod potencijalnih problema u hranidbi krava (ČUKLIĆ i sur., 2004.). U svom istraživanju DIRKSEN (1994.) objašnjava povezanost ureje i proteina u mlijeku krava ovisno o opskrbljenosti krava energijom.

**Tablica 2.** Ureja i bjelančevine ovisno o energetsom statusu krave (DIRKSEN, 1994.)

Ureja u mlijeku mmol/L	Proteini (%)	Omjer proteini/energija
↑	↓	Nedostatak energije
↑	↑	Suvišak proteina
↑↑	↓	Nedostatak energije-suvišak proteina
↑↑	↑	Suvišak energije-suvišak proteina

### 2.3.2. Mliječni šećer (laktoza)

Mliječni šećer ili laktoza je disaharid sastavljen od molekula  $\alpha$ -d-glukoze i  $\beta$ -d-galaktoze. Koncentracija šećera u mlijeku je 80 puta veća nego u krvi, jer pri svakom protoku krvi kroz mliječnu žlijezdu, žljezdane stanice zadržavaju 20 % krvnog šećera-glukoze.

Glukoza se u goveda sintetizira u jetri procesom glukoneogeneze iz propionske i mliječne kiseline. Ta glukoza se iskorištava u žljezdanim stanicama vimena za proizvodnju laktoze. Sinteza laktoze se odvija ravnomjerno za vrijeme čitavog razdoblja laktacije i njezina prosječna vrijednost u kravljem mlijeku se zadržava na razini od 4,7 % (HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

Laktoza je glavna osmotski aktivna komponenta u zdravim četvrtima (BRUCKMAIER i sur., 2004.). Ukoliko se opskrbljenost glukozom žljezdanih stanica vimena poremeti, poremetit će se i sinteza laktoze. Upalni procesi u parenhimu rezultiraju i do 20 % smanjenom sintezom mliječnog šećera. Praćenjem razine laktoze u mlijeku mogli bi se otkriti prvi znaci poremećaja sinteze mliječnog šećera koji se dovode u vezu s razvojem supkliničkog oblika mastitisa. Najniža fiziološka razina laktoze potječe od krava u kasnoj laktaciji (VARNAM i SUTHERLAND, 1994.).

### 2.3.3. Mliječna mast

Mliječna mast je glavni energetske sastojak mlijeka. Utječe na njegov ugodan okus, aromu, konzistenciju i teksturu. Ona se sastoji uglavnom od triacilglicerola s malom količinom diacil i monoacilglicerola. Sastojci kao što su vitamini topivi u mastima (A, D, E i K), sastojci arome i karotenoidni pigmenti se nalaze u malim količinama, ali su važni pri određivanju energetske vrijednosti mlijeka (KOZAIČINSKI i sur., 2015.) Mliječna mast se sintetizira ili iz novo sintetiziranih masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi ili iz masnih kiselina u krvi (GRBEŠA i SAMARŽIJA, 1994.) U mliječnoj žlijezdi se mliječna mast sintetizira ponajprije iz octene kiseline, a sintezi doprinose i ostale hlapljive masne kiseline i kiseline dužih lanaca podrijetlom iz predželudaca krava, nastale mikrobnom razgradnjom ugljikohidrata i sirove vlaknine. Masne kiseline dužih lanaca su podrijetlom iz masnog tkiva ili su krvlju iz jetre prenesene u vime. Od zasićenih masnih kiselina dominira palmitinska, a od nezasićenih oleinska masna kiselina. (HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

Koncentracija mliječne masti se u vimenu različito raspoređuje. U alveolarnom mlijeku njezina koncentracija je 10 % i više, dok se u mlijeku iz cisterne nalazi oko 1 % masti. Potpunim

izmuzivanjem mliječne žlijezde sva se mast izluči iz vimena i sadrži 2,5-8 % mliječne masti, ovisno o razdoblju mužnje.

U odnosu na druge sastojke mliječna mast je relativno stabilna zbog veće količine zasićenih masnih kiselina i tokoferola, prirodnog antioksidansa. Omjer mliječne masti i bjelančevina značajan je zbog procjene hranidbenog statusa i otkrivanja metaboličkih poremećaja. (JOVANOVAČIĆ i sur., 2007.).

**Tablica 3.** Prosječni sastav lipida mliječne masti (MÅNSSON, 2008.)

<i>Lipid</i>	<i>Ukupni udio (%)</i>
Triacilgliceroli	98
Diacilgliceroli	2
Kolesterol	0,5
Fosfolipidi	1
Slobodne masne kiseline	0,1
Liposolubilni vitamini, ugljikovodici	U tragovima

Sastav i količina masnih kiselina ovisi o:

- hranidbi
- vanjskoj temperaturi
- vremenu proteklom od posljednje mužnje
- trajanju i broju mužnji
- stadiju laktacije
- zdravlju, starosti i kondiciji krave
- zdravstvenom stanju mliječne žlijezde
- genetskim čimbenicima

Postotak mliječne masti je u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom octene i maslačne kiseline iz voluminozne hrane, dok je u negativnoj korelaciji s propionskom kiselinom iz koncentrata. Temperatura zraka ispod 10 °C povećava postotak mliječne masti, dok rast temperature snižava njen postotak. Neravnomjeran razmak između mužnji, nepotpuno izmuzivanje i dvokratna mužnja utječe na smanjenu količinu mliječne masti. U suhostaju nakon teljenja postotak mliječne masti je nizak, a zatim raste. Metabolički poremećaji, bolesti vimena i loša kondicija doprinose značajno manjem udjelu masti. Visokomliječne pasmine imaju niži postotak mliječne masti u odnosu na krave s nižim kapacitetom za mliječnost (UREMOVIĆ i sur., 2002.).

#### 2.3.4. Anorganske soli

U mlijeku se nalaze mineralne soli u istom sastavu kao i serumu, ali u različitoj koncentraciji. Mineralne soli se prema udjelu dijele na mikroelemente i makroelemente, a u mlijeku ih je identificirano 40 (TRATNIK, 1998.). U mlijeku se nalazi značajno više kalija, kalcija i fosfora nego u krvnom serumu zbog aktivnog crpljenja minerala iz krvi. Ukoliko u obroku nedostaju dovoljne količine minerala, krava iskorištava vlastite zalihe koje mobilizira iz kostiju. Minerali su obično vezani za kazein i za slabo topive fosfatne soli te zbog toga nemaju utjecaj na osmotski tlak u mlijeku. Mlijeko sadrži manju koncentraciju natrija i klorida za razliku od krvi. Pri upali parenhima mliječne žlijezde, žljezdane stanice gube sposobnost odstranjivanja natrija što rezultira senzoričkim promjenama u mlijeku i ono postaje slano. Mlijeko je siromašno željezom i bakrom (HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

#### 2.4. Omjer mliječne masti i bjelančevina

Optimalan omjer mliječne masti i bjelančevina je 1,2-1,4 (ČEJNA i CHLÁDEK, 2005.). Omjer mliječne masti i bjelančevina viši od 1,5 ukazuje na disbalans u obroku, odnosno višak sirove vlaknine (BABNIK i sur., 2004.). Na početku laktacije, kada su povećane energetske potrebe, a nisu kompenzirane adekvatnom hranidbom, najučestalije je taj omjer viši od 1,5 kada dolazi do mobilizacije tjelesnih masnih rezervi. U visoko proizvodnih krava taj omjer je često povećan (JOVANOVAČ i sur., 2007.). Omjer mliječne masti i bjelančevina manji od 1,1 sugerira manjak sirove vlaknine u obroku. RICHARDT (2004.) je ustvrdio da omjer manji 1,1 indicira acidozu buraga, a omjer M/B veći 1,5 supkliničku ketozu.

## 2.5. Somatske stanice i određivanje broja somatskih stanica u mlijeku

Leukociti i odljuštene epitelne stanice mliječnih kanala čine somatske stanice. Većinom su to leukociti, važan obrambeni mehanizam organizma, dok stanice keratinskog sloja i odljuštene sekretorne stanice iz alveola čine 1-7 % broja somatskih stanica (BAČIĆ, 2009.).

Supkliničke infekcije vimena karakterizirane su smanjenom proizvodnjom i alteriranim kemijskim sastavom mlijeka (BRUCKMAIER i sur., 2004.). Promjene u kemijskom sastavu mlijeka krave oboljele od mastitisa su brojne.

**Tablica 4.** Promjene kemijskog sastava mlijeka u korelaciji s povećanim BSS (HARMON, 1994.)

<i>Sastojak</i>	<i>Mlijeko s fiziološkim BSS (%)</i>	<i>Mlijeko s visokim BSS (%)</i>
Suha tvar bez masti	8,9	8,8
Mliječna mast	3,5	3,2
Laktoza	4,9	4,4
Ukupne bjelančevine	3,61	3,56
Natrij	0,057	0,105
Kloridi	0,091	0,147
Kalij	0,173	0,157
Kalcij	0,12	0,04

Nekoliko sati nakon infekcije patogenim mikroorganizmom, broj somatskih stanica (BSS) u mlijeku raste kao odgovor na medijatore upale (SCHMITZ i sur., 2004.). Izuzev povećanja BSS kao rezultat intramamarnе infekcije, poznati su i drugi razlozi povećanja broja somatskih stanica u mlijeku kao što su udarac u vime, stres različitog podrijetla, slaba kondicija i starost krave (BAČIĆ, 2009.).

U okviru fizioloških vrijednosti BSS može varirati ovisno o stadiju laktacije, pasmini krave, dobi krave, spolnom ciklusu, hranidbi, načinu držanja krave te geografskom području i godišnjem dobu. U kolostrumu nalazimo BSS iznad milijun, dok u krava muzara u mililitru mlijeka nalazimo oko 200.000 somatskih stanica. U starijih krava povećan je BSS kao i tijekom estrusa te naglih promjena obroka i načina držanja. Visokomliječne pasmine krava zbog velike fiziološke opterećenosti i smanjene otpornosti organizma pokazuju veću sklonost oboljenju od



mastitisa. U holštajnskih krava BSS je najviši na početku laktacije. Geografsko područje i godišnje doba su usko povezani s hranidbom. U ljetnom periodu hrana je kvalitetnija, a krave su u boljoj tjelesnoj kondiciji te je BSS je u mlijeku najmanji. (HAVRANEK i RUPIC, 2003., ČAČIĆ i sur., 2003.).

U Hrvatskoj je Pravilnikom o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 27/2017, 29/2018) uređeno razvrstavanje mlijeka u razrede prema broju mikroorganizama i broju somatskih stanica. Navedena vrijednost nije gornja fiziološka vrijednost somatskih stanica u zdravoj mliječnoj žlijezdi već proizlazi iz mljekarsko-tehničkih i ekonomskih razloga (HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

**Tablica 5.** Razvrstavanje mlijeka u razrede sukladno članku 17. Pravilnika o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 27/2017, 29/2018)

<i>Vrsta mlijeka</i>	<i>Razred</i>	<i>Mikroorganizmi u 1 ml</i>	<i>Somatske stanice u 1 ml</i>
<b>Mlijeko</b>	1	≤ 100.000	≤ 400.000
	2	> 100.000	> 400.000

**Tablica 6.** Evaluacija zdravstvenog stanja stada i broja somatskih stanica u mililitru uzorka mlijeka (MAJIĆ, 1989.)

<i>BSS u ml skupnog uzroka mlijeka</i>	<i>Procjena zdravstvenog stanja stada</i>
do 200.000	bez mastitisa, pojedinačni slučajevi poremećene sekrecije
200.000 - 350.000	mali broj krava s mastitisom
350.000 - 500.000	veći broj krava s mastitisom
više od 500.000	veliki broj krava s mastitisom, problematično stado

Broj somatskih stanica se određuje zbog:

- redovne kontrole i otkrivanja supkliničkih upala
- postavljene sumnje na supkliničku upalu
- kontrole zdravlja vimena prije suhostaja
- kontrole zdravlja vimena prije izlaska krave iz porodilišta
- kontrole terapijskog učinka lijeka
- osiguranja pri kupoprodaji krava
- pomoć u ocjeni učinkovitosti različitih postupaka koji se koriste u programima smanjenja broja somatskih stanica

Broj somatskih stanica u mlijeku se može odrediti orijentacijskom metodom brzog mastitis-testa (Zagrebački mastitis-test (ZMT) ili California Mastitis Test (CMT)), metodom mikroskopskog brojenja stanica po Prescott-Breedu i metodom fluoro-opto-elektronskog brojenja. (HAVRANEK i RUPIC, 2003., BAČIĆ, 2009.).

## 2.6. Holštajnsko-frizijska pasmina krava

Holštajnsko-frizijska krava je najmliječnija pasmina krava na svijetu čija je primarna namjena proizvodnja mlijeka. Nastala je selekcijom u USA od crnošare istočno frizijske pasmine. U većini zemalja holštajnsko-frizijska pasmina čini osnovu govedarske proizvodnje.

Boja njene dlake je crno bijela s bijelim repom i donjim dijelovima nogu. Krave su obično visoke 145 cm, a teške 650-700 kg. Tipične su mliječne konstitucije i zahtijevaju odgovarajuće uvjete držanja i kvalitetnu hranidbu. Zbog izraženog kostura i sekundarnih mliječnih karakteristika zovu ga "uglatim" govedom. Proizvodni kapacitet za mliječnost iznosi 7.000-10.000 i više kg. Proizvodni vijek im je relativno kratak zbog izuzetno intenzivnog iskorišavanja, u prosjeku tri do četiri godine.

Unutar holštajnsko-frizijskih krava postoje dva genotipa prema boji. Uz crno bijeli genotip javlja se i crveno bijeli (engl. Red holstein) u 1 % slučajeva.

U odnosu na simentalsku pasminu u proizvodnji mesa daje slabe rezultate zbog ranijeg zamašćivanja, niskog prirasta i lošije konverzije hrane te zbog toga u proizvodnji mesa ima sekundarano značenje.

Holštajnsko-frizijsko govedo je podložno neplodnosti, upali mliječne žlijezde i visokom remontu (30%) (UREMOVIĆ i sur., 2002.).



**Slika 2.** Holštajnsko-frizijsko govedo (Izvor: HPA)

### 3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno na 24 muzne krave holštajnske pasmine starih 2-5 godina na obiteljskom gospodarstvu u mjestu Čepelovac, općina Đurđevac u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Uzorci su sakupljeni od krava odabranih slučajnim odabirom s farme muznih krava prema prosječnoj dnevnoj količini mlijeka. Krave su raspoređene u tri skupine prema dnevnoj prosječnoj količini proizvedenog mlijeka (DKM): skupina A krave <15 kg DKM (n=8), skupina B 15-25 kg DKM (n=8) i skupina C  $\geq$ 25 kg DKM (n=8).

Kemijski sastav (mliječna mast, bjelančevine, laktoza i ureja) određivani su u Središnjem laboratoriju za kontrolu mlijeka u Križevačkoj Poljani tijekom redovite kontrole mlječnosti, a broj somatskih stanica je određivan u Laboratoriju za mastitise i kakvoću mlijeka u Hrvatskom veterinarskom institutu, Zagreb.

Svi rezultati su obrađeni statističkom metodom ANOVA i Tukeyevim testovima post-hoc rasčlambe. Srednje vrijednosti i standardne pogreške srednje vrijednosti prosječne dnevne i ukupne količine mlijeka (u 305 dana laktacije), postotak mliječne masti, bjelančevina i laktoze, količina ureje, indeks masti i bjelančevina (IMB) i broj somatskih stanica (BSS) u mL mlijeka prikazani su u tablicama i grafikonima. Statistički značajnima smatrani su rezultati s  $P < 0,05$ .

## 4. REZULTATI

**Tablica 7.** Ukupna i dnevna količina mlijeka, postotak mliječne masti, bjelančevina i laktoze, količina ureje, indeks mliječne masti i bjelančevina (IMB) te broj somatskih stanica (BSS) u krava holštajnske skupine različite dnevne proizvodnje mlijeka (skupina A do 15 kg, skupina B od 15-25 kg i skupina C 25-35 kg mlijeka)

SKUPINA	broj krave	ukupna kol. mlijeka (kg) 305dana	dnevna kol. mlijeka (kg)-DKM	mm %	bjel. %	lakt. %	ureja mg/100 mL	IMB	BSS
A	1.	3416	11,2	5,69	4,08	4,36	6	1,39	160000
	2.	4423	14,5	4,87	4,7	4,35	13	1,04	152000
	3.	3965	13,0	4,51	4,06	4,3	19	1,11	59000
	4.	4209	13,8	5,39	4,57	4,38	12	1,17	132000
	5.	4484	14,7	5,87	4,06	4,51	17	1,44	97000
	6.	3752	12,3	5,11	4,55	4,26	21	1,12	81000
	7.	4331	14,2	5,23	3,70	4,62	9	1,41	29000
	8.	4453	14,6	6,33	4,48	4,33	11	1,41	67000
B	9.	5856	19,2	4,33	3,90	4,41	12	1,11	130000
	10.	6832	22,4	4,66	3,56	4,68	18	1,31	31000
	11.	7137	23,4	5,11	3,73	4,06	21	1,37	190000
	12.	6131	20,1	4,44	2,94	4,31	18	1,51	173000
	13.	7046	23,1	3,19	3,02	4,64	22	1,06	74000
	14.	5277	17,3	4,29	3,63	4,56	14	1,18	69000
	15.	5826	19,1	5,52	3,90	4,33	11	1,42	145000
	16.	7107	23,3	4,04	3,78	4,63	11	1,07	61000
C	17.	7747	25,4	4,21	2,71	4,58	20	1,56	239000
	18.	8083	26,5	4,38	2,89	4,54	22	1,52	161000
	19.	8357	27,4	3,81	2,87	4,65	12	1,33	48000
	20.	7869	25,8	3,06	2,43	4,45	12	1,26	97000
	21.	10584	34,7	2,60	2,95	4,77	7	0,88	117000
	22.	8815	28,9	3,87	3,27	4,55	15	1,18	244000
	23.	9242	30,3	3,84	3,00	4,53	11	1,28	179000
	24.	8296	27,2	3,70	3,69	4,68	14	1,00	101000

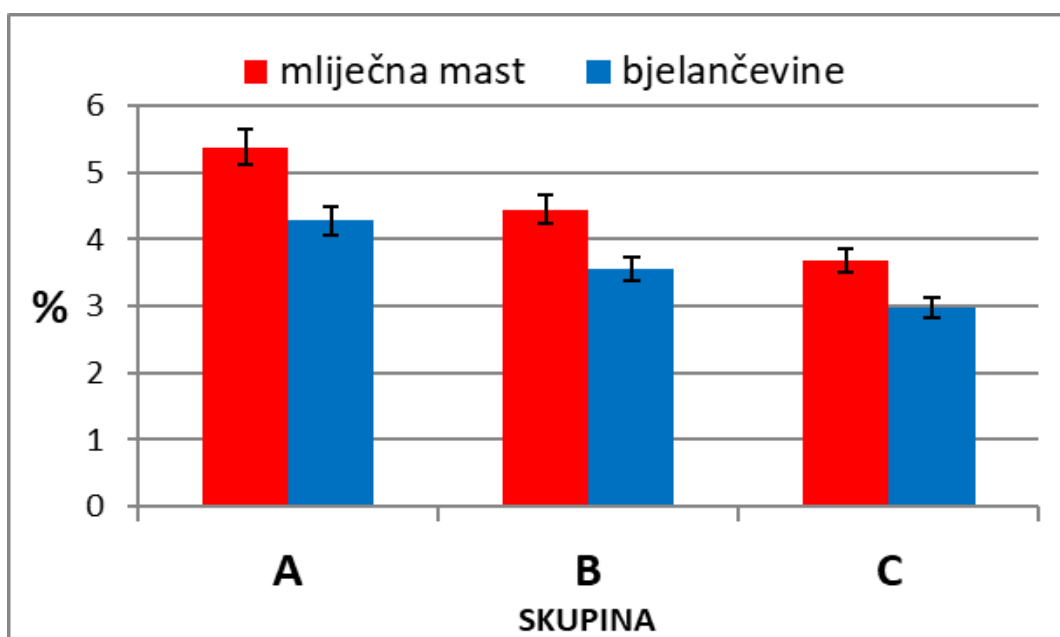
**Tablica 8.** Vrijednosti prosječne ukupne i dnevne količine mlijeka, postotka mliječne masti, bjelančevina i laktoze, količine ureje, indeksa mliječne masti i bjelančevina (IMB) te broja somatskih stanica (BSS) u krava holštajnske skupine svrstanih u tri skupine (A, B i C) različitih prosječnih dnevnih količina mlijeka (M±S.E.M.)

pokazatelj/skupina	A <15 kg mlijeka n=8	B 15-25 kg mlijeka n=8	C ≥25 kg mlijeka n=8
	DKM** (kg)	13,54±1,03 <sup>a</sup>	20,99±2,06 <sup>b</sup>
UKM* (kg)	4129,13±313,59 <sup>a</sup>	6401,5±629 <sup>b</sup>	8624,13±692,16 <sup>c</sup>
mliječna mast %	5,38±0,45 <sup>a</sup>	4,45±0,49 <sup>b</sup>	3,68±0,43 <sup>c</sup>
bjelančevine %	4,28±0,30 <sup>a</sup>	3,56±0,29 <sup>b</sup>	2,98±0,26 <sup>c</sup>
laktoza %	4,39±0,09 <sup>a</sup>	4,45±0,18 <sup>a</sup>	4,59±0,08 <sup>a</sup>
urea (mg/100mL)	14±4,13 <sup>a</sup>	15,88±3,88 <sup>a</sup>	14,13±3,66 <sup>a</sup>
IMB	1,26±0,15 <sup>a</sup>	1,25±0,14 <sup>a</sup>	1,25±0,17 <sup>a</sup>
BSS/mL mlijeka	97125±38156 <sup>a</sup>	109125±50375 <sup>a</sup>	148250±57500 <sup>ab</sup>

<sup>a,b,c</sup> vrijednosti s različitim eksponentom unutar reda se značajno statistički razlikuju ( $P < 0,05$ )

\*ukupna količina mlijeka u 305 dana laktacije u kg

\*\* prosječna dnevna količina mlijeka u kg



**Histogram 1.** Grafički prikaz prosječnih vrijednosti mliječne masti i bjelančevina (%) u krava holštajnske pasmine svrstanih u tri skupine (A, B i C) prema prosječnoj dnevnoj proizvodnji mlijeka u 305 dana laktacije

## 5. RASPRAVA

U ovom istraživanju istražen je utjecaj proizvedene količine mlijeka na kemijski sastav mlijeka i omjer mliječne masti i bjelančevina. Iz tablice 8 vidljiva je statistički značajna razlika u udjelu bjelančevina (%) i mliječne masti (%) između tri istraživane skupine životinja. Statistički značajni parametri su prosječna dnevna količina mlijeka i ukupna količina mlijeka u 305 dana laktacije. Ustvrdeno je da proizvedena količina mlijeka ima utjecaj na udio bjelančevina i mliječne masti te na prosječnu dnevnu i ukupnu količinu mlijeka u 305 dana laktacije.

Dobiveni rezultati su djelomično sukladni s istraživanjem LOOPER (2012.) koji navodi da su količine bjelančevina i masti u mlijeku u pozitivnoj korelaciji s ukupnom količinom mlijeka. U selekcijskim programima koji potiču što veću proizvodnju mlijeka, veliki prinos mlijeka prati i veliki prinos mliječne masti i bjelančevina. Međutim, postotak mliječne masti i bjelančevina u ukupnom sastavu mlijeka je s većom proizvodnjom manji što smo i mi u našem istraživanju potvrdili. LOOPER (2012.) to objašnjava na slikovitom primjeru. Ukoliko pretpostavimo da proteinski sastav ostane jednak na 3,1 %, a ukupnu proizvodnju mlijeka povećamo s 29 kg na 31 kg, dodatnih 0,07 kg proteina dnevno će se stvarati po kravi. S druge strane, ukoliko se poveća postotak proteina s 3,1 % na 3,2 %, a proizvodnja ostane na 29 kg, proizvodnja proteina će porasti tek za 0,03 kg po kravi dnevno.

KITTIVACHRA i sur. (2007.) navode da na udio laktoze je najutjecajnije hranidba i godišnje doba. Dobro razumijevanje kako ti faktori utječu na kakvoću i količinu mlijeka moglo bi pogodovati proizvodnji mlijeka. Sinteza laktoze se odvija ravnomjerno tijekom čitavog razdoblja muznosti i održava se na prosječnoj razini od 4,7 % (HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

U ovom istraživanju nije zabilježena statistički značajna razlika između istraživačkih skupina za koncentraciju ureje. Koncentracija ureje u mlijeku pouzdan je pokazatelj uravnoteženosti odnosa bjelančevina i energije u obroku mliječnih krava. Najveći utjecaj na udio ureje u mlijeku imaju hranidbeni čimbenici, ali i neki nehranidbeni koji objašnjavaju 13,3 % varijacija u sadržaju ureje u mlijeku (KONJAČIĆ i sur., 2010). Prema istraživanju RAJALE-SCHULTZ i SAVILLE (2003.) u stadima krava s većom produkcijom mlijeka po kilogramu po kravi zabilježena je manja varijabilnost koncentracije ureje u mlijeku, što se može objasniti većom dosljednosti u hranidbi i gospodarenju. Koncentracija ureje u mlijeku je u pozitivnoj korelaciji s razinom konzumacije sirovih bjelančevina iz obroka i odnosom između bjelančevina i energije (BAKER i sur., 1995.). Što je veća proizvodnja životinja to su i veće hranidbene potrebe za



sirovim bjelančevinama, a u negativnoj je korelaciji sa sadržajem nevlaknastih ugljikohidrata u obroku krava (GODDEN i sur., 2001.).

Dosadašnja istraživanja povezanosti između proizvodnje mlijeka i sadržaja ureje u mlijeku imala su različite rezultate. Dok veći broj autora potvrđuje ovisnost jednog parametra o drugom (KAUFMANN i St-PIERRE, 2001., ARUNVIPAS i sur., 2003., HOJMAN i sur., 2004.), rezultati istraživanja TREVASKIS i FULKERSON (1999.) pokazala su negativnu korelaciju između ta dva parametra.

Omjer mliječne masti i bjelančevina je pogodan za evaluaciju adekvatne hranidbe krava i predviđanje metaboličkih bolesti kako bi eliminirali učinak istih na proizvodnju mlijeka (VLČEK i sur., 2016.). Niže vrijednosti indiciraju supkličku acidozu koja može ugroziti reproduktivnu učinkovitost krave i u korelaciji su s poremećajem mineralnog statusa organizma. Omjer veći od 1,4 signalizira deficit energije i supkličku ketozu ako su prisutna ketonska tijela (ČEJNA i CHLÁDEK, 2005.).

Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju povezanost između visokog broja somatskih stanica (BSS) u mlijeku i proizvodnje. Visokomliječne pasmine krava podložnije su stresu i padu imunosti što rezultira upalom i povećanim BSS. Visoki BSS ne samo da negativno utječe na proizvodnju mlijeka, već i na sastav i kakvoću mlijeka (CINAR i sur., 2015., ALHUSSIEN i DANG, 2018.).

## 6. ZAKLJUČCI

1. Kemijski sastav mlijeka je promjenjiva varijabla i pod utjecajem je čitavavog niza različitih endogenih i egzogenih čimbenika.
2. Postotak mliječne masti u ukupnom sastavu mlijeka obrnutno je proporcionalan proizvodnji mlijeka.
3. Postotak bjelančevina u ukupnom sastavu mlijeka obrnuto je proporcionalan proizvodnji mlijeka.

## 7. LITERATURA

1. ABREU, A., E. BUSATO, T. BERGSTEIN-GALAN, M. BERTOL, R. WEISS (2018): Chapter 2 - Bovine Reproductive Physiology and Endocrinology. *Reproduction Biotechnology in Farm Animals*. Pp. 2-19.
2. ALHUSSIEN, M. N., A. K. DANG (2018): Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Vet. World* 11, 562-577.
3. ARTNIK, B., A.ČATOVIĆ, B. ČENGIĆ, K. DRUSANY STARIČ, T. ETEROVIĆ, M. JURIČIĆ, D. RADULOVIĆ, J. STARIČ, L. VELIĆ, M. VUKOVIĆ (2017): Mlijeko – super namirnica sa perspektive jedinstvenog zdravlja. *Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana*. Pp. 18-42.
4. ARUNVIPAS, P., I. R DOHOO, J. A VAN LEEUWEN, G. P KEEFE (2003): The effect of nonnutritional factors on milk urea nitrogen in dairy cows in Prince Edward Island, Canada. *J. Vet. Med.* 59, 83-93.
5. BACHMAN, K. C., M. L. SCHAIRER (2003): Invited review: bovine studies on optimal lengths of dry periods. *J. Dairy Sci.* 86, 3027-3037.
6. BAČIĆ, G. (2009): *Dijagnostika i liječenje mastitisa u goveda*. Veterinarski fakultet, Zagreb. str. 91-100.
7. BAKER, L. D., J. D. FERGUSON, W. CHALUPA (1995): Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78, 2424-2434.
8. BRUCKMAIER, R. M, C. E. ONTSOUKA, J. W. BLUM (2004): Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. *Vet. Med. Czech* 49, 283-290.
9. CINAR, M., U. SERBESTER, A. CEYHAN, M. GORGULU (2015): Effect of somatic cell count on milk yield and composition of first and second lactation dairy cows. *Ital. J. Anim. Sci.* 14, 105-108.
10. ČAČIĆ, Z., S. KALIT, N. ANTUNAC, M. ČAČIĆ (2003): Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku. *Mljekarstvo* 53, 23-36.
11. ČEJNA, V., G. CHLÁDEK (2004): The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in holstein cows during lactation. *J. Cent. Europ. Agricult.* 6, 539-545.
12. ČUKLIĆ, D., Đ. KALEMBER (2004): Urea u mlijeku kao parametar hranidbe mliječnih krava. *Stočarstvo* 58, 3-13.

13. FAOSTAT (food and agriculture organization of the United Nations) (2019): Statistics database 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
14. FELDHOFER, S., G. VAŠAREVIĆ (1998): Suha tvar i bjelančevine mlijeka s obzirom na pasminsku pripadnost i hranidbu krava. *Mljekarstvo* 48, 131-143.
15. FELTES, G. L., V. T. MICHELOTTI, A. M. PRESTES, A. P. BRAVO, C. BONDAN, M. A. DORNELLES, F. C. BREDA, P. R. N. ROTAO (2016): Milk production and percentages of fat and protein in Holstein breed cows raised in Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciência Rural* 46, 700-706.
16. FILIPOVIĆ, N., Z. STOJEVIĆ, L. BAČAR-HUSKIĆ (2007): Energetski metabolizam u krava tijekom razdoblja rane laktacije. *Praxis Vet.* 55, 91-100.
17. FOOTE, R. H. (1981): Factors affecting gestation length in dairy cattle. *Theriogenology* 15, 553-559.
18. GODDEN, S. M., K. D. LISSEMORE, D. F. KELTON, K. E. LESLIE, J. S. WALTON, J. H. LUMSDEN (2001): Relationship between milk urea concentration and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herd. *J. Dairy Sci.* 81, 2681-2692.
19. GRBEŠA, D., D. SAMARŽIJA (1994): Hranidba i kakvoća mlijeka. *Mljekarstvo* 44, 119-132.
20. GRGIĆ, I., L. HADELAN, J. PRIŠENK, M. ZRAKIĆ (2016): Stočarstvo Republike Hrvatske: Stanje i očekivanja. *Meso* 3, 256-263.
21. HARMON, R. J. (1994): Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 77, 2103-2112.
22. HAVRANEK, J., V. RUPIC (2003): Mlijeko od farme do mljekare. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb. str. 29-44.
23. HOJMAN, D., D. KROLL, G. ADIN, M. GIPS, B. HANOCHI, E. EZRA (2004): Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits in Israeli dairy herds. *J. Dairy Sci.* 87, 1001-1011.
24. HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA (2019): Godišnje izvješće o stanju uzgoja goveda u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu. Zagreb.
25. JOVANOVAČ, S., V. GANTNER, N. RAGUŽ, K. KUTEROVAČ, D. SOLIĆ (2007): Omjer mliječne masti i bjelančevina kao indikator hranidbenog statusa holstein krava pri različitom stadiju i redosljedu laktacije. *Krmiva* 49, 189-198.
26. KAUFFMAN, J., N. R. ST-PIERRE (2001): The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2284-2294.

27. KÖNIG, H. E., H.-G. LIEBICH (2009): Anatomija domaćih sisavaca. Naklada Slap, Zagreb.
28. KONJAČIĆ, M., N. KELAVA, Z. IVKIĆ, A. IVANKOVIĆ, Z. PRPIĆ, I. VNUČEC , J. RAMLJAK, P. MIJIĆ (2010): Non-nutritional factors of milk urea concentration in Holstein cows from large dairy farms in Croatia. *Mljekarstvo* 60, 166-174.
29. KOZAČINSKI, L., V. DOBRANIĆ, I. FILIPOVIĆ, N. ZDOLEC, B. NJARI, Ž. CRVTILA FLECK, B. MIOKOVIĆ (2015): Laboratorijske vježbe iz higijene i tehnologije hrane. Veterinarski fakultet, Zagreb. str. 194-222.
30. KUTEROVAC, K., S. BALAS, V. GANTNER, S. JOVANOVAČ, A. DAKIĆ (2005): Evaluation of nutritional status of dairy cows based on milk analysis results. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 33-35.
31. LOOPER, M. L. (2012): Factors Affecting Milk Composition of Lactating Cows. Cooperative Extension Service, University of Arkansas, U.S. Dept. of Agriculture and county governments cooperating.
32. MAJIĆ, B. (1989): Kontrola mlijeka u odnosu na mastitise krava s kratkim osvrtom na program suzbijanja mastitisa u Hrvatskoj. *Separat*.
33. PARK, C. S., G. L. LINDBERG (2004): The Mammary Gland and Lactation. U: *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 12<sup>th</sup> ed. (Reece, W. O.). Cornell University Press, Ithaca, London. Pp. 720-741.
34. Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka. Ministarstvo poljoprivrede (NN 27/2017)
35. RICHARDT, W. (2004): Milk composition as an indicator of nutrition and health. *The Breeding* 11, 26-27.
36. SCHMITZ, S., M. W. PFAFFL., H. H. D MEYER., R. M. BRUCKMAIER (2004): Short-term changes of mRNA expression of various inflammatory factors and milk proteins in mammary tissue during LPS-induced mastitis. *Domest. Anim. Endocrinol.* 26, 111-126.
37. TOMAŠKOVIĆ, A., Z. MAKEK, T. DOBRANIĆ, M. SAMARDŽIJA (2007): Rasplodivanje krava i junica. Veterinarski fakultet, Zagreb.
38. TRATNIK, LJ. (1998): Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb. str. 13-19.
39. TRATNIK, LJ., R. BOŽANIĆ (2012): Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb. str. 19-27.

40. TREVASKIS, L. M., W. J. FULKERSON (1999): The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. *Livest. Prod. Sci.* 57, 255-265.
41. VARNAM, A. H., J. P. SUTHERLAND (1994): *Milk and Milk Products: Technology, Chemistry and Microbiology*. Aspen publishers. Gaithersburg Maryland, pp. 8-29.
42. VLČEK, M., J. CANDRÁK, R. KASARDA (2016): Fat-to-protein ratio evaluation of metabolic disorders and milk yield. *Acta Agricult. Slov.* 5, 76-79.
43. ZOBEL, R., I. PIPAL, V. BUIĆ (2011): Utjecaj pasmine, načina držanja i spola teleta na duljinu trajanja gravidnosti i vrijeme porođaja u goveda. *Vet. stn.* 42, 519-526.

## 8. SAŽETAK

Kemijski sastav mlijeka je veoma složena i promjenjiva veličina na koju utječe čitav niz čimbenika poput dobi životinje, pasmine, individualnih osobina jedinke, stadija laktacije, načina hranidbe, zdravstvenog stanja krava i zdravstvenog stanja mliječne žlijezde. Svrha ovog istraživanja bila je ustvrditi korelaciju između proizvedene količine mlijeka i kemijskog sastava mlijeka te omjera mliječne masti i bjelančevina krava holštajnske pasmine. Istraživanje je provedeno na kravama holštajnske pasmine u starosti od 2-5 godina. Krave su raspoređene u tri skupine prema dnevnoj prosječnoj količini proizvedenog mlijeka (DKM): skupina A krave <15 kg DKM (n=8), skupina B 15-25 kg DKM (n=8) i skupina C  $\geq$ 25 kg DKM (n=8). Istraživani parametri su bili: mliječna mast, bjelančevine, laktoza i ureja te broj somatskih stanica. Statistički značajni parametri ( $P < 0,050$ ) bili su udio bjelančevina (%) i mliječne masti (%) između tri istraživane skupine životinja te ukupna količina mlijeka u 305 dana laktacije i prosječna dnevna količina mlijeka. Ovim istraživanjem došlo se do zaključka da što je veća proizvodnja mlijeka u 305 dana laktacije kao i prosječna dnevna količina mlijeka to su postotak mliječne masti i bjelančevina u ukupnom sastavu mlijeka manji.

**Ključne riječi:** holštajnska krava, mlijeko, kemijski sastav

## 9. SUMMARY

### **Chemical composition of milk, milk fat ratio and protein of Holstein cows in relation to milk production**

Chemical composition of milk is complex and resizable, which is influenced by number of factors such as age of animal, breed, the individual characteristics of species, lactation stage, feeding regimes, health of the cows and their mammary gland. The purpose of this research was to determine the correlation between produced quantity of milk and chemical composition of milk in regard to the ratio of milk fat and protein of Holstein cows breed. The study was conducted on Holstein friesian cows in the age of 2-5 years. The cows were divided into three groups according to daily average volume of produced milk (DVM): group A cows <15 kg DVM (n=8), group B 15-25 kg DVM (n=8) and group C  $\geq$ 25 kg DVM (n=8). The researched groups were milk fat, protein, lactose and urea and somatic cell count. Statistically significant parameters ( $p < 0,050$ ) are proportion of protein (%) and milk fat (%) among the three enquired groups of animals and the total amount of milk in 305 days of lactation and average daily milk volume. In conclusion of this study, with greater production, percentage of milk fat and protein in the overall composition of milk is less, and the total amount of milk in 305 days of lactation and daily average milk volume is higher.

**Key words:** Holstein friesian cow, milk, chemical composition



## 10. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 11.11.1994. u Zagrebu gdje sam završila osnovnu školu i III. gimnaziju. Maturirala sam 2013. godine kada sam upisala integrirani preddiplomski i diplomski studij na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Tijekom školovanja sam uvijek pokušavala maksimalno ostvariti svoje ambicije te sam se shodno tome uključivala u znanstveno-istraživačke radove. Sudjelovala sam u izradi 5 znanstvenih radova.

U znanstveno-stručnom časopisu „Veterinarski vjesnik“ 2015. godine objavljen je rad na kojemu sam drugi autor pod naslovom „Features influencing missing dog recovery“.

Aktivno sam sudjelovala na sedmom međunarodnom kongresu „Veterinarska znanost i struka“ 2017. godine sa oralnom prezentacijom na engleskom jeziku pod naslovom „Impact of missing cat features on their returning to owners“ te sam dobitnica nagrade za najbolju oralnu prezentaciju na istom kongresu.

Aktivno sam sudjelovala na znanstveno stručnom skupu s međunarodnim sudjelovanjem Veterinarski dani 2018. godine s oralnom prezentacijom pod naslovom „Masnokiselinski sastav folikularne tekućine goveda“.

Na 6. međunarodnom kongresu nutricionista, 2018. godine sam aktivno sudjelovala s posterom pod naslovom „Fatty acid composition of subcutaneous and abdominal adipose tissue in edible dormouse (*Glis glis*)“

Znanje stečeno na Veterinarskom fakultetu u Zagrebu sam nadograđivala odlaskom na ljetne škole: „Summer school of food hygiene“ u Brnu, 2018. i „VetNEST Summer school Animal Welfare Veterinary Ethics and Law and Communication Skills“ u Beču, 2019. godine te pohađanjem radionica: „Plinska kromatografija u analizi biološkog materijala“, 2017. i „Veterinary workshop on electroporation-based treatments“, 2019.

Sudjelovala sam u aktivnostima projekata: „Osmišljavanje društveno korisnih projekata“ i „Terenska nastava programa društveno korisnog učenja“ u sklopu Plavog projekta, 2019.

Stručnu praksu u sklopu ERASMUS+ programa odradit ću u ožujku 2020. godine na Veterinarskom sveučilištu u Beču.