

# Razvoj modela rane procjene pojavnosti mastitisa mliječnih krava uporabom tehnologija preciznog mliječnog govedarstva

---

Jožef, Ivana

Doctoral thesis / Disertacija

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:096065>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-28**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Ivana Jožef, mag. ing. agr.**

**RAZVOJ MODELA RANE PROCJENE POJAVNOSTI MASTITISA  
MLIJEČNIH KRAVA UPORABOM TEHNOLOGIJA PRECIZNOG  
MLIJEČNOG GOVEDARSTVA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2023.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Ivana Jožef, mag. ing. agr.**

**RAZVOJ MODELA RANE PROCJENE POJAVNOSTI MASTITISA  
MLIJEČNIH KRAVA UPORABOM TEHNOLOGIJA PRECIZNOG  
MLIJEČNOG GOVEDARSTVA**

- Doktorska disertacija -

Osijek, 2023.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Ivana Jožef, mag. ing. agr.**

**RAZVOJ MODELA RANE PROCJENE POJAVNOSTI MASTITISA  
MLIJEČNIH KRAVA UPORABOM TEHNOLOGIJA PRECIZNOG  
MLIJEČNOG GOVEDARSTVA**

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Vesna Gantner

**Povjerenstvo za ocjenu:**

- 1. Prof. dr. sc. Marcela Šperanda, redoviti profesor, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, predsjednik**
- 2. Prof. dr. sc. Muhamed Brka, redoviti profesor, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, član**
- 3. Prof. dr. sc. Klemen Potočnik, izvanredni profesor, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, član**

Osijek, 2023.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Ivana Jožef, mag. ing. agr.**

**RAZVOJ MODELA RANE PROCJENE POJAVNOSTI MASTITISA  
MLIJEČNIH KRAVA UPORABOM TEHNOLOGIJA PRECIZNOG  
MLIJEČNOG GOVEDARSTVA**

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Vesna Gantner

**Javna obrana doktorske disertacije održana je 13.07.2023. godine pred Povjerenstvom za obranu:**

- 1. Prof. dr. sc. Marcela Šperanda, redoviti profesor, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, predsjednik**
- 2. Prof. dr. sc. Muhamed Brka, redoviti profesor, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, član**
- 3. Prof. dr. sc. Klemen Potočnik, izvanredni profesor, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, član**

Osijek, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**Doktorska disertacija**

Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti

Smjer: Stočarstvo

**UDK:**

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Stočarstvo

**Razvoj modela rane procjene pojavnosti mastitisa mliječnih krava uporabom tehnologija preciznog mliječnog govedarstva**

**Ivana Jožef, mag. ing. agr.**

**Disertacija je izrađena na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Mentor: Prof. dr. sc. Vesna Gantner**

Provedba istraživanja rizika pojavnosti, pojavnosti te posljedica pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava holstein i simentalke pasmine podrazumijevala je terenski te analitički dio. Terenski dio istraživanja proveden na odabranoj farmi holstein krava prilikom čega je uzorkovana krv i mlijeko 25 životinja te je utvrđena kvalitete mlijeka, biokemijski pokazatelji u krvi i mliječnoj plazmi te hematološki pokazatelji. Analitički dio istraživanja obuhvatio je i bazu podataka kontrole mliječnosti preuzetu od HAPIH-a (sa 3.953.637 zapisa holstein te 4.922.751 zapisa simentalke pasmine; istraživački period od 1/1/2005 do 31/12/2022). Rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa određen je sukladno dnevnom sadržaju laktoze (DLC) te broju somatskih stanica na dan (SCC). Dnevni sadržaj laktoze  $DLC \geq 4,5\%$  indicira zdrave životinje, dok  $DLC < 4,5\%$  indicira rizik pojavnosti mastitisa. Broj somatskih stanica na dan  $SCC < 200.000/ml$  indicira zdrave krave,  $SCC$  u intervalu od 200.000/ml do 400.000/ml indicira krave u riziku od mastitisa, dok  $SCC > 400.000/ml$  indicira krave u mastitisu. Temeljem rezultata istraživanja može se zaključiti sljedeće: utvrđeno je postojanje varijabilnosti i kovarijabilnosti dnevnih proizvodnih svojstava i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka te hematoloških pokazatelja; utvrđeno je postojanje varijabilnosti biokemijskih te hematoloških pokazatelja ovisno o razredima dnevnog sadržaja laktoze (koji ukazuju na rizik pojavnosti mastitisa) te broja somatskih stanica (koji ukazuje na zdravstveni status životinje); utvrđeno je postojanje varijabilnosti u riziku pojavnosti, te pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava u ovisnosti o redosljedu te stadiju laktacije, zatim sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada; utvrđena je varijabilnost u utjecaju rizika pojavnosti i pojavnosti mastitisa na proizvodnosti pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u populaciji mliječnih krava u ovisnosti o redosljedu laktacije, sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada; utvrđena je varijabilnost direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka, pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u populaciji mliječnih krava u ovisnosti o redosljedu laktacije, sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada. U konačnici, možemo zaključiti da se dnevni sadržaj laktoze te broj somatskih stanica mogu preporučiti kao individualni indikatori rizika pojavnosti/pojavnosti mastitisa na farmama mliječnih krava uz uvažavanje utjecaja stadija i redosljeda laktacije te sezone kontrole mliječnosti uvažavajući veličinu stada u kojem se procjena vrši. Nadalje, može se zaključiti kako se prihvaća postavljena hipoteza da postoji povezanost dnevnog sadržaja laktoze i broja somatskih stanica te rizika pojavnosti/pojavnosti mastitisa krava u proizvodnji mlijeka.

**Broj stranica:** 164  
**Broj slika:** 11  
**Broj tablica:** 68  
**Broj grafikona:** 0  
**Broj literaturnih navoda:** 180  
**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** mliječna goveda, mastitis, pojavnost, indikatori

**Datum obrane:** 13.07.2023.

**Povjerenstvo za obranu:**

1. **prof. dr. sc. Marcela Šperanda** – predsjednik
2. **prof. dr. sc. Muhamed Brka** – član
3. **prof. dr. sc. Klemen Potočnik** – član

**Disertacija je pohranjena u:**

Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Postgraduate university study: Agricultural sciences  
Course: Animal Breeding

**UDK:**

**Scientific Area:** Biotechnical Sciences  
**Scientific Field:** Agriculture  
**Branch:** Animal Breeding

**Development of a model for early estimation of the occurrence of mastitis in dairy cows using precision dairy cattle technologies**

**Ivana Jožef, mag. ing. agr.**

**Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek**

**Supervisor: Prof. dr. sc. Vesna Gantner**

The research on the risk of occurrence/occurrence of mastitis and consequences of the mastitis occurrence in the population of Holstein and Simmental dairy cows included a field and analytical part. The field part of the research was conducted on a selected Holstein farm, during which the blood and milk of 25 animals were sampled and the quality of milk, biochemical indicators in blood and milk plasma, and haematological indicators were determined. The analytical part of the research also included the milk recording database taken from HAPIH (with 3,953,637 test-day records of Holstein and 4,922,751 test-day records of Simmental breed; research period 1/1/2005 - 31/12/2022). The risk of occurrence/occurrence of mastitis was determined according to the daily lactose content (DLC) and the somatic cell counts (SCC). Daily lactose content  $DLC \geq 4.5\%$  indicates healthy animals, while  $DLC < 4.5\%$  indicates the risk of mastitis. The somatic cell counts  $SCC < 200,000/ml$  indicates healthy cows,  $SCC$  in the interval from 200,000/ml to 400,000/ml indicates cows at risk of mastitis, and  $SCC > 400,000/ml$  indicates cows with mastitis. Based on the research results following could be concluded: the existence of variability and covariability of daily production traits and biochemical indicators in plasma and milk samples and haematological indicators; the existence of variability of biochemical and haematological indicators depending on the classes of daily lactose content (which indicate the risk of mastitis) and the somatic cell counts (which indicates the animal's health status); the variability in the risk of occurrence/occurrence of mastitis in the dairy cattle population depending on the parity and stage of lactation, milk recording season and herd size; the variability in the effect of the risk of occurrence/occurrence of mastitis on productivity during successive milk recordings in the dairy cattle population, depending on the parity, milk recording season, and herd size; the variability of direct losses in milk production during successive milk recordings in the dairy cattle population depending on the parity, milk recording season, and herd size. Finally, it could be concluded that the daily lactose content and the somatic cells counts can be recommended as individual indicators of the risk of occurrence/occurrence of mastitis on dairy cattle farms, considering the effect of the stage of lactation, parity and the recording season, considering the size of the herd in which the assessment is performed. Furthermore, it could be concluded that the hypothesis that there is an association between the daily lactose content and the somatic cell counts and the risk of occurrence/occurrence of mastitis in cows in milk production is accepted.

**Number of pages:** 164  
**Number of figures:** 11  
**Number of tables:** 68  
**Number of graphs:** 0  
**Number of references:** 180  
**Original in:** croatian

**Key words:** dairy cattle, mastitis, occurrence, indicators

**Date of the thesis defense:** 13.07.2023.

**Reviewers:**

1. **PhD Marcela Šperanda, professor** – president
2. **PhD Muhamed Brka, professor** – member
3. **PhD Klemen Potočnik, professor** – member

**Thesis deposited in:**

National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

*Riječi nikada neće biti dovoljne da izrazim svoju zahvalnost mentorki.*

*Zauvijek ću ti biti zahvalna što si me gurula preko litice a ja sam poletela.*

*Ti si moj prijatelj i inspiracija da snove pretvorim u stvarnost.*

*Također se zahvaljujem na nesebičnoj pomoći profesorima Osiječkog fakulteta, članovima*

*Povjerenstva za obranu, djelatnicima Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu čiji su podaci korišteni u radu, te kolegama i prijateljima koji su me bodrili sa svih strana svijeta.*

*Svojoj obitelji dugujem puno više od obične ljudske zahvalnosti.*

*Ovaj rad posvećujem svojim sinovima.*



## KAZALO

1	UVOD .....	1
2	PREGLED LITERATURE .....	3
2.1	Opći pregled literature.....	3
2.2	Precizna poljoprivreda.....	4
2.3	Precizno mliječno govedarstvo .....	5
2.4	Kontrola proizvodnosti.....	7
2.5	Kontrola mliječnosti.....	9
2.6	Rezultati kontrole mliječnosti .....	14
2.7	Dnevni sadržaj laktoze .....	17
2.8	Dnevni broj somatskih stanica .....	23
2.8.1	Epitelne stanice .....	26
2.8.2	Leukociti.....	26
2.8.2.1	Makrofagi .....	27
2.8.2.2	Limfociti.....	28
2.8.2.3	Neutrofilno granulirani leukociti.....	29
2.9	Mastitis.....	31
2.10	Uporaba rezultata kontrole mliječnosti za procjenu pojavnosti mastitisa.....	33
2.11	Benefiti rane prevencije mastitisa uporabom preciznog mliječnog govedarstva.....	35
3	CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA.....	36
4	MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA .....	37
5	REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	42
5.1	Varijabilnost i kovarijabilnost ispitivanih svojstava .....	42
5.1.1	Varijabilnost ispitivanih svojstava .....	42
5.1.1.1	Varijabilnost dnevnih proizvodnih svojstava.....	42
5.1.1.2	Varijabilnost biokemijskih pokazatelja plazme i mlijeka .....	44
5.1.1.3	Varijabilnost hematoloških pokazatelja .....	55
5.1.2	Kovarijabilnost ispitivanih pokazatelja.....	59
5.2	Varijabilnost ispitivanih pokazatelja ovisno o indikatorima pojavnosti mastitisa.....	62
5.3	Rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa.....	66
5.4	Utjecaj pojavnosti mastitisa pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti .....	74
5.5	Procjena smanjenja direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka.....	92

6	RASPRAVA.....	103
6.1	Varijabilnost i kovarijabilnost ispitivanih svojstava .....	103
6.1.1	Varijabilnost ispitivanih svojstava .....	103
6.1.1.1	Varijabilnost dnevnih proizvodnih svojstava.....	103
6.1.1.2	Varijabilnost biokemijskih pokazatelja u plazmi i mlijeku.....	103
6.1.1.3	Varijabilnost hematoloških pokazatelja .....	106
6.1.2	Kovarijabilnost ispitivanih pokazatelja.....	106
6.2	Varijabilnost ispitivanih pokazatelja ovisno o indikatorima pojavnosti mastitisa.....	109
6.3	Rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa.....	113
6.4	Utjecaj pojavnosti mastitisa pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti .....	117
6.5	Procjena smanjenja direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka.....	124
7	ZAKLJUČAK .....	131
8	LITERATURA.....	134
9	SAŽETAK.....	152
10	SUMMARY .....	155
11	PRILOG .....	158

## POPIS KRATICA KORIŠTENIH U TEKSTU

ALB	Albumin (eng. Albumin)
AST	Aspartat amino transferaza (eng. Aspartate aminotransferase)
BHB	Beta hidroksibutirat (eng. Beta-hydroxybutyrate)
Ca	Kalcij (eng. Calcium)
CoA	Koenzim A (eng. Coenzyme A)
DHIA	Savez za unapređenje mliječnih stada (eng. Dairy Herd Improvement Association)
DLC	dnevni sadržaj laktoze (eng. Daily Lactose Content)
DMY	dnevni prinos mlijeka (eng. Daily Milk Yield)
DNK	Dezoksiribonukleinska kiselina
DSCC	Diferencijali broj somatskih stanica (eng. Differential Somatic Cell Count)
EVF	Europski savez uzgajivača simentalskog goveda (njem. Europäische Vereinigung der Fleckviehzüchter)
FAO	Međunarodna organizacija za hranu i poljoprivredu (eng. Food and Agriculture Organization)
Fe	Željezo (lat. Ferrum)
FIL	inhibicijski protein (eng. Feedback Inhibitor of Lactation)
GGT	Gama glutamil transferaza (eng. Gamma-glutamyl transferase)
GLUT	Transporter glukoze (eng. Glucose Transporter)
GSP	Globalni sistem pozicioniranja (eng. Global Positioning System)
GUK	Glukoza (eng. Glucose)
HAPIH	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
HTC	Hematokrit (eng. Hematocrit)
HGB	Hemoglobin (eng. Hemoglobin)
IBM	Indeks mast/bjelančevine
ICAR	Međunarodna (eng. International Committee for Animal Recording)
IMI	intramamarne infekcije (eng. Intramammary Infection)
IoT	mreža inteligentnih uređaja (eng. Internet of Things)
KOLK	Odjel za kontrolu na liniji klanja
ISCC	Logaritmirani broj somatskih stanica
NADPH	Nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (eng. Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate)

NEB	Negativna energetska bilanca (eng. Negative Energy Balance)
NEFA	Neesterificirane - slobodne masne kiseline (eng. Non-Esterified Fatty Acids)
PMN	Polimorfonuklearni neutrofili (eng. Polymorphonuclear Neutrophils)
PRO	Protein (eng. Protein)
RBC	Eritrociti (eng. Red Blood Cell)
SAD	Sjedinjene Američke Države
SAS	statistički softver (eng. Statistical Analysis System)
SCC	Broj somatskih stanica (eng. Somatic Cell Count)
SCS	Skor somatskih stanica (eng. Somatic Cell Score)
SED	Sedimentacija
SFCA	Masne kiseline kratkih lanaca (eng. Short-Chain Fatty Acid)
SGLT	Natrij-glukoza transporter (eng. Sodium Glucose Transporter)
SKLM	Središnji laboratorij za kontrolu mlijeka
SWEET	transporteri šećera (eng. Sugars Will Eventually be Exported Transporter)
TGC	Trigliceridi (eng. Triglycerides)
UDP	Uridin difosfat (eng. Uridine Diphosphate)
WBC	Leukociti (eng. White Blood Cell)
WHFF	Svjetski savez uzgajivača Holstein goveda (eng. World Holstein Fresian Federation)

## 1 UVOD

Suvremena, tržišno orijentirana privreda pa time i poljoprivreda, nameće potrebu konstantnog poboljšavanja efikasnosti i produktivnosti procesa. Tehnologije koje uključuju veći stupanj automatizacije i autonomnosti, poboljšavaju proces upravljanja što rezultira smanjenim proizvodnim troškovima. Prihvatanje novih poljoprivrednih tehnologija, smatra se presudnim za poboljšanje konkurentnosti i profitabilnosti uz racionalnije korištenje resursa. Precizna poljoprivreda je takav upravljački pristup koji ima potencijal da maksimizira izlaz dok uštedu pravi na ulaznim resursima i ima za cilj osiguranje održivosti u poljoprivredi i životnoj sredini (Ahmad i Dar, 2020). Tehnologije poput napredne robotike, uporabe senzora i sistema za lokalizaciju, primjenjuju se radi povećanja efikasnosti i smanjenja proizvodnih troškova zasnovanih na efikasnijem korištenju resursa (Dana i sur., 2014). Precizno mliječno govedarstvo je uporaba tehnologija za mjerenje fizioloških, bihevioralnih i proizvodnih pokazatelja na pojedinačnim životinjama u cilju poboljšanja strategija upravljanja i učinka farme (Bewley, 2010). Kontrola mliječnosti je tehnologija preciznog mliječnog govedarstva koja prikuplja informacije o količini, sastavu i higijenskoj kvaliteti mlijeka na individualnom nivou, osnova je uzgojno-seleksijskog rada, ali također može da se koristi i za poboljšanje upravljanja mliječnom farmom. To je važno sredstvo za poboljšanje produktivnosti i profitabilnosti i ima potencijal da smanji negativne utjecaje na životnu sredinu i poboljša zdravlje životinja (Läpple i sur., 2017). Mastitis, poremećaj zdravstvenog stanja vimena, još uvijek zauzima prvo mjesto među glavnim bolestima mliječnih životinja i smatra se generalno najskupljom bolešću. Ekonomski gubici nastaju zbog odbacivanja mlijeka, povećanog izlučenja, troškova lijekova i rada veterinarima kao i rada samih stočara. Dodatni ekonomski poticaji za kontrolu mastitisa uključuju javno zdravlje, prihvaćanje potrošača i faktore trajanja proizvoda, ali je smanjena proizvodnja mlijeka najvažniji ekonomski faktor (DeGraves i Fetrow, 1993). Broj somatskih stanica (SCC) dobar je pokazatelj zdravlja mliječne žlijezde jer je povezan s imunološkim statusom životinje. Glavni faktor koji utječe na SCC, kako na individualnom tako i na nivou stada je prisustvo intramamarnih infekcija (IMI) ili upala u mliječnoj žlijezdi (Harmon, 2001). Pravovremena i točna identifikacija krava je od suštinskog značaja za optimizaciju upravljanja. Progresivno smanjenje prosječnog SCC u mliječnim stadima širom svijeta utječe na točnost SCC kada se koristi kao marker. Prisustvo IMI i vrsta patogena imaju veliki utjecaj na varijabilnost SCC (Sumon i sur., 2020.), kao i položaj četvrti vimena, paritet i faza laktacije pa se zbog toga SCC ne može samostalno koristiti kao dijagnostički alat za identifikaciju bakterijski pozitivnih kultura (Petzer i sur.,

2017). Nadalje, laktoza je glavna komponenta mlijeka koja se obično ne uzima u obzir direktno u nacionalnim programima genetskog unapređenja (Haile-Mariam i Pryce, 2017). Na sadržaj laktoze utječe SCC i paritet te on varira i sezonski (Alessio i sur., 2016; Calgaro i sur., 2020). Osim toga, sadržaj laktoze je visoko nasljedan i povezan sa nekim nisko nasljednim svojstvima kao što je SCS – logaritmirana vrijednost SCC (Costa i sur., 2018). Sadržaj laktoze je i zbog dostupnosti podataka iz kontrole mliječnosti dobar kandidat za uzimanje u obzir u programima uzgoja za otpornost na mastitis i zdravlje vimena (Costa, Egger-Danner, i sur., 2019). Krave sa nižim sadržajem laktoze imaju veću učestalost poremećaja zdravlja vimena i metabolizma. Osim toga, laktoza može biti i dobar rani pokazatelj dugovječnosti jer se pretpostavlja da je opadanje sadržaja kroz paritete rezultat akumuliranih efekata IMI na epitel mliječne žlijezde (Costa i sur., 2020). Povezivanje i pravilno tumačenje rezultata kontrole mliječnosti, kao što su : količina mlijeka, broj somatskih stanica, diferencijalni broj somatskih stanica, sadržaj laktoze, paritet, stadij laktacije, sezona, ..., mogu omogućiti jednostavan, ekonomičan i prilično siguran pristup za smanjenje rizika od poremećaja zdravstvenog stanja vimena.

U predmetnom radu istražiti će se povezanost dnevnog sadržaja laktoze i broja somatskih stanica te pojavnost mastitisa mliječnih krava. Temeljem te povezanosti definirati će se model rane procijene mastitisa mliječnih krava te procijeniti smanjenje direktnih gubitaka u proizvodnji primjenom rane procjene i prevencijom razvoja kliničkih oblika mastitisa. Praktična primjena modela doprinijeti će smanjenju učestalosti upale vimena mliječnih krava omogućavajući povećanje održivosti mliječnih farmi sa ekološkog te ekonomskog aspekta uporabom metoda preciznog mliječnog govedarstva.

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 Opći pregled literature

Kroz povijest, uspješnost osiguravanja dostatnih količina hrane je uvijek bio temelj napretku ostalih dostignuća čovječanstva. Ciljevi razvoja i ostvarena dostignuća u oblasti poljoprivrede su se smjenjivali kroz vjekove: još od prapovijesti sa počecima kultiviranja biljaka i domestikacije divljih životinja, preko antičkog doba – gdje je težište bilo na daljoj selekciji kultura i pasmina kao i razvoju poljoprivrednih alata, kroz period srednjeg vijeka koji je nametnuo potrebu pronalaženja novih rješenja za povećanje prinosa i efikasnosti zbog sve veće potrebe za hranom a posljedica tog pritiska je iznjedrila dvije velike revolucije: agrarnu i industrijsku. Dok je poljoprivredna proizvodnja bila zasnovana u okviru malih obiteljskih gospodarstava, odluke su se donosile na osnovu uspoređivanja pojedinačnih razlika i iskustava stečenih na bazi pokušaja i grešaka, i to znanje se prenosilo sljedećoj generaciji. Povećanje veličine posjeda rezultiralo je ekonomičnijom primjenom mehanizacije, a razvoj globalnog sistema pozicioniranja (GPS) i njegova primjena u kombinaciji sa specijalnom opremom koja omogućava mjerenje varijabilnosti tla i primjenu različitih vrsta inputa (gnojiva, herbicida, itd.), omogućilo je poljoprivrednicima veću preciznost u primjeni inputa, što posljedično dovodi do povećanja prinosa, smanjenja troškova i poboljšanja ukupne efikasnosti poljoprivredne proizvodnje (Beluhova-Uzunova i Dunchev, 2019). Suvremena poljoprivreda u razvijenim zemljama ima sve karakteristike industrijske proizvodnje te je usko specijalizirana po granama proizvodnje i ima standardiziranu masovnu proizvodnju. Intenzitet uporabe tehničkih resursa je veoma visok a samim tim su potrebna i velika ulaganja kapitala te se konstantno provodi racionalizacija svih proizvodnih procesa i povezivanje na svim razinama, od polja/farmi, preko prerade do marketinga i tržišta poljoprivrednih proizvoda.

Mlijeko je osnovna i esencijalna hrana za sve novorođene sisavce a ljudi su jedini među njima koji se oslanjaju na hranu na bazi mlijeka i u odrasloj dobi. Prosječna proizvodnja mlijeka po kravi u razdoblju od 1961. godine do 2020. godine u svijetu, porasla je sa 17,69 litara na 26,78 litara (FAO, n.d.), dok je ukupna količina proizvedenog mlijeka u istom razdoblju porasla sa 313 milijuna tona na 718 milijuna tona. Od sredine dvadesetog stoljeća, svjetska populacija se više nego utrostručila, odnosno sa oko 2,5 milijardi u 1950. godini na gotovo 7,9 milijardi u 2021. godini (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2021). Nadalje, rastuća potreba za hranom primorala je poljoprivrednike širom svijeta da

usvoje prakse uzgoja zasnovane na intenzivnom i okolišno neodrživom korištenju resursa koje su u konačnici povećale i ekonomske i ekološke troškove (Shanwad i sur., 2002). Nadalje, razvoj i primjena novih tehnologija i alata rezultirali su i novim načinima upravljanja i u sektoru poljoprivredne proizvodnje.

## **2.2 Precizna poljoprivreda**

Danas, kako bi ostali konkurentni, poljoprivrednici moraju kontinuirano poboljšavati učinkovitost i produktivnost svojih proizvodnih procesa. Tehnologije kao što su napredna robotika, senzorska tehnologija i lokalizacijski sustavi primjenjuju se kako bi se povećala učinkovitost i smanjili troškovi proizvodnje na temelju racionalnijeg korištenja resursa. Roboti i senzori vitalni su izvori podataka koji izravno pomažu poljoprivrednicima u radu. Na primjer, uz pomoć aplikacije za lokalizaciju koja se temelji na aktivnim ušnim markicama, farmer može brzo identificirati bilo koju određenu životinju, čak i unutar velikog stada. No s druge strane, poljoprivredni proizvođači mogu imati previše različite opreme za rukovanje te često moraju ručno unositi iste podatke u različite uređaje putem različitih sučelja, te pratiti i djelovati na temelju velikog podataka koje ti uređaji nude (Dana i sur., 2014). Razvoj tehnologija u vezi sa novim vrstama uređaja, visoka specijalizacija poljoprivrednih stručnjaka i vladine politike za poticanje i proširenje proizvodnje olakšali su poslovni proces poljoprivrednicima diljem svijeta, što je rezultiralo višim prihodima i nižim troškovima. Nadalje, usvajanje novih poljoprivrednih tehnologija smatra se ključnim za opstanak na visoko konkurentnom tržištu.

Precizna poljoprivreda je termin koji opisuje koncept upravljanja poljoprivrednom proizvodnjom u kojem se na temelju velikog broja promatranih podataka pravovremeno donose odluke o optimalnim ulaganjima u cilju postizanja maksimalne dobiti. To je inovativan pristup koji primjenjuje različite tehnologije u cilju smanjenja troškova i rizika te povećanja produktivnosti, isplativosti i održivosti proizvodnje (Beluhova-Uzunova i Dunchev, 2019). Napredak u računarstvu, povećanje skladišne memorije, smanjenje troškova proizvodnje senzora i razvoj interneta doveli su do mogućnosti povezivanja različitih skupova informacija, pridonoseći novim znanstvenim spoznajama. *Internet of things* (IoT) predstavlja skup fizičkih uređaja opremljenih sensorima, koji komuniciraju putem interneta, a koji su našli primjenu u preciznoj poljoprivredi. Takvi sustavi povezuju senzorsku i računalnu tehnologiju koja osigurava da podaci dobiveni kontinuiranim mjerenjima pomažu poljoprivrednicima u donošenju odluka u stvarnom vremenu (Karthick i sur., 2020). Razne



studije pokazuju da na usvajanje tehnologija precizne poljoprivrede utječe nekoliko čimbenika kao što su: socio-ekonomski čimbenici, veličina farme, financijski status, tehnološki čimbenici i pristup informacijama (Maloku, 2020). Nadalje, izrada velikih baza podataka postavila je nove izazove u kreiranju odgovarajućih algoritama koji bi krajnjem korisniku pružili adekvatne i lako primjenjive odgovore. Informacijske potrebe postaju sve složenije, zahtijevajući lakši pristup različitim bazama podataka i način za povezivanje relevantnih informacija (Al Manir i sur., 2018). Generalno, odluke koje se temelje na što više informacija iz različitih izvora su optimalnije te značajnije doprinose olakšanju managementa pojedinih segmenata poljoprivredne proizvodnje.

### **2.3 Precizno mliječno govedarstvo**

Još od izrade prvih uređaja za mužnju krava prije dva stoljeća, te uvođenjem poluautomatskih i automatskih sustava mužnje, uloženo je mnogo truda u poboljšanje uvjeta rada, povećanje raspoloživog vremena i uštedu troškova rada u mliječnoj industriji. Budući da mliječne krave ostaju u proizvodnji dulje od bilo koje druge domaće životinje (Lasser i sur., 2021) te da svaka životinja ima visoku ekonomsku vrijednost za uzgajivača, važno je što prije identificirati probleme i poduzeti mjere na razini pojedinih životinja. Dok klasična poljoprivreda koristi prosječne uvjete okoliša kao osnovu za tretman stada i obradu usjeva, precizna poljoprivreda koristi detaljne podatke kako bi se obrađivao svaki dio usjeva pojedinačno, što omogućuje poljoprivrednicima da postignu veću produktivnost uz manje gubitaka i smanjenje utjecaja na okoliš.

Krave, kao složeni biološki organizmi, troše hranu i vodu kako bi osigurale energiju i hranjive tvari koje su im potrebne za održavanje životnih procesa, kao i za proizvodnju mlijeka, te imaju fiziološke i ponašajne mehanizme za samoregulaciju i održavanje optimalnog zdravstvenog stanja. Promjene u okolišu dovode do aktiviranja mehanizama prilagođavanja u cilju održanja unutarnje ravnoteže i funkcije, a kao rezultat tih procesa, krave pokazuju različite promjene (u ponašanju, prinosu mlijeka, tjelesnoj temperaturi...). Praćenjem ulaznih i izlaznih informacija o pojedinoj životinji moguće je indicirati zdravstveno stanje, proizvodni status te razinu dobrobiti krave (Milan i sur., 2018). S povećanjem veličine stada uzgajivači su se suočili s nedostatkom vremena, sve većom količinom informacija na dnevnoj razini i potrebom brzog donošenja. Odluke se često donose na razini grupe životinja, što nije optimalan pristup sa aspekta pojedinačnog grla. Zamjena

grupnog upravljanja individualnim može smanjiti troškove proizvodnje mlijeka (Hogeveen i Steeneveld, 2013).

Definicija preciznog mliječnog govedarstva je upravljanje najmanjom proizvodnom jedinicom (po mogućnosti jednom kravom) kako bi joj se omogućilo da realizira svoj genetski potencijal u skladu s gospodarskim ciljem i dobrobiti životinja (Maltz, 2010). Precizno mliječno govedarstvo koristi moderne tehnologije za prikupljanje podataka od pojedinačnih krava te najnovije tehnologije praćenja životinja temeljene na strojnom učenju i algoritmima računalnog vida u realnom vremenu koji su u mogućnosti otkriti probleme u ranoj fazi dok je proces u toku (Norton i Berckmans, 2017). Ovaj koncept se temelji na korištenju senzora i drugih uređaja za prikupljanje podataka o prehrani, proizvodnji mlijeka, kretanju i ponašanju životinja. Ti podaci se prikupljaju i analiziraju uz pomoć računalnih programa, što omogućuje korisnicima da prate zdravlje životinja, donose odluke o hranjenju i reprodukciji te predviđaju eventualne probleme u proizvodnji mlijeka. Prednosti preciznog mliječnog govedarstva su :

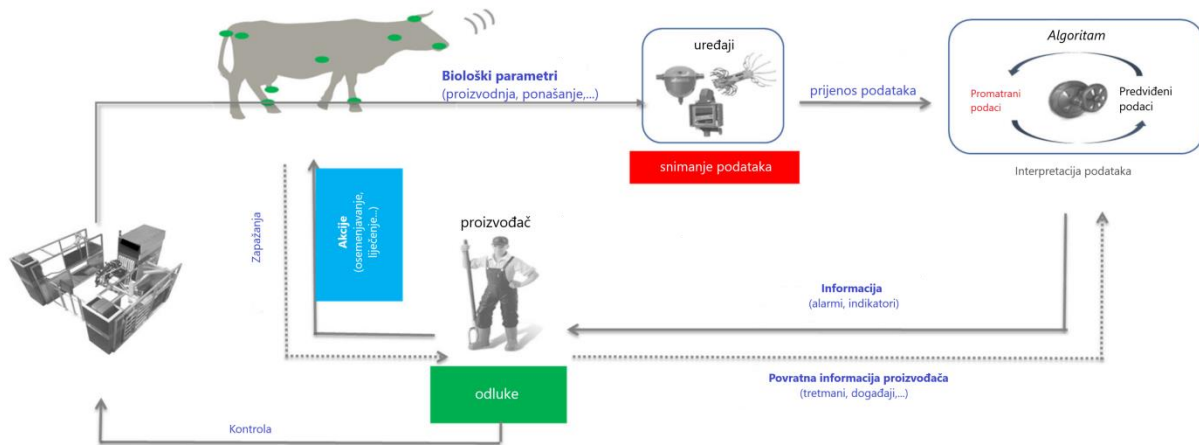
- povećanje učinkovitosti proizvodnje mlijeka i smanjenje troškova,
- poboljšanje zdravlja i dobrobiti životinja,
- bolje korištenje resursa, poput hrane i vode,
- bolja prilagodljivost na promjene u okolišu i klimatskim uvjetima,
- bolja sljedivost i nadzor nad proizvodnjom mlijeka.

Tehnologije preciznog mliječnog govedarstva su važne za budućnost poljoprivrede jer omogućavaju maksimalno korištenje individualnog potencijala, poboljšanje učinkovitosti i održivosti proizvodnje mlijeka, bolju kvalitetu proizvoda i smanjenje negativnog utjecaja farme na okoliš. Sustavi preciznog mliječnog govedarstva mogu se koristiti za dijagnostiku i upravljanje (Slika 1.), te obuhvaćaju:

- senzore koji prikupljaju podatke,
- fiziološke obrasce za tumačenje podataka,
- algoritme za donošenje odluka i
- moguće alate za samoizvršenje.

Svi dijelovi se mogu integrirati u jedan sustav, ali u praksi je češće da su neki dijelovi odvojeni. Proizvođači mlijeka već koriste mnoge tehnologije preciznog mliječnog govedarstva, kao što su brojači koraka, automatski uređaji za mjerenje temperature, automatski uređaji za detekciju estrusa, dnevna mjerenja tjelesne mase te mjerenje količine i kvalitete proizvedenog mlijeka. Uobičajeno je da se istraživanja u preciznom mliječnom

govedarstvu usredotočuju na jedan čimbenik i/ili informacije o pojedinačnim kravama ili na razini farme, ali za stvaranje novih uvida je potrebno razumijevanje složenih interakcija između različitih čimbenika u poljoprivredi tijekom vremena (Lokhorst i sur., 2019).



Slika 1. Prikaz sustava preciznog mliječnog govedarstva (Izvor: Kleen i Guatteo, 2023)

## 2.4 Kontrola proizvodnosti

Planski uzgoj i selekcija bila je jedna od najvažnijih inovacija u stočarstvu u prošlom stoljeću. Pravilno i sustavno provođenje uzgojnog rada u stočarstvu moguće je samo uz poznavanje proizvodnih karakteristika pojedinih životinja. Kontrola proizvodnosti prikuplja podatke o proizvodnji pojedine životinje koji su korisni za procjenu ekonomičnosti uzgoja, procjenu tržišne vrijednosti životinje pri prodaji te najbitnije, procjenu uzgojne vrijednosti pojedinog grla. Nijedan uzgojni program ni selekcija najboljih jedinki sa aspekta definiranog uzgojnog cilja ne može se provesti bez poznavanja uzgojnih vrijednosti svake pojedine životinje odnosno bez provedbe kontrole produktivnosti.

Kontrola proizvodnosti daje informaciju proizvođaču kako doći do kvalitetnog genetskog materijala i na koji način se on može proizvesti u domaćem uzgoju. Veći i napredniji proizvođači znaju da je kontrola proizvodnosti, a samim time i uzgoja, za njih dugoročan i ekonomski opravdan posao. Kontrola produktivnosti daje važne informacije o proizvodnim karakteristikama životinja, a sami podaci služe selekcijskim potrebama jer se njima određuje uzgojna vrijednost životinje, kontrola naslijeđa i planiranje usmjerenja proizvodnje. Iako u prvom redu služi kao temelj selekcije i daje smjernice kako unaprijediti i povećati strukturu stada, također pokazuje kako proizvođač upravlja svojim stadom, hranidbom i zdravljem životinja te mu omogućuje optimizaciju upravljanja stadom temeljem istih podataka. Sve veći

značaj optimizacije managementa evidentan je i u najnovijim ekonomskim istraživanjima farmi mliječnih krava u SAD-u (Hutchins i sur., 2021), prilikom čega je utvrđeno da je ostvarena najmanja dobit od povećanja ulaganja na uzgoj ili visoko proizvodnu genetiku, što sugerira da su povrati od ulaganja u genetiku sve manji.

Kontrola proizvodnosti goveda u Hrvatskoj, provodi se u stadima u kojima se nalaze, uzgojno potvrđena i upisana u upisnik grla prema preporukama ICAR-a (International Committee for Animal Recording), te uključuje mjerenje i bilježenje pojedinih svojstava u ovisnosti o vrsti i smjeru proizvodnje. Svi postupci provode se sukladno ICAR preporukama, pri čemu se mjerenje i uzorkovanje mlijeka obavlja odobrenim mjernim uređajima, a bilježenje podataka putem ručnih računala. Prikupljeni podaci registriraju se putem računalnih aplikacija na ručnim računalima (dlanovnici), te se isti zajedno sa pedigree podacima koriste se za procjenu uzgojnih vrijednosti pojedinačnih grla (Ivkić, 2020).

Sukladno HAPIH-u (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH, 2022a), kontrola proizvodnosti u govedarstvu vrši se za sljedeće skupine osobina: mliječnost, tovnost, fitnes i vanjština.

**Kontrola mliječnosti** predstavlja najsloženiju aktivnost u kontroli proizvodnosti, a temeljem njenih rezultata izračunava se proizvodnja mlijeka u laktaciji (Ivkić, 2020). Kontrola mliječnosti uključuje mjerenje i uzorkovanje mlijeka odobrenim i redovito baždarenim mjernim uređajima, uz provedbu laboratorijske analitike i uvažavanje drugih kontrolnih postupaka sukladno standardima ICAR-a, te se točnost provedbe redovito provjerava putem sustava nadkontrole (HAPIH, 2020). Sukladno HAPIH-u (HAPIH, 2022a), za mjerenje i uzorkovanje koriste se odobreni mjerni uređaji poput pokretne elektronske vage, Waikato MKV, nepokretne elektronske vage u izmuzištu te robota za mužnju. Na farmama gdje se koriste pokretna vaga i Waikato MKV, svi podaci se prikupljaju računalnom aplikacijom dlanovnika. U stadima gdje se koristi nepokretna vaga u izmuzištu ili robotska mužnja, dlanovnik aplikacija povezuje životni broj krave i bočicu s uzorkom preko bar-koda, dok se ostali podaci kao što su količina mlijeka, satnica i trajanje mužnje preuzimaju iz farmskog računala koje upravlja mužnjom. Prikupljeni uzorci se dopremaju i analiziraju u središnjem laboratoriju za kontrolu kvalitete mlijeka, Centru za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda u Križevcima. Rezultati kontrole mliječnosti dostupni su uzgajivačima u obliku više izvještaja različitog formata i mogu se preuzeti putem web aplikacije za posjednike ili u područnom uredu Centra za stočarstvo Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu (HAPIH). Rezultati kontrole mliječnost koriste se kako za procjenu uzgojnih vrijednosti tako i za upravljanje

mliječnim stadom, gdje su osnova određivanja hranidbenog, zdravstvenog i reproduktivnog statusa te racionalnog sustava hranidbe prema stvarnim potrebama krava (Ivkić, 2020).

**Kontrola tovnih osobina** temelji se na podacima iz klaonica - KOLK sustav, kojeg vodi Uprava za stočarstvo i kvalitetu hrane Ministarstva poljoprivrede. Prikupljaju se podaci o težini trupa i zamašćenosti, te dobi pri klanju dok su neto dnevni prirast i utvrđivanje klase mesa izračunate vrijednosti (Ivkić, 2020). Kontrola se obavlja na temelju podataka iz sustava razvrstavanja govedih trupova a sam postupak provode za to osposobljeni klasifikatori, ovlašteni od strane Ministarstva poljoprivrede (HAPIH, 2020). Drugi izvor podataka o tovnim osobinama je *performance test* bikova u field uvjetima, koji se u skladu s preporukama ICAR-a provodi za buduće rasplodne bikove mesnih pasmina (HAPIH, 2022a).

**Podaci za osobine fitnesa** (laka teljenja, nizak broj somatskih stanica, dobra plodnost, dugovječnost...) prikupljaju se kroz sustav obveznog označavanja i registracije goveda, sustav kontrole mliječnosti i putem Registra reprodukcijuskog materijala (Ivkić, 2020).

Sukladno HAPIH-u (HAPIH, 2022a), podaci o tijeku teljenja (laka/teška), broju mrtvorodne teladi, trajanju među-telidbenog razdoblja i izlučenjima (dugovječnost) se prikupljaju kroz sustav označavanja i registracije goveda, te Registra reprodukcijuskog materijala (oba sustava vodi Uprava za stočarstvo i kvalitetu hrane Ministarstva poljoprivrede), dok kontrola mliječnosti pruža podatke o broju somatskih stanica, razini ureje i prosječnom protoku mlijeka, te Registar reprodukcijuskog materijala između ostalog sadrži podatke o obavljenim osjemenjivanjima (osobine plodnosti).

**Ocjena vanjštine krava** provodi se u simentalskoj i holstein pasmini prema preporukama ICAR-a i međunarodnih pasminskih udruženja (Europski savez uzgajivača simentalskog goveda - EVF i Svjetski savez uzgajivača Holstein goveda - WHFF) (HAPIH, 2022a). Ocjenu obavljaju ocjenjivači koji najmanje jednom godišnje prolaze izobrazbu na kojoj se s ciljem povećanja točnosti ocjene usklađuje sustav ocjenjivanja između različitih ocjenjivača (Ivkić, 2020). Svojstva vanjštine su, više ili manje, povezana s proizvodnim i funkcionalnim osobinama (HAPIH, 2020), te se prikupljeni podaci koriste za upravljanje stadom (menadžment) i za genetsko vrednovanje.

## 2.5 Kontrola mliječnosti

Kontrola mliječnosti, kao najznačajniji dio kontrole proizvodnosti u mliječnih grla, predstavlja jednu od tehnologija preciznog mliječnog govedarstva, te podrazumijeva

prikupljanje podataka o životinjama na gospodarstvima, koji predstavljaju osnovu za provedbu selekcije te poboljšanje upravljanja stadom. Prvi počeci kontrole proizvodnosti u svijetu zabilježeni su 19. stoljeću. U Sjedinjenim Američkim Državama je 1890. godine bilo oko 15 milijuna krava, ali je znanje o prehrani i proizvodnji mlijeka bilo ograničeno (Hodgson, 1956). Također nije postojao program testiranja koji bi usmjeravao farmere, a metode proizvodnje mlijeka visoke sanitarne kvalitete su bile neadekvatne. Stoga je 1895. godine osnovan Odjel za mlijeko, koji 1926. godine prerasta u Biro za mliječnu industriju s tri glavna odjela koji pokrivaju područja kvalitete mlijeka, prehrane i tehnologije upravljanja te poboljšanja mliječnih stada, što uključuje istraživanja u vezi sa testiranjem krava. Prvu udrugu za testiranje krava osnovao je Helmer Rabild u Michiganu 1905. godine (Hodgson, 1964). Početkom 20. stoljeća osnovana je državna savjetodavna služba, koja je u suradnji s federalnim Biroom unijela stabilnost i ujednačenost u program ali uz kontrole na lokalnoj razini (Voelker, 1981). Prvi jedinstveni skup pravila i smjernica za rad udruga za testiranje krava, razvio je komitet federalnih stručnjaka osnovan od strane American Dairy Science Association, te je sama organizacija od 1927. godine poznata kao Dairy Herd Improvement Association (DHIA). U Europi je prvi službeno priznati sustav registracije podataka pokrenut u Danskoj kada su 1895. godine osnovane organizacije za evidentiranje mlijeka (Yadeta i sur., 2020). Na tlu Velike Britanije, prvi progresivni iskorak je napravljen još 1822. godine, objavljivanjem prvog službenog tržišta matičnih knjiga (Tustin, 1926), a već 1914. godine pod Ministarstvom poljoprivrede osnovana su Milk Recording Society, koja su imala 264 člana i službeno registrirana 7.331 mliječna grla. Tijekom prvih desetljeća 20. stoljeća, mnoge su europske zemlje usvojile bilježenje mlijeka, ali metodologija nije bila usklađena zbog primjene različitih intervala uzorkovanja i metoda analize. Prve pokušaje međunarodne standardizacije, napravio je 1922. godine International Institute of Agriculture (prethodnik FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nation), ali je međunarodna organizacija osmišljena kako bi uskladila metode mjerenja količine mlijeka, postupke izračuna i formulacije rezultata, nastala tek 1951. godine kao European Milk and Butterfat Recording Committee (Cattin-Vidal., 1990). S obzirom na područje odgovornosti, 1990. godine naziv je promijenjen u International Committee for Animal Recording - ICAR.

Na području Hrvatske, uzgojno-seleksijski rad u mliječnom govedarstvu odnosno kontrola količine namuženog mlijeka te postotka mliječne masti započeo je 1907. godine, dok se početak organiziranog seleksijskog rada se vezuje za 1913. godinu kada je osnovana „Unija hrvatskih uzgajivača goveda“ (Gantner i Jovanovac, 2004). Republika Hrvatska je članica

ICAR-a od 1992. godine, te posjeduje Certifikat kvalitete što podrazumijeva stalnu prilagodbu opće prihvaćenim međunarodnim standardima (HAPIH, 2022a).

Prema pravilima ICAR-a (ICAR, 2018), metode kontrole mliječnosti su :

- **Metoda A** – kontrolu provodi službeni predstavnik organizacije za kontrolu – ovo uključuje i kontrole koje se poduzimaju odobrenim sustavima na farmi koje nadzire službeni predstavnik i kojima se može manipulirati poljoprivrednik ili osoba koju on imenuje.
- **Metoda B** – kontrolu provodi poljoprivrednik ili osoba koju on imenuje
- **Metoda C** – kontrolu provodi poljoprivrednik ili osoba koju on imenuje, te službeni predstavnik organizacije za kontrolu.

Prikaz minimalnog broja kontrola godišnje, te minimalne i maksimalne dužine intervala između kontrola je naveden u tablici 1.

Tablica 1. Standardi ICAR-a za intervale između kontrola (Izvor: Gantner i Jovanovac, 2004).

Metoda kontrole	Interval između kontrola (tjedni)	Minimalan broj kontrola/godišnje	Interval između kontrola (dani)	
			min. broj dana	max. broj dana
<b>A1</b>	1	44	4	10
<b>A2</b>	2	22	10	18
<b>A3</b>	3	15	16	26
<b>A4, AT4, B4</b>	4	11	22	37
<b>A5, AT5</b>	5	9	32	46
<b>A6, AT6, B6</b>	6	8	38	53
<b>A7</b>	7	7	44	60
<b>A8</b>	8	6	50	70
<b>A9</b>	9	5	55	75
<b>Dnevna</b>	Dnevno	310	1	3

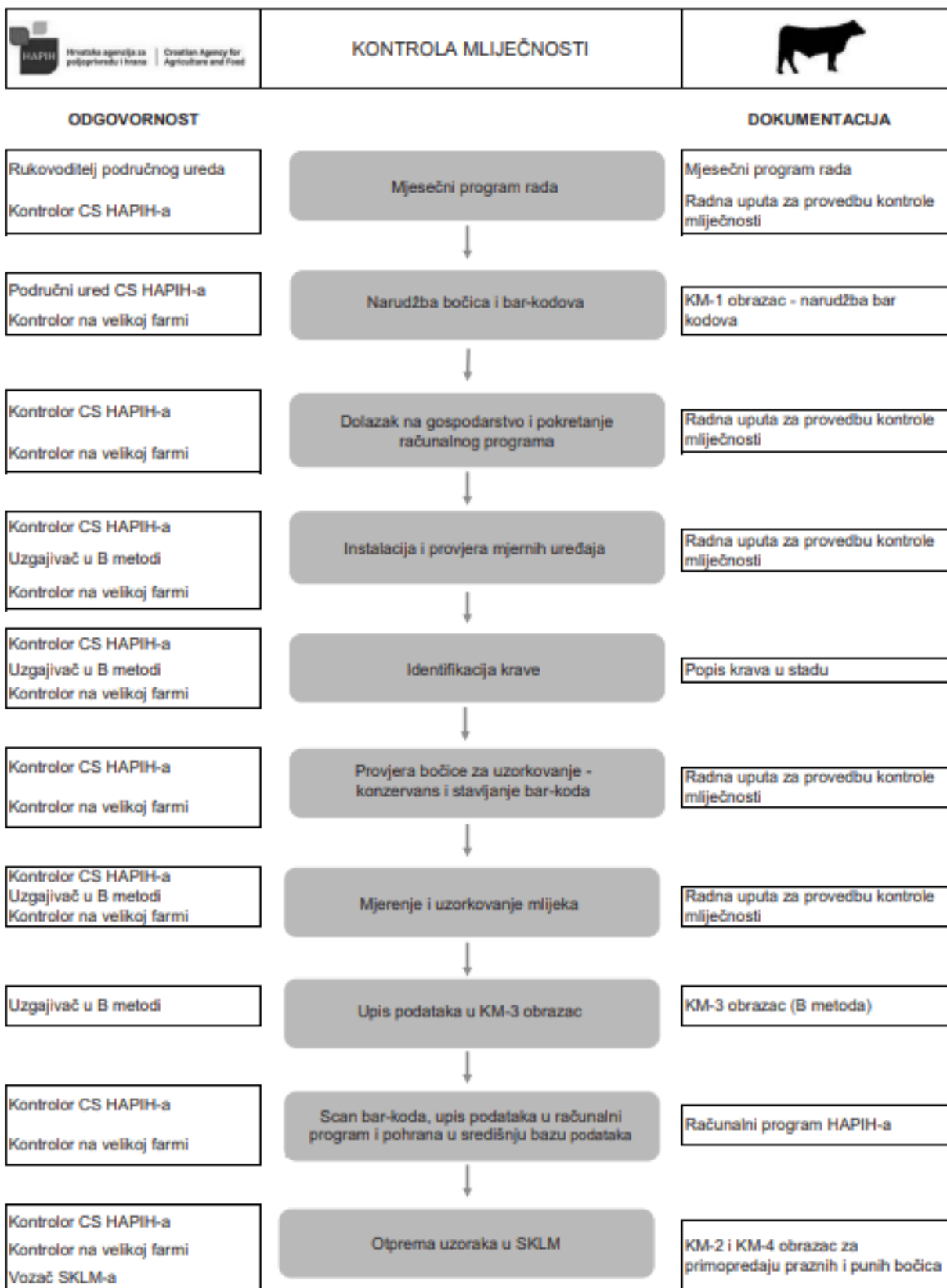
Sukladno pravilima ICAR-a (ICAR, 2017), referentna metoda kontrole mliječnosti je A4 metoda, pri kojoj kontrolu vrši predstavnik organizacije koja vrši kontrolu proizvodnosti (u Hrvatskoj je to djelatnik HAPIH-a), koji mjeri količinu te uzima uzorke mlijeka svaka četiri tjedna, s proporcionalnim uzrokovanjem iz dnevnih mužnji. Nadalje, sukladno ICAR-u dopuštena je upotreba i drugih metoda uz uvjet da se dobiveni rezultati matematički korigiraju na referentnu metodu (Gantner i Barać, 2016). Tako se pri alternativnoj AT metodi, kontrola se provodi tijekom jedne mužnje, naizmjenice, ili pri jutarnjoj ili pri večernjoj mužnji, te se rezultati moraju korigirati (ICAR, 2017). Tijekom mužnje na test dan, u svrhu izračunavanja intervala između uzastopnih mužnji, bilježi se početno vrijeme trenutne mužnje i početno vrijeme prethodne mužnje za svaku kravu (Gantner i sur., 2009). Razdoblje između

dvije uzastopne kontrole mliječnosti pri A4/AT4 metodi kontrole iznosi između 22 i 37 dana a preporuka je da prosjek bude 30 dana, tako da se na godišnjem nivou obavi 11 kontrola. Dnevna količina mlijeka se procjenjuje na osnovu prethodno utvrđenog i testiranog statističkog modela koji uzima u obzir interval između uzastopnih mužnji. Upotreba metode jednostavnog udvostručavanja količina mlijeka daje precjenjivanje odnosno podcjenjivanje dnevnih količina mlijeka prilikom procjene samo na osnovu jutarnjih, odnosno večernjih zapisa (Gantner i sur., 2009), tako da se interval između uzastopnih mužnji uzima u obzir kao kovarijabla. Korekcijski faktori rabe se i za projekciju pojedinih komponenata mlijeka (mliječne masti i bjelančevina) dok se za sadržaj laktoze, ureje te broj somatskih stanica trenutno ne vrši korekcija (Gantner i Barać, 2016). Alternativna metoda kontrole mliječnosti u 4-tjednim intervalima osigurava nisku pristranost i visoku točnost procjene količine mlijeka u 100, 200 i 305 dana laktacije, dok metode kontrole mliječnosti u 6- tjednim intervalima daju predviđanja sa većom pristranošću te manjom preciznošću procjene (Gantner i sur., 2008). Prema navodima Gantner i Barać (2016), brojne su prednosti alternativne metode kontrole u odnosu na referentnu:

- smanjuju se troškovi rada i prijevoza kontrolora, a time i ukupni troškovi kontrole mliječnosti po grlu ,
- povećava se broj kontroliranih gospodarstava po kontroloru,
- ukupni troškovi provedbe kontrole mliječnosti smanjuju se u iznosu 15 – 25% u odnosu na troškove provedbe kontrole referentnom metodom,
- kontrolor manje utječe na rutinu mužnje jer je prisutan samo pri jednoj mužnji mjesečno,
- jednostavnija je i izvedba mjesečnog programa
- genetski napredak u populaciji brži zbog mogućnosti uključivanja većeg broja mladih bikova u progno testiranje.

Kontrola mliječnosti u Republici Hrvatskoj provodi se prema AT4 metodi u približno 2/3 stada, dok se BT4 metoda provodi u približno 1/3 stada (HAPIH, 2020). Provedba kontrole mliječnosti u Republici Hrvatskoj je prikazana na slici 2.





Slika 2. Provedba kontrole mliječnosti (Izvor: HAPIH, 2020).

## 2.6 Rezultati kontrole mliječnosti

U Hrvatskoj kontrolu proizvodnosti provodi Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH) koja je i član Međunarodnog komiteta za kontrolu proizvodnje - ICAR. Kontrola mliječnosti krava je postupak kontrole proizvodnosti, kojim se utvrđuju kvantiteta i kvaliteta mlijeka za svako pojedinačno grlo. Evidentiranje mlijeka poboljšava ekonomsku i socijalnu održivost farmi (Balaine i sur., 2020).

Prema Gantner i Barać (2016), uzorci mlijeka se mogu podijeliti prema svrsi uzorkovanja na komercijalne i selekcijske uzorke. Komercijalni uzorci koriste se za utvrđivanje cijene mlijeka pojedinog proizvođača prema kakvoći mlijeka, a bitna je zaštita interesa proizvođača, prerađivača i potrošača. Seleksijski uzorci koriste se za kontrolu i utvrđivanje uzgojne vrijednosti proizvodnih životinja te za unaprjeđenje managementa stada. Aspekti uzorkovanja mogu se podijeliti na preradbeni i higijenski. Preradbeni aspekti uzorkovanja odnose se na uzimanje uzoraka i rezultate ispitivanja uzoraka kako bi se utvrdile preradbene osobine mlijeka za pojedine proizvode, te su temelj za usmjeravanje mlijeka u preradu i utvrđivanje randmana u preradi mlijeka, dok su higijenski aspekti uzorkovanja usmjereni na utvrđivanje higijenske ispravnosti mlijeka i otklanjanje uzroka loše kakvoće.

Prikupljeni uzorci dopremaju se i analiziraju u Središnjem laboratoriju za kontrolu mlijeka (SLKM) Centra za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda u Križevcima (HAPIH, 2022a). U SLKM-u se utvrđuje sastav mlijeka i obavlja analiza komercijalnih uzoraka mlijeka za sve proizvođače i otkupljivače mlijeka u Hrvatskoj kao i selekcijske uzorke prikupljene pri redovnom provođenju kontrole mliječnosti (Gantner i Barać, 2016.). Proces laboratorijske analitike uključuje niz koraka koji su bitni za dobivanje kvalitetnih i pouzdanih rezultata. Nakon prijema uzorka, laboratorijski tehničar provodi analizu prema određenim postupcima i protokolima koji se prilagođavaju vrsti uzorka i metodi analize. Nakon toga, dobiveni rezultati se prenose u bazu podataka koja ih pohranjuje i omogućuje daljnju obradu. Nakon prikupljanja i analiziranja podataka, provodi se ocjena procesa kako bi se osigurala kvaliteta analize i podataka. Ovo uključuje procjenu pouzdanosti i točnosti rezultata, provjeru da li su postupci analize bili pravilno provedeni, te provjeru opreme i instrumentacije koja se koristila za analizu. Konačno, nakon što su dobiveni rezultati verificirani, šalju se korisnicima. Time se proces u laboratoriju završava, a korisnici dobivaju potrebne informacije kako bi donijeli odluke u skladu s dobivenim rezultatima.

Iz sustava kontrole mliječnosti uzgajivačima je na raspolaganju više od 20 izvještaja (standardni i dodatni) koji su dostupni preko web aplikacije za posjednike (<https://stoka.hpa.hr/posjednik/>) (HAPIH, 2020), te o načinu primanja izvještaja s rezultatima kontrole mliječnosti odlučuje uzgajivač, bilo preko područnog ureda (elektroničkom poštom, fax-om, poštom, preko kontrolora prilikom slijedećeg dolaska na farmu) ili putem web stranice HAPIH-a (aplikacija za posjednike).

Dnevni izvještaj kontrole mliječnosti, definiran od strane Centra za stočarstvo – HAPIH-a (HAPIH, 2022b), je standardni izvještaj rezultata kontrole mliječnosti, te prikazuje podatke o proizvodnji mlijeka i zdravstvenom stanju krava. U izvještaju su prikazane krave kojima je uzet uzorak mlijeka i napravljena laboratorijska analitika. Podaci u tablici uključuju redni broj laktacije, broj dana u laktaciji, dnevnu količinu mlijeka za kontrolni i prethodni mjesec, sadržaj mliječne masti, bjelančevina i laktoze, broj somatskih stanica za kontrolni i prethodni mjesec, indeks mast/bjelančevine, urea i zadnje osjemenjivanje (datum i bik). Nadalje su prikazane krave kojima nije uzet uzorak mlijeka (npr. s mastitisom ili u suhostaju), a prikazane su i prosječne vrijednosti komponenti mlijeka za krave, u okviru proizvodnih skupina određenih prema proizvodnosti i stadiju laktacije. Također su obuhvaćeni podaci o teljenjima između dvije zadnje kontrole, te podaci o zaključenim laktacijama (trajanje laktacije  $\geq 210$  dana) zaključene u zadnjih 180 dana, uključujući datum početka i završetka laktacije, trajanje laktacije i servisno razdoblje. Na temelju tih vrijednosti prikazan je broj i prosječna mliječnost standardnih laktacija (305-dana) zaključenih u zadnjih 180 dana. U zaglavlju Dnevnog izvještaja, je prikazana vrijednost temperaturno-humidnog indeksa (THI), dok je na dnu legenda koja opisuje pojmove koji se koriste u izvještaju.

Temeljem rezultata kontrole mliječnosti, uzgajivačima su dostupni i drugi izvještaji, koji pomažu pri određivanju hranidbenog, zdravstvenog i reproduktivnog statusa stada (HAPIH, 2022b) :

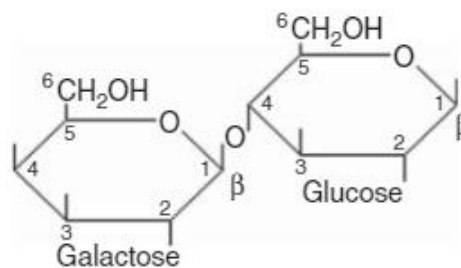
1. Za određivanje hranidbenog statusa
  - a. Odnos bjelančevine: urea
  - b. Odnos mliječne masti i dnevne količine mlijeka
  - c. Odnos bjelančevina i dnevne količine mlijeka
  - d. Odnos indeksa mast i bjelančevina (IMB) i dnevne količine mlijeka
  - e. Odnos ureje i dnevne količine mlijeka
  
2. Za određivanje zdravstvenog statusa

- a. Broj somatskih stanica prema stadiju laktacije
- b. Odnos broja somatskih stanica spram trenutne i prethodne kontrole
- c. Odnos broja somatskih stanica prije suhostaja i nakon teljenja
- d. Prosječan broj somatskih stanica tijekom zadnjih 12 mjeseci
- e. Mjesečno kretanje broja somatskih stanica
- f. Postotni udio somatskih stanica
- g. Diferencirane somatske stanice
- h. Odnos laktoze i dnevne količine mlijeka

Rezultati se mogu koristiti u različite svrhe: ocjena uzgojne vrijednosti pojedinog grla, definiranje uzgojnih ciljeva, pokazatelj zdravstvenog i hranidbenog statusa pojedinog grla, efikasnije upravljanje farmom, utvrđivanje profitabilnosti proizvodnje, definiranje mjera agrarne politike. Proizvođači mlijeka, direktnu korist od rezultata kontrole mliječnosti imaju njihovom primjenom u optimizaciji hranidbe (sadržaj masti, proteina i njihovom odnosu, sadržaj ureje), otkrivanju metaboličkih poremećaja (sadržaj proteina i ureje, odnos mliječne masti i proteina) kao i poremećaja u zdravstvenom statusu (sadržaj laktoze i broj somatskih stanica).

## 2.7 Dnevni sadržaj laktoze

Laktoza je disaharid koji se sastoji od dva ugljikohidrata sa šest ugljika: molekule glukoze i galaktoze (Slika 3.), a sinteza se odvija u Golgijevom tijelu epitelnih stanica mliječne žlijezde. Količina proizvedenog mlijeka gotovo potpuno ovisi o brzini sinteze laktoze u mliječnoj žlijezdi jer je stvaranje volumena mlijeka osmotski fenomen. Laktoza je odgovorna za 50% osmotskog tlaka mlijeka, a smanjenje njezine razine uzrokuje dramatično smanjenje količine mlijeka, a više iona prelazi iz krvi u mlijeko kako bi održala osmotsku ravnotežu (Alhussien i Dang, 2018). Postoji praktički samo jedan prekursor laktoze, a taj prekursor je glukoza iz plazme preživača i nepreživača. Sama mliječna žlijezda ne proizvodi glukoza jer joj nedostaje ključni enzim glukoza-6-fosfataza, a sva glukoza mora biti opskrbljena arterijskom krvlju vimena. Za svaki kg mlijeka potrebno je 72 g glukoze, od čega se oko dvije trećine koristi za sintezu laktoze, Stoga, kod krave koja daje 40 kg mlijeka dnevno, mliječna žlijezda treba dnevno primiti oko 3 kg glukoze (Zhao i Keating, 2007).



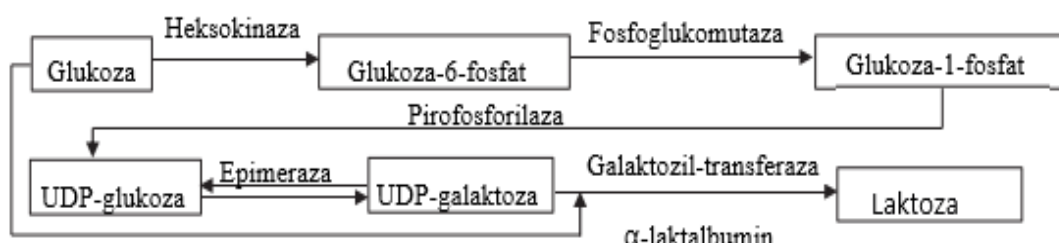
Slika 3. Kemijska struktura laktoze (Izvor: Kwak i sur., 2014)

Dva su izvora glukoze u plazmi: apsorpcijom iz crijeva i glukoneogenezom, metaboličkim putem koji rezultira stvaranjem glukoze iz neugljikohidratnih ugljikovih supstrata kao što su piruvat, laktat, glicerol i glukogene aminokiseline. U preživača se malo glukoze apsorbira iz crijeva, tako da se velika većina sintetizira putem glukoneogeneze. Većina (približno 90%) ove sinteze događa se u jetri, a ostatak u bubrezima (Kaneko i sur., 2008). Kod preživača, veliku većinu ugljikohidrata iz hrane razgrađuju u buragu bakterije i protozoe kako bi zadovoljile vlastitu potrebu za energijom, te fermentacijom stvaraju masne kiseline kratkih lanaca (SFCA), kao što su butirat, acetat i propionat koje se onda resorbiraju kroz zid buraga u krvotok. U jetri propionat ulazi u proces glukoneogeneze kroz ciklus limunske kiseline. Povišene potrebe za glukozom kod mliječnih krava u laktaciji zadovoljavaju se kombinacijom povećanog kapaciteta za glukoneogenezu i povećane ponude glukoneogenih prekursora, prvenstveno propionata (Zhang i sur., 2015). To znači da su preživači u stanju kontinuirane

glukoneogeneze i da su razine glukoze u krvi u preživača niže od onih u nepreživača. Preživači „štede“ glukozu jer kao izvor energije mogu koristiti i acetat a za razliku od nepreživača, kod kojih je glukoza glavni prekursor za sintezu masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi, kod preživača potrebna acetyl CoA karboksilaza dolazi iz acetata, ostavljajući tako više dragocjene glukoze dostupnom za sintezu laktoze (Stelwagen, 2011). Znači, glavni supstrati su propionat i aminokiseline, te sama propionska kiselina čini više od 50% ukupne glukoze proizvedene u procesu glukoneogeneze. Glukogene aminokiseline mogu pridonijeti do 30% proizvodnje glukoze, međutim, sinteza glukoze iz aminokiselina dovodi do značajnog viška dušika koji se zatim izlučuje kao urea, što predstavlja gubitak dušika za kravu (Hettinga, 2019). Ostali prekursori glukoze su piruvat, laktat apsorbiran iz buraga te glicerol koji se oslobađa tijekom lipolize, i imaju manji doprinos glukoneogenezi u krava.

Brzina sinteze laktoze također je konstantna u širokom rasponu koncentracija glukoze u krvi od 1,1 do 4,4 mmol/l (20–80 mg/dl), što ukazuje da je sinteza laktoze maksimalna čak i u hipoglikemijskim uvjetima (Kaneko i sur., 2008). Potrebe za glukozom mliječnih goveda u laktaciji stoga su od posebne važnosti, budući da glukoza nije potrebna samo za sintetiziranje laktoze. Jedna od njegovih drugih funkcija je glavni prekursor glicerola (za stvaranje mliječnih triglicerida). Štoviše, budući da preživači zahtijevaju da se veliki dio NADPH sintetizira iz glukoze u pentozofosfatnom putu, de novo sinteza masnih kiselina, u kojoj se koristi NADPH, također uključuje iskorištavanje glukoze (Hettinga, 2019). Ako postoji neusklađenost između uporabe glukoze za sintezu laktoze i glukoneogeneze u jetri, kao kod grla koja su u intenzivnoj laktaciji, doći će do negativne energetske bilance. Ova negativna energetska ravnoteža može dovesti do toga da krave mobiliziraju tjelesnu mast, što ih čini ranjivima na metaboličke i reproduktivne poremećaje.

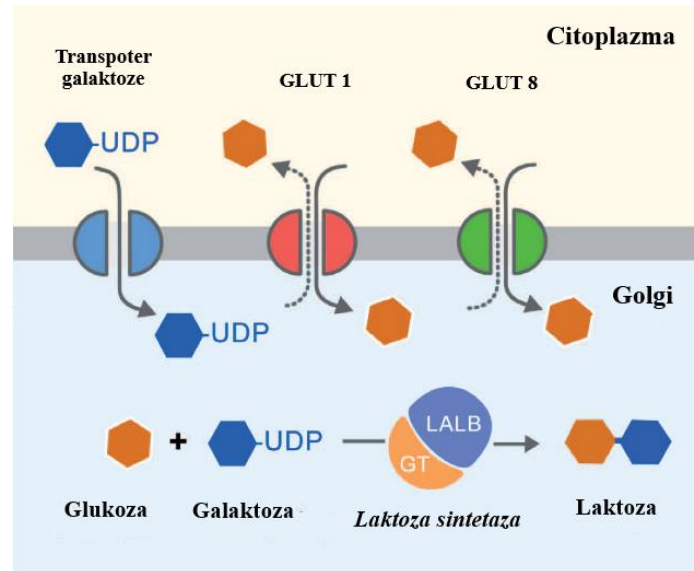
Sinteza laktoze iz glukoze zahtijeva niz koraka posredovanih enzimima (Slika 4.). Početni koraci odvijaju se u citosolu, dok se završni korak odvija unutar Golgijevog tijela.



Slika 4. Sinteza laktoze (Izvor: Hettinga, 2019)

Činjenica da se UDP-galaktoza stvara u citosolu znači da se i ona mora transportirati kroz Golgijevu membranu, putem aktivnog transportnog mehanizma. Posljednji korak spajanja

glukoze i galaktoze odvija se unutar Golgija, a reakciju katalizira enzim laktoza sintetaza. Ovaj ključni enzim sastoji se od dva proteina, enzima galaktozil transferaze i proteinskog modifikatora  $\alpha$ -laktalbumina (Slika 5.). Unatoč tome što je galaktozil transferaza vezana za unutrašnjost Golgijeve membrane mamarnih stanica, enzim nije specifičan za stanice dojke.

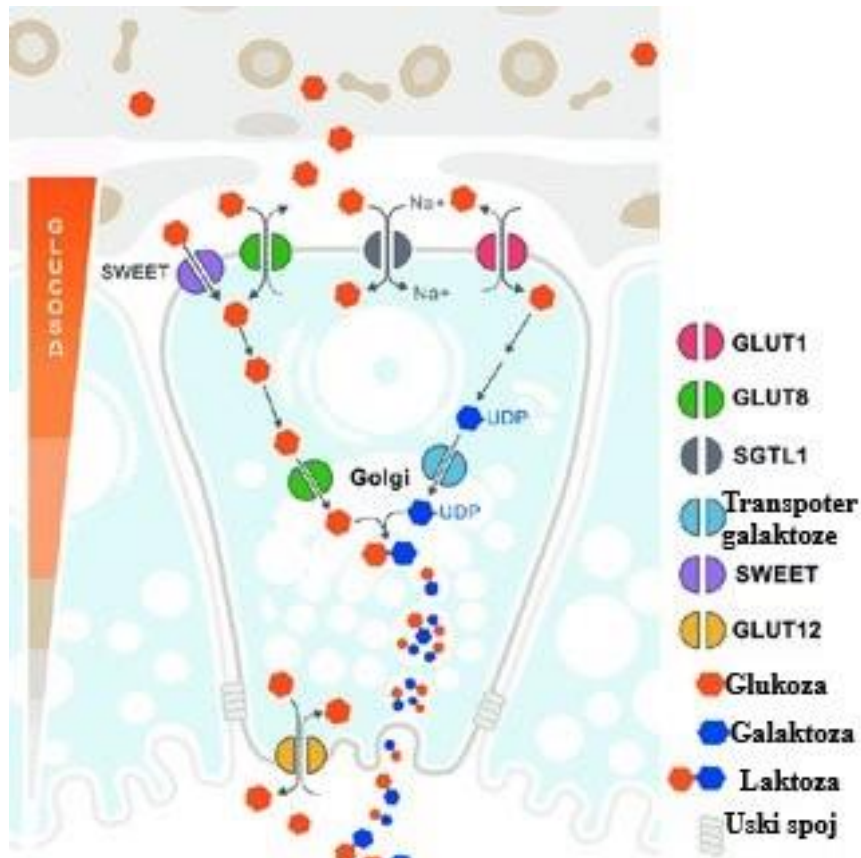


Slika 5. Sinteza laktoze sa transporterima Golgijeve membrane. GT- galaktozil transferaza; LALB-  $\alpha$ -laktalbumin (Izvor: Mardones i Villagrán, 2020).

U nedostatku proteinskog modifikatora, galaktozil transferaza ne sintetizira laktozu i umjesto toga katalizira sintezu N-acetil laktozamina na glikoproteinima, a to se događa u većini tkiva (Gutiérrez-Méndez, 2020). Tek nakon formiranja kompleksa s  $\alpha$ -laktalbuminom, koji povećava afinitet enzima za glukozu, on može olakšati stvaranje laktoze, procesa koji je jedinstven za mliječnu žlijezdu. Transkripcija  $\alpha$ -laktalbumina, koji je stoga neophodan za sintezu mlijeka, regulirana je hormonom prolaktinom, što ukazuje da je sustav laktoza sinteze aktivan samo u mliječnoj žlijezdi tijekom trudnoće i dojenja (Hettinga, 2019). Iako su i galaktoziltransferaza i  $\alpha$ -laktalbumin bitne komponente laktoza sintetaze, enzimski kompleks može se aktivirati samo u prisutnosti bivalentnih kationa, vjerojatno mangana, cinka i/ili kalcija (Stelwagen, 2011).

Unos glukoze u mliječnu žlijezdu je od velike važnosti za brzinu sinteze mlijeka, u tome posebno važnu ulogu imaju prijenosnici glukoze i galaktoze. Kod sisavaca se vrši na dva načina: olakšanim transport posredovanim transporterima glukoze (GLUT) i transport ovisan o natriju – pomoću kotranspotera  $\text{Na}^+$ /glukoza (SGLT) (Zhao i Keating, 2007). Transmembranski transport glukoze olakšavaju najmanje dva aktivna transportna sustava. Obitelj transportera glukoze (GLUTs) eksprimira se u goveđoj mliječnoj žlijezdi, pri čemu je GLUT1 ključni transporter; kotranspoteri natrij/glukoza (SGLT1 i SGLT2) nađeni su u tkivu

vimena, a protein SGLT1 otkriven je u frakciji stanične membrane (Stelwagen, 2011). Transporteri glukoze (Slika 6.), koji su već identificirani u epitelnim stanicama vimena preživača su transporteri glukoze GLUT1, GLUT8 i SGLT1, te dvosmjerni transporter šećera SWEET1 (omogućava prolaz glukoze iz krvi u mlijeko bez metaboliziranja), dok se s druge strane, glukoza se također prenosi u lumen alveole, putem GLUT12, dostižući koncentraciju od 1,5 mM u mlijeku, što je ekvivalentno koncentraciji koja se nalazi u citoplazmi (Mardones i Villagrán, 2020).



Slika 6. Unos glukoze u epitelne stanice mliječne žlijezde sa transporterima glukoze (Izvor: Mardones i Villagrán, 2020).

Kada uđe u citosol, glukoza se mora preseliti u Golgi aparat u kojem se odvija stvarna sinteza laktoze. Način ulaska glukoze u Golgi još nije do kraja razjašnjen, ali prisutnost GLUT1 snažno ukazuje na aktivan transportni mehanizam za glukozu nasuprot ranijim opažanjima o neograničenom ulasku glukoze u Golgi. Regulacija transkripcije gena koji kodiraju proteine koji su uključeni u sintezu laktoze još uvijek je nedostavno objašnjena, ali je jasno da transporteri igraju važnu ulogu (Osorio i sur., 2016). Analiza metaboličke kontrole pokazala je da, pri fiziološkim koncentracijama glukoze, fosforilacija heksokinazom vrši 80% kontrole metabolizma glukoze u laktozu i CO<sub>2</sub>, a transport vrši preostalih 20% (Xiao i Cant, 2005).

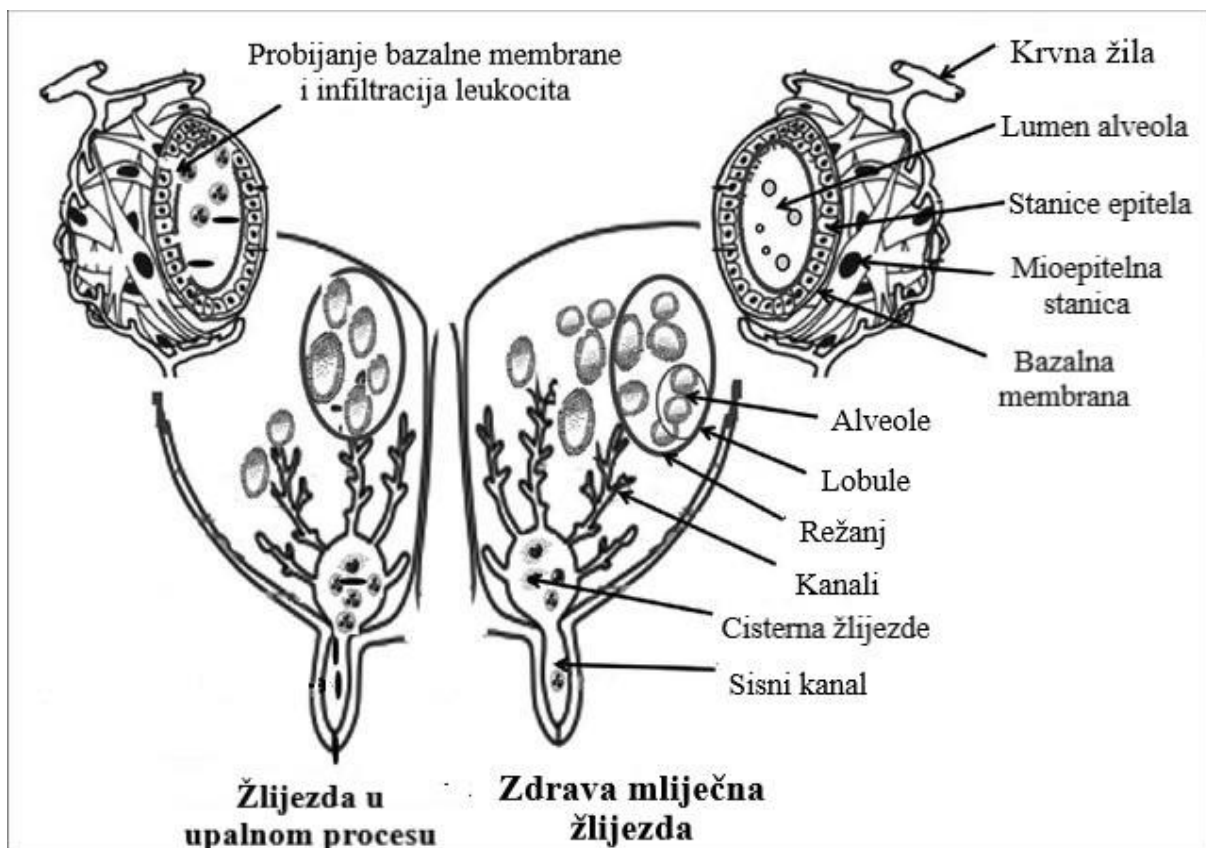


Kada se sintetizira, laktoza se izlučuje putem sekretornih vezikula koje nastaju na membrani Golgijevog tijela pa se kreću do membrane stanice sa kojom se stapaju oslobađajući sadržaj u lumen alveola (Sasaki i sur., 1978). Unutrašnjost vezikula sadrži i proteine, hipertoničan je i zato uvlači vodu iz citoplazme. Stoga povećanje sinteze laktoze, a time i veće koncentracije unutar sekretornih mjehurića, rezultira uvlačenjem više vode. To objašnjava zašto sadržaj laktoze u mlijeku vrlo malo varira unutar vrste, ali također znači veću proizvodnju mlijeka. Mada ioni i druge male otopljene tvari također pridonose hipertoničnom okruženju unutar sekretornih vezikula, laktoza je daleko glavni osmotski sastojak. Faktori upravljanja (učestalost mužnje, učestalost i redosljed hranjenja) i utjecaji iz okoline (stres, vlažnost, temperatura, buka, transport, novo okruženje, strah), mogu utjecati na sintezu laktoze. Mada većina ovih efekata ima indirektno djelovanje, smanjujući dostupne količine glukoze u krvi, ima indicija da stres narušava strukture koje okružuju sekretorne stanice i omogućava prelazak laktoze iz mlijeka u kapilarni splet oko alveola, pa samim tim i u krvotok (Stelwagen, 2016). Jedna zanimljiva razlika između čimbenika hranidbe i čimbenika okoliša u smislu njihovog utjecaja na laktozu je da kod prvih sadržaj laktoze u mlijeku ostaje konstantan, dok stres, fizički i psihički, rezultira nižim koncentracijama laktoze u mlijeku. Ovo je zanimljiv fenomen s obzirom da je laktoza glavni osmotski faktor u mlijeku. Jedini način na koji se sadržaj laktoze može smanjiti je 'curenje' iz bazena mlijeka između susjednih alveolarnih stanica u krvotok. Obično je ovaj takozvani paracelularni put blokiran uskim spojevima, strukturama poput brtve koje okružuju svaku sekretornu stanicu u mliječnoj žlijezdi, ali sada postoje dobri dokazi da stres može privremeno narušiti te uske spojeve, što rezultira povišenim razinama mlijeko laktoza u krvi. Kada uđe u krv, laktoza se ne metabolizira, ali se brzo uklanja putem bubrega. Poluvrijeme eliminacije laktoze je oko 40 minuta u krava. Sadržaj laktoze u mlijeku također može se smanjiti kao rezultat smanjene učestalost mužnje na isti način, 'curenjem' između sekretornih stanica preko otvorenih uskih spojeva u intersticijsku tekućinu i krv ali i zbog dejstva inhibicijskog proteina povratne sprege (Stelwagen, 2011). To je glikoprotein male molekularne težine (FIL), koji je učinkovit u mlijeku pohranjenom u alveolama, ali ne i u mlijeku koje se spustilo u skladišne sinuse, jer se vezuje na apikalnu membranu sekretornih stanica, te unutar njih prekida promet vezikula kroz Golgijev aparat (Knight i sur., 1998). Pretpostavlja se da kod mužnje jednom dnevno ovaj protein može djelovati na smanjenje sinteze laktoze, a time i prinosa mlijeka, dok je kod češće mužnje povratna inhibicijska aktivnost proteina smanjena ili spriječena. Iako je laktoza važna za osmotski tlak mlijeka, i soli su drugi glavni čimbenik osmotskog tlaka. Dok se laktoza sintetizira u mliječnoj žlijezdi, minerali se aktivno i pasivno transportiraju iz krvnih

kapilara u lumen mliječne žlijezde. Ovo je glavni razlog zašto postoje neke varijacije u sadržaju laktoze u mlijeku (Hettinga, 2019). Prvo, gledajući različite faze laktacije, vidimo da se laktoza polako smanjuje od približno 4,6% na vrhuncu laktacije do oko 4,4% u kasnoj laktaciji. To je zbog polagano rastuće stope pasivnog prijenosa minerala u lumen mliječne žlijezde tijekom dojenja, zbog povećanog prolaska preko tijesnih spojeva između epitelnih stanica vimena. U ranoj laktaciji, čvrsti spojevi između epitelnih stanica vimena dobro funkcioniraju i minimiziraju ovu pasivnu difuziju. Kako laktacija napreduje, tijesni spojevi gube učinkovitost i tada će omogućiti da više minerala pasivno difundira u mlijeko (Auldist i sur., 1995). Ova povećana količina minerala koja difundira u mlijeko tada će pridonijeti osmotskom tlaku, pa će se stoga postići stabilan osmotski tlak, te niža koncentracija laktoze u mlijeku. Miglior i sur. (Miglior i sur., 2006) utvrdili su nešto veći postotak laktoze kod krava holstein pasmine, koji se kretao od 4,69% do 4,42%, u usporedbi s Aishir kravama, koji se kretao od 4,63% do 4,34% (od 1. do 10. i više pariteta). Također su zabilježili niži postotak laktoze u kasno ljeto i jesen, a viši postotak u ostalim mjesecima, s porastom u prvih 30 do 60 dana laktacije, te stalnim smanjenjem tijekom ostatka laktacije. Najniže vrijednosti koncentracije laktoze zabilježene su u travnju, svibnju i lipnju, mjesecima koji se podudaraju s kišnom sezonom (Henaó-Velásquez i sur., 2014). Na varijabilnost sadržaja laktoze u mlijeku jače utječe broj somatskih stanica, paritet i sezona, ali nije toliko povezan s pasminom, fazom laktacije, prinosom mlijeka, kao ni s razinom masti i proteina u mlijeku (Alessio i sur., 2016). Smanjenje laktoze u mlijeku može nastati i kao posljedica: smanjenja sinteze i sekrecije zbog oštećenja stanica tkiva mliječne žlijezde izazvanog kemijskim djelovanjem posrednika upale (histamin, citokini); toksini bakterija oštećuju spojeve između epitelnih stanica i povećavaju propustljivost krvnih žila te narušavaju barijeru krv-mlijeko; povećane aktivnosti hidrolitičkih enzima bakterija, somatskih stanica i native proteinaze, plazmina (Auldist, 2020).

## 2.8 Dnevni broj somatskih stanica

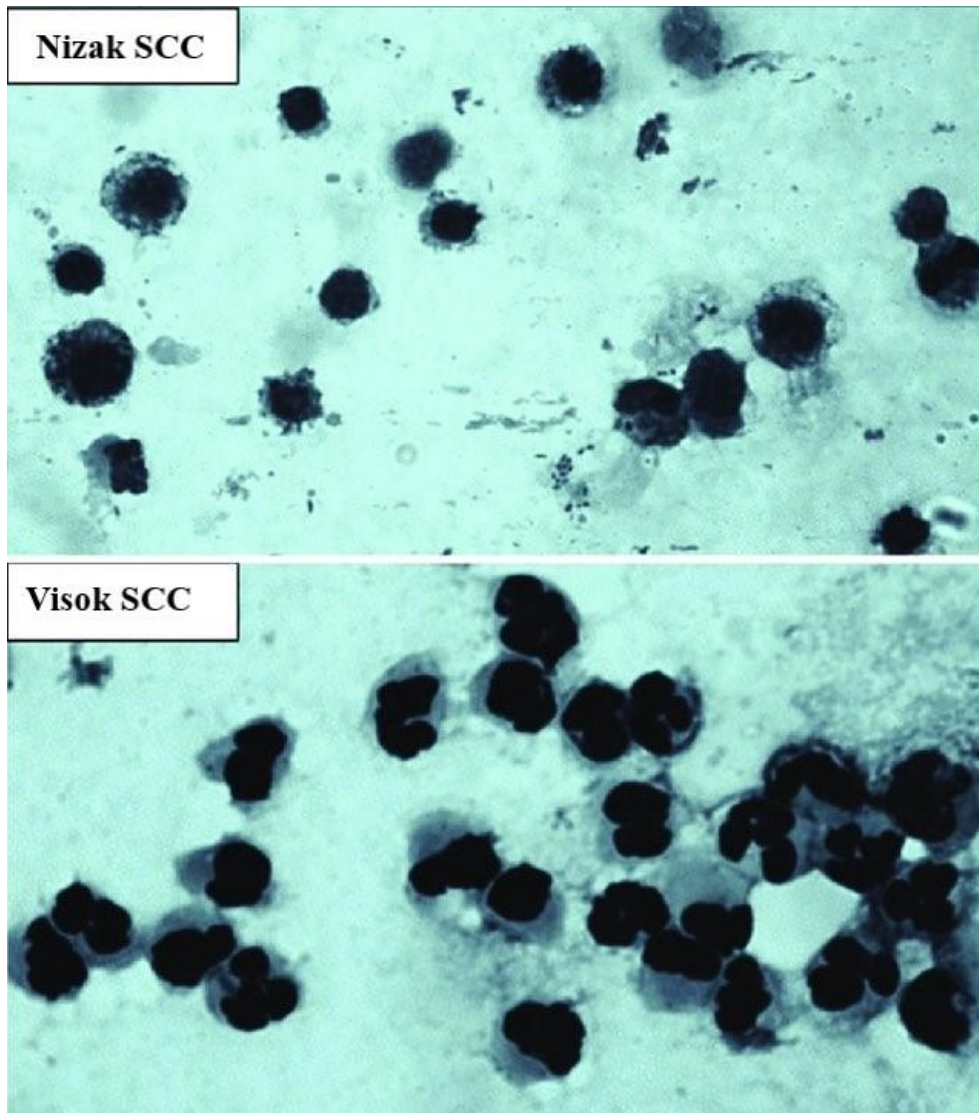
Somatske stanice u mlijeku obično se nalaze kao odbačene epitelne stanice vimena i stanice dobivene iz krvi koje igraju ulogu u obrani od infekcija. Prisutne su kao dio urođenog imunološkog sustava vimena. Uglavnom se sastoji od leukocita (neutrofilnih granulocita - PMN, makrofaga i limfocita) i manjeg broja odbačenih epitelnih stanica (Sordillo i sur., 1997.). U ukupnom broju somatskih stanica, udio leukocita je od 75 do 85 %, a udio epitelnih stanica je 15 do 25 % (Barrett, 2002). Sastav somatskih stanica mlijeka ovisi o stupnju laktacije, stupnju izloženosti patogenim organizmima iz okoliša i općem zdravstvenom stanju jedinke. Broj somatskih stanica (SCC) povezan je s upalnim procesima pa se može koristiti kao dijagnostička metoda u procjeni zdravlja vimena (Ivanov i sur., 2016). Invazija patogena u tkivo mliječne žlijezde potiče promet različitih imunskih stanica na mjesto upale (Slika 7.) što rezultira povećanjem broja somatskih stanica u izlučenom mlijeku (Alhussien i Dang, 2018).



Slika 7. Dijagramski prikaz zdrave i mastitične mliječne žlijezde. (Izvor: Alhussien i Dang, 2018)

Utvrđeno je da je povećanje SCC-a tijekom uzastopnih laktacija zapravo povezano samo s povećanjem broja polimorfonuklearnih leukocita (PMN), dok je povećanje SCC-a tijekom

bilo koje laktacije povezano s povećanjem i broja PMN-a i drugih somatskih stanica mlijeka (Blackburn, 1966). Smatra se da vime nije zaraženo ako je broj manji od 100.000 stanica/ml mlijeka (Smith i sur., 2001.), tj. zdravo mlijeko sadrži od 20.000 do 100.000 SCC/ml (Gráff i Mikó, 2015). Dopusštena količina somatskih stanica u mlijeku namijenjenom ljudskoj prehrani većinom je regulirana pravilnicima i propisima na razini pojedinih država. Somatske stanice u mlijeku s niskim i visokim sadržajem somatskih stanica, procijenjen izravnom mikroskopskom metodom prikazane su na slici 8.



Slika 8. Mikroskopski pregled razmaza somatskih stanica mlijeka (Izvor: Alhussien i Dang, 2018)

Gubitak u proizvodnji mlijeka zbog povećanog broja somatskih stanica rezultira ekonomskim gubicima za proizvođače mlijeka (Hadrić i sur., 2018.), a ukupni gubici mlijeka u stadu ovise o distribuciji SCC-a na razini krave i paritetu unutar stada (Chen i sur., 2021.). Neka su istraživanja pokazala da je razina SCC-a, kao pokazatelja prisutnosti različitih skupina

uzročnika, zbog niske specifičnosti negativno utjecala na točnost rezultata na pragovima od 150.000 SCC/ml u zajedničkom uzorku i 200.000 SCC/ml u uzorcima iz pojedinih četvrti vimen (Petzer et al., 2017). Druga su dokazala značajan pad u prinosu mlijeka (Mikó i sur., 2016) koji je izravno povezan s povećanjem SCC-a. Gubitak proizvodnje mlijeka značajno je povezan s razinom SCC-a, tako da su krave sa SCC-om u intervalu od 50.000 do 100.000 stanica/ml pokazale gubitak veći od 8%, dok su krave s prosječnim SCC između 100.000 - 250.000 stanica/ml imale smanjenu proizvodnju mlijeka za više od 15%, a preko toga i do 18% (Pfützner i Ózsvári, 2016). Ovisno o stadiju infekcije i snazi imunološkog odgovora organizma, mijenja se udio polimorfnonuklearnih leukocita i limfocita pa se diferencijalno brojanje somatskih stanica (DSCC) također može koristiti kao pokazatelj zdravlja vimen. Usporedbom vrijednosti SCC i DSCC moguće je identificirati zdrave životinje (niski SCC i DSCC), krave osjetljive na mastitis (povećanje neutrofila, tj. DSCC ali još uvijek nizak SCC), životinje s mastitisom (visoki SCC i DSCC) kao i životinje s mogućom kroničnom upalom (visok SCC i nizak DSCC) (Bobbo i sur., 2020).

Nadalje, promjene u sastavu mlijeka povezane su s različitim razinama DSCC (Stocco i sur., 2020), a veza sa SCS (logaritmiranim SCC) važna je zbog variranja indeksa laktoze i kazeina. Glavni čimbenik koji utječe na SCC na razini stada i krave je prisutnost intramamarnih infekcija, dok će drugi utjecaji, genetski i okolišni, kao što su redosljed i stadij laktacije, sezona, fitness, prisutnost toplinskog stresa i dnevne varijacije imati manji učinak na varijabilnost somatskih stanica (Harmon, 1994). Prisutnost intramamarne infekcije (IMI) i vrsta uključenih mikroorganizama bili su glavni čimbenici odgovorni za varijaciju SCC-a, ali četvrtina vimen (stražnja naspram prednja), dob i paritet bili su značajno povezani s varijacijom SCC-a, bez obzira na IMI (Sumon i sur., 2020). Razlike u broju somatskih stanica (SCC) zbog toplinskog stresa uvelike ovise o dnevnoj razini proizvodnje, pasmini i paritetu, a najveće povećanje dnevnog broja somatskih stanica (SCC) pronađeno je kod visokoproduktivnih prvoparitetnih krava Holstein pasmine (Gantner i sur., 2017).

### **2.8.1 Epitelne stanice**

Epitelne stanice mlijeka su stanice parenhima vimena koje luče mlijeko i djeluju kao prva obrambena crta. Pretpostavlja se da prisutnost epitelnih stanica u mlijeku predstavlja sredstvo za evakuaciju mrtvih stanica koje su dosegle kraj svog sekretornog života (Boutinaud i Jammes, 2002). Prisutne su u neinficiranom mlijeku kao rezultat normalne razgradnje i popravka, te se povećavaju u kasnoj laktaciji jer se žlijezda priprema za disfunkcionalnost ili kao rezultat ozljede kod mastitisa.

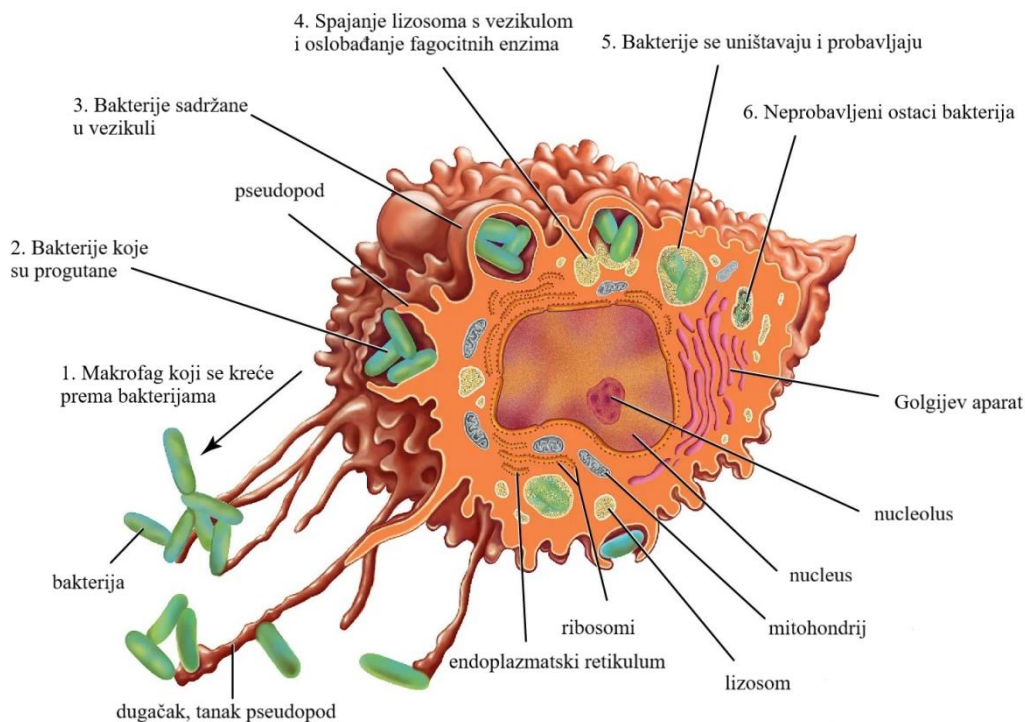
Tijekom kasne laktacije, epitelne stanice predstavljaju 70% od ukupnih somatskih stanica mlijeka, veće su (15 do 40 mm), s visokom ekspresijom membranske i citoplazmatske funkcije (Boutinaud i Jammes, 2002). Povećanje s napredovanjem laktacije je minimalno u prvoj laktaciji, ali raste u sljedećim uzastopnim laktacijama u kojima je i incidencija mastitisa veća. Mliječne epitelne stanice također mogu utjecati na razvoj lokalnog imuniteta u novorođenčadi jer pridonose prijenosu imunoglobulina (IgA) vezanjem na poli-Ig receptore izražene na bazolateralnoj površini epitelnih stanica (Boutinaud i Jammes, 2002). Procjene postotka epitelnih stanica u ukupnom broju somatskih stanica mlijeka su različite, u rasponu od oko 35 do 70% u većini izvješća, tako da normalno mlijeko ima razine od 65 do 70%, mlijeko s kroničnim mastitisom oko 50%, a mlijeko s težim mastitisom niže od 10 do 45%, zbog povećanja broja leukocita (Schultz, 1977).

### **2.8.2 Leukociti**

Leukociti su bijele krvne stanice i sastoje se od makrofaga, limfocita i polimorfonuklearnih stanica, prvenstveno neutrofila (Harmon, 1994). U mlijeko ulaze iz krvi privučeni kemijskim tvarima koje oslobađa ozlijeđeno tkivo vimena i vjerojatno otpuštaju specifične tvari koje uzrokuju povećanje propusnosti krvožilnog i sekretornog sustava (Schultz, 1977). To omogućuje tekućinama i onim tvarima koje inače u ograničenim količinama iz krvi prelaze u mlijeko da u većim količinama prijeđu u mlijeko te razrijede i neutraliziraju toksične produkte. Dugotrajna diapedeza (prolazak krvnih stanica kroz intaktnu kapilarnu membranu u tkivo) leukocita uzrokuje oštećenje parenhimskog tkiva mliječne žlijezde, što rezultira smanjenom proizvodnjom mlijeka (Sordillo i sur., 1997).

### 2.8.2.1 Makrofagi

Makrofagi su uključeni u imunolosno prepoznavanje i dominantna su vrsta stanica prisutna u mlijeku zdravog vimena (Slika 9.).



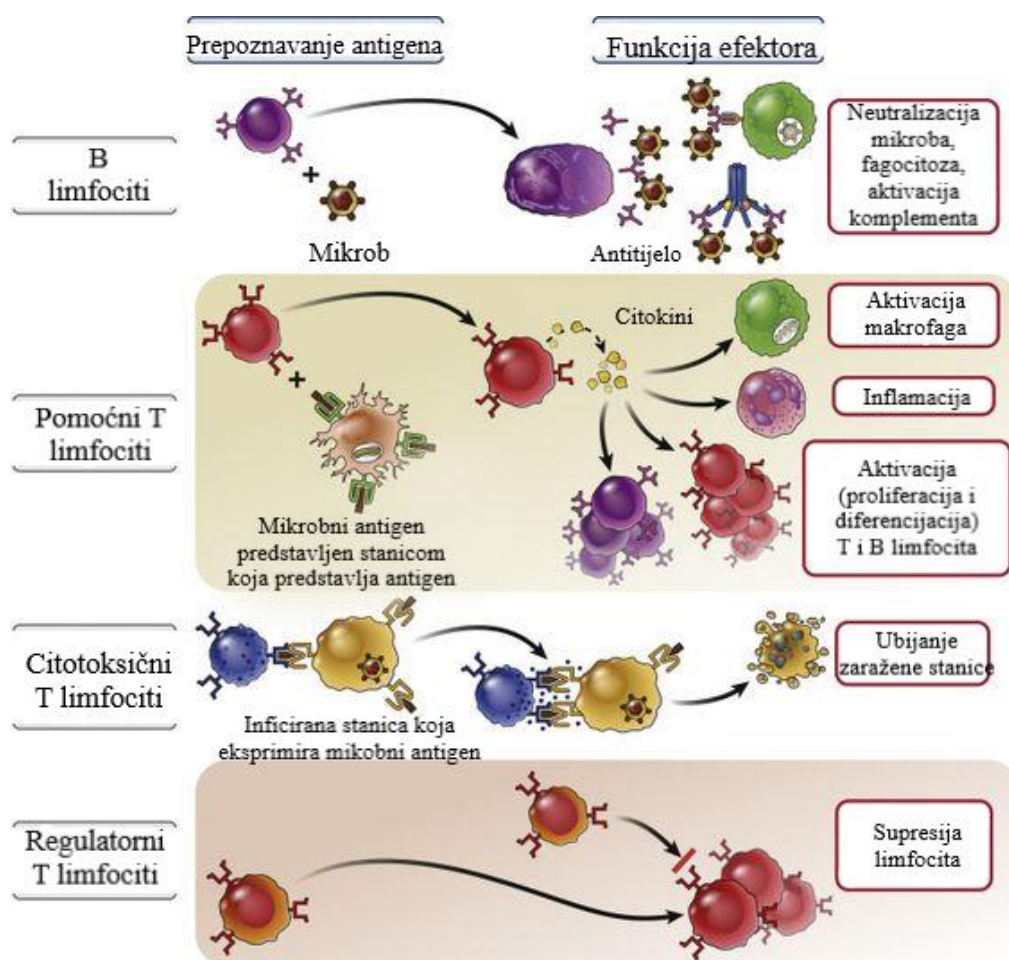
Slika 9. Struktura makrofaga (Izvor: Encyclopædia Britannica, 2020)

Uz njihovu primarnu funkciju u homeostazi tkiva i uklanjanju umirućih stanica fagocitozom (Mosser i Edwards, 2008), makrofagi koji žive u tkivima patroliraju epitelom barijernih organa, koji su potencijalna mjesta ulaska i kolonizacije patogena i prva crta obrane (Weiss i Schaible, 2015). Nekroza, koja je posljedica traume ili stresa također stvara stanične ostatke koje moraju očistiti makrofagi (Mosser i Edwards, 2008). Makrofagi prepoznaju bakterije preko površinski izloženih, vezikularnih ili citoplazmatskih receptora, koji ne samo da prepoznaju već i vežu bakterije za pokretanje fagocitoze, te također mogu odgovoriti na signale koje proizvode imunosne stanice specifične za antigen. Nakon toga progutane bakterije transportiraju do dubljih tkiva i dalje do drenažnih limfnih čvorova, gdje se aktivira specifična stanična imunost. U slučaju infekcije, makrofagi također otpuštaju kemijske glasnike ili kemoatraktante koje otkrivaju PMN te ih usmjeravaju prema mjestu infekcije (Malik i sur., 2018). Štoviše, makrofagi sudjeluju u specifičnoj imunosti kao i limfociti (Burvenich i sur., 2003). Antigeni iz progutanih bakterija se obrađuju u makrofagima i pojavljuju se na membrani a potrebni su drugim limfocitima za prepoznavanje stranih antigena (Sordillo i sur., 1997).



## 2.8.2.2 Limfociti

Limfociti igraju odlučujuću ulogu u specifičnom imunosnom sustavu i odgovorni su za imunosnu memoriju (Malik i sur., 2018). Oni su jedine stanice imunosnog sustava koje prepoznaju antigene putem membranskih receptora koji su specifični za invaziju patogena (Sordillo i sur., 1997). Limfociti se sastoje od različitih klasa s različitim funkcijama i proteinskim produktima. Morfološki su svi limfociti slični, a njihov izgled ne odražava njihovu heterogenost ili različite funkcije. Glavne klase limfocita prikazane su na slici 10.



Slika 10. Glavne klase limfocita (Izvor: Abbas i sur., 2018).

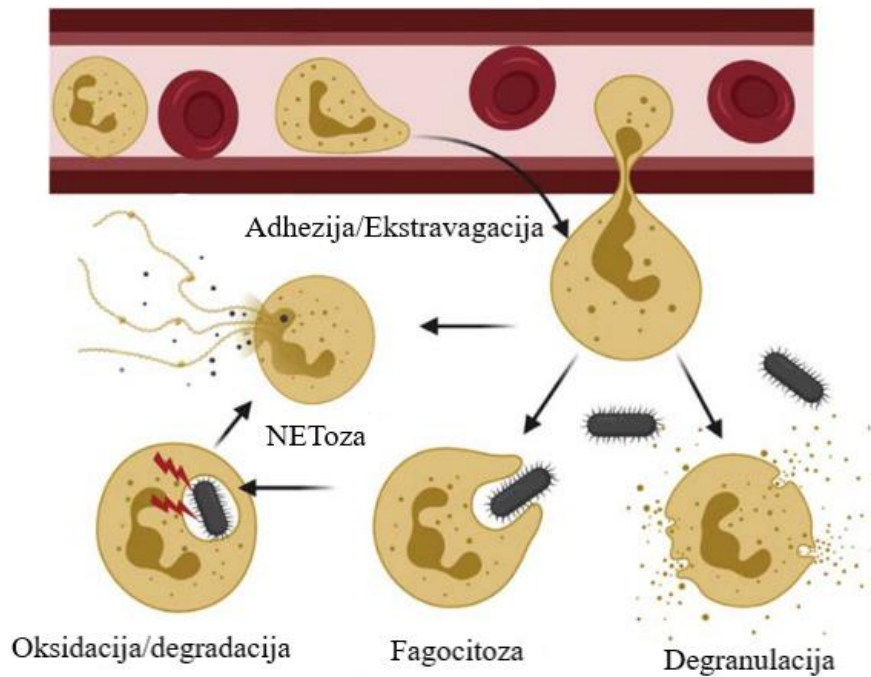
Limfociti B prepoznaju mnoge različite vrste antigena i razvijaju se u stanice koje proizvode protutijela. Nazvani su tako jer je kod ptica otkriveno da sazrijevaju u organu koji se zove Fabricijeva burza (Abbas i sur., 2018). Kod sisavaca ne postoji anatomski ekvivalent burze, a rane faze sazrijevanja B stanica odvijaju se u koštanoj srži, stoga se naziv B limfociti sada odnosi na limfocite koji nastaju u koštanoj srži. T limfociti, posrednici stanične imunosti, nastaju iz stanica prekursora u koštanoj srži, koje migriraju u timus i tamo sazrijevaju.



Pomoćni T limfociti prepoznaju antigene na površini stanica koje prikazuju antigen i luče citokine koji potiču različite mehanizme imuniteta i upale, citotoksični T limfociti prepoznaju antigene na zaraženim stanicama i ubijaju te stanice, dok regulatorne T stanice potiskuju imunološke odgovore (npr. na vlastite antigene).

### **2.8.2.3 Neutrofilno granulirani leukociti**

Neutrofila je manje gledano na ukupni broj stanica u mlijeku zdrave žlijezde, ali ima ih najviše i dominantan tip stanica u mlijeku zaraženih žlijezda (Hamann, 1996). Primarno su sredstvo obrane od invazivnih mikroorganizama zbog svoje sposobnosti fagocitoze. Fagocitoza je energetske ovisan proces, a mlijeko ne sadrži dovoljnu koncentraciju glukoze koja bi služila kao izvor energije za fagocite (Targowski, 1983). Laktoza je jedini ugljikohidrat dostupan u značajnoj koncentraciji u mlijeku. Međutim, leukociti ne mogu koristiti laktozu za svoje energetske potrebe: stoga fagociti u mlijeku moraju ovisiti o unutarstaničnom glikogenu kao izvoru energije. Neutrofili mlijeka manje su učinkoviti fagociti od onih u krvi, jer sadrže 38% manje glikogena (Naidu i Newbould, 1973). Za maksimalnu fagocitozu, neutrofili zahtijevaju veliku količinu plazma membrane za formiranje pseudopodija potrebnih za hvatanje i gutanje bakterija (Paape i sur., 2003). Globule mliječne masti i kazein također smanjuju fagocitozu zbog gubitka lizozoma (vezikule ispunjene enzimima) koji se stapaju s fagozomima (vezikule nastale nakon fagocitoze iz dijela stanične membrane koja okružuje materijal unesen u stanicu) koji sadrže mast i kazein umjesto fagozoma koji sadrže bakterije. Neutrofili su prevladavajući tip stanica u tkivima vimena i u mlijeku tijekom rane upale i mogu činiti čak > 70% ukupnih leukocita mliječne žlijezde u slučaju mastitisa (Alhussien i sur., 2016).



Slika 11. Ključni procesi i funkcije neutrofila (Izvor: Sordillo i Aitken, 2021).

Kemokini i adhezijski proteini na neutrofilima vode kretanje (ekstravazaciju) neutrofila iz cirkulacije u zaraženo tkivo, gde koriste različite strategije za eliminaciju bakterija uključujući oslobađanje granula (degranulacija) koje sadrže antimikrobne proteine i proteaze, fagocitozu, oksidativno prsnuće i stvaranje izvanstaničnih zamki oslobađanjem DNK (NEToza) kako je prikazano na slici 11. (Sordillo i Aitken, 2021).

## 2.9 Mastitis

Pojam "proizvodne bolesti" tradicionalno se odnosio na one bolesti uzrokovane postupcima upravljanja, npr. metaboličke bolesti. Mliječne krave najčešće oboljevaju od proizvodnih bolesti, odnosno bolesti povezanih s lošom hranidbom ili držanjem. Nedavno je izraz "proizvodna bolest" proširen kako bi uključio druge poremećaje, kao što je neplodnost, i bolesti kao što su mastitis i laminitis koji mogu uključivati infektivne agense, ali su pogoršani čimbenicima prehrane ili upravljanja (Nir, 2003). Iako epidemijske zarazne bolesti mogu rezultirati velikim ekonomskim gubitcima tijekom izbijanja i generirati mnogo više publiciteta, proizvodne bolesti su ekonomski važnije za ukupnu učinkovitost životinjske proizvodnje (Hogeveen i sur., 2019). Najrasprostranjenija proizvodna bolest mliječnih goveda je mastitis (Seegers i sur., 2003). Mastitis je upala parenhima mliječne žlijezde, a najčešći uzrok je intramamarna infekcija (IMI) kad je prisutan zarazni patogen. Karakteriziraju je fizikalne, kemijske i obično bakteriološke promjene u mlijeku i patološke promjene u tkivu žlijezde. Ova upala može biti u akutnom ili kroničnom stadiju. Prema znakovima upale mastitis u mliječnim krava dijelimo na klinički (gdje dolazi do vidljivih promjena u mlijeku, mliječnoj žlijezdi ili čak na razini cijelog organizma) i subklinički (bez vidljivih znakova u mlijeku, mliječnoj žlijezdi ili organizmu). Prema težini (Adkins i Middleton, 2018), klinički mastitis se dijeli na :

- Blagi: samo promjene u mlijeku - obično se očituje ugrušcima, ljuskicama i/ili promjenama boje i konzistencije mliječnog sekreta
- Umjereni: promjene u mlijeku i mliječnoj žlijezdi - manifestira se upalnim promjenama u tkivu kao što su crvenilo, toplina, bol i otok
- Teški: promjene u mlijeku, mliječnoj žlijezdi te znakovi sistemske bolesti - manifestira se promjenama tjelesne temperature, brzine preživljanja, apetita, statusa hidracije i ponašanja

Što se tiče učestalosti manifestacije kliničkih slučajeva mastitisa prema težini: najveći broj slučajeva je blagi, zatim umjereni, a manjim dijelom teški (Narváez-Semanate i sur., 2022). Dijagnoza mastitisa općenito se temelji na kliničkim opažanjima ili izravnim ili neizravnim mjerenjima upalnog odgovora na infekciju, dok se dijagnoza IMI temelji na identifikaciji uzročnika infekcije. Subklinički mastitis je značajniji i opasniji kod mliječnih goveda zbog teškog otkrivanja. Uzrokuje kronične gubitke produktivnosti, s neprimjetnim promjenama u mliječnosti, te se poduzimaju mjere kada je pad mliječnosti već vrlo velik, a postupak za

njegovo liječenje je vrlo skup. Učestalost mu je 20 do 50 puta veća od kliničkog mastitisa, te uzrokuje do 80% gubitaka u proizvodnji mlijeka (Romero i sur., 2018). Osim što se proizvodnja mlijeka može znatno smanjiti, zahvaćene četvrti vimena mogu posve zasušiti, što dovodi do povećane stope izbacivanja iz stada, pa čak i smrtnog ishoda (Hur i sur., 2013). U vimenu se mogu javiti nadražena stanja, odnosno aktivacija obrambenih reakcija stanica i oslabljenog tkiva, koja nemaju izrazito upalni karakter, odnosno nema klinički izraženih promjena u tkivu vimena niti u mlijeku. Karakterizira ga povećanje broja somatskih stanica u mlijeku, smanjenje udjela laktoze, povećana specifična električna vodljivost, promjene u sastavu bjelančevina i elektrolita u mlijeku te može imati početnu ulogu u razvoju mastitisa (Bobos i Vidic, 2003). U peripartalnom razdoblju postoje povoljni uvjeti za pojavu mastitisa zbog visokih koncentracija NEFA (eng. nonesterified fatty acids) i BHB (eng.  $\beta$ -hydroxybutyrate) koji pokazuju imunosupresivni učinak pa mogu ometati rad imunskih stanica važnih za obranu vimena (Đoković i sur., 2014). Paritet i stupnjevi laktacije važni su čimbenici rizika za mastitis. Auld i sur. (1995) smatraju da su mastitis i faza laktacije glavni uzroci sezonskih varijacija u kvaliteti mlijeka, dok razlike u pasminama krava i načinima hranjenja i upravljanja nemaju učinka. Paritet ima jasan učinak na učestalost mastitisa i rizik od recidiva, pri čemu krave s višim paritetom imaju povećanu stopu recidiva i novih IMI zbog pogoršanja intramamarnih i anatomskih obrambenih mehanizama (npr. prohodnosti sfinktera) (Jamali i sur., 2018). Prevalencija subkliničkih formi veća je u krava visoke proizvodnje nego u krava niske do srednje proizvodnje (Argaw, 2016). Rasprostranjenost i učestalost mastitisa je najveća u proljetnoj i jesenskoj sezoni (Mukhamadieva i sur., 2022). Broj somatskih stanica u mlijeku najčešći je indikator koji se koristi u dijagnostici. Dijagnostika mastitisa mjerenjem pokazatelja upale često se koristi kao neizravna metoda za identifikaciju krava s IMI.

## 2.10 Uporaba rezultata kontrole mliječnosti za procjenu pojavnosti mastitisa

Redovita mjesečna evidencija mlijeka, kao dio kontrole proizvodnje, uglavnom se koristi kao uzgojno sredstvo, ali se također koristi za donošenje odluka o hranidbi i upravljanju, te je koristan izvor informacija o zdravstvenom stanju krava. Podaci o SCC vrijedan su dio rezultata kontrole mliječnosti, s obzirom da se mogu koristiti kao zamjena za mjerenje intramamarnih infekcija i praćenje kvalitete mlijeka na razini pojedinačnih životinja, stada i populacije (Schukken i sur., 2003.). Određivanje broja somatskih stanica iz uzorka ukupno proizvedenog mlijeka na farmi ima važnu ulogu u kontroli zdravstvenog stanja stada, te je osnova u plaćanju mlijeka. Razlika između prosječnog SCC-a i broja somatskih stanica dobivenih iz spremnika za mlijeko svih krava u laktaciji je značajna i iznosi i do 40% (Lievaart, 2011.), pa i ova činjenica ide u prilog rezultatima kontrole proizvodnje mlijeka na individualnoj razini. Svaka krava u stadu prati se kroz kontrolu mliječnosti i broj somatskih stanica se koristi kao pokazatelj zdravlja njenog vimena, jer što je infekcija ozbiljnija, broj somatskih stanica bit će veći.

Broj kontrola mliječnosti s povišenim brojem somatskih stanica tijekom laktacije dodatni je i značajan čimbenik rizika za povećani gubitak mlijeka, te se najveći gubitak proizvodnje događa kada laktacija ima 5 ili više kontrola mliječnosti, kada SCC prelazi 100.000 stanica/mL (Hand i sur., 2012).

Mjesečne vrijednosti SCC za pojedinačne krave u stadu mogu se koristiti za dobivanje procjene prevalencije (obično definirane kao udio krava u stadu sa SCC >200.000 stanica/mL) i za praćenje incidencije (obično definirane kao udio krava s SCC > 200.000 stanica/mL po prvi put). Čak i kada je samo jedna četvrtina zahvaćena kliničkim mastitisom, to utječe na ukupni imunološki status vimena, mijenjajući sastav mlijeka i zdravstveno stanje susjednih četvrti (Paixão i sur., 2017). Kompozitni SCC dostupan putem praćenja kontrole mliječnosti može pružiti pouzdane i lako dostupne procjene za identifikaciju krava koje nisu zaražene ili krava koje su zaražene s manje patogena pri zasušenju i ne zahtijevaju liječenje antibioticima (Lipkens i sur., 2019). Procjene ukupnih gubitaka mlijeka u stadu razlikuju se ovisno o raspodjeli SCC na razini krave i paritetu unutar stada, stoga je potrebno izračunati gubitak mlijeka na individualnoj razini svake krave (Chen i sur., 2021), a ti podaci se dobivaju rutinskom provedbom kontrole mliječnosti. Na temelju broja somatskih stanica, moguće je utvrditi gubitke u proizvodnji mlijeka za svaku kravu, te za cijelo stado. Ovo je izvrstan alat za kontinuirani nadzor zdravstvenog stanja vimena i za praćenje ukupne produktivnosti stada. Ako se nakon teljenja primijeti veći broj somatskih stanica u usporedbi

s periodom prije zasušenja, to ukazuje na neadekvatnu provedbu suhostaja, što može dovesti do problema sa zdravljem vimena i smanjenja proizvodnje mlijeka. Stoga je važno sustavno pratiti broj somatskih stanica tijekom cijele laktacije kako bi se uočile promjene u zdravstvenom stanju vimena te poduzela odgovarajuća mjera u cilju održavanja zdravlja stada i kvalitete mlijeka. Usporedni prikaz rezultata dvije uzastopne kontrole mliječnosti koristan je alat za utvrđivanje promjena u distribuciji krava u stadu s obzirom na broj somatskih stanica. Ovaj način prikaza broja somatskih stanica upozorava uzgajivače na pojavu novih slučajeva s povećanim brojem somatskih stanica. Time se može na vrijeme reagirati i poduzeti mjere kako bi se spriječilo širenje infekcija i očuvalo zdravlje stada.

Praćenje sadržaja laktoze u mlijeku na razini pojedinačne krave može se uspješno koristiti za dijagnosticiranje mastitisa (Kitchen, 1981). Krave s visokim razinama somatskih stanica obično imaju niži postotak laktoze (Miglior i sur., 2006). Tijekom mastitisa, smanjenje laktoze u mlijeku uglavnom se pripisuje oštećenju alveolarnih epitelnih stanica, zbog istjecanja laktoze iz mlijeka kroz proliferirajuće paracelularne puteve (Alhussien i Dang, 2018). Povećanje broja somatskih stanica i smanjenje koncentracije laktoze izravno su povezani s prisutnošću uzročnika subkliničkog mastitisa goveda, stoga bi se promjene sadržaja laktoze mogle pratiti kao dijagnostička metoda u prevenciji subkliničkog mastitisa u krava (Antanaitis i sur., 2021). Malena variranja sadržaja laktoze u mlijeku nemaju praktičnu uporabu pri detekciji probavnih i metaboličkih poremećaja, ali na sadržaj laktoze uvelike utječe zdravstveno stanje vimena (Gantner i Barać, 2016). Vrijednosti ispod 4,5% upućuju na mogućnost pojave upalnih procesa u vimenu, s obzirom na povećanu razgradivost laktoze (zbog prisutnosti mikroorganizama).

Kombinirani rezultati varijacija u sastavu mlijeka mogu biti korisni za rano prepoznavanje zdravstvenih problema.

## 2.11 Benefiti rane prevencije mastitisa uporabom preciznog mliječnog govedarstva

Ukupni troškovi proizvodnih bolesti na razini farme sastoje se od troškova neuspjeha zajedno s preventivnim troškovima. Troškovi neuspjeha definirani su kao gubici zbog smanjene proizvodnje, neisporučenog mlijeka, smanjene kvalitete, nižih cijena, povećanih troškova liječenja i rada, kao i rizik od novih infekcija i izbacivanja krava iz mliječnog stada. Preventivni troškovi definirani su kao oni koji sprječavaju pojavu bolesti i uključuju ulaganja, rad i potrošni materijal kako bi se spriječilo obolijevanje životinja. Važnost kontrole, a posebno ranog otkrivanja mastitisa, od presudne je važnosti u kontroli troškova jer se odluke trebaju temeljiti na postizanju kompromisa između troškova preventivnih mjera i izgubljenog prihoda povezanog sa smanjenom mliječnošću (Hadrich i sur., 2018).

Kontrola mliječnosti, kao dio preciznog mliječnog govedarstva, provodi se rutinski i vrijedan je izvor podataka o zdravstvenom stanju pojedine krave i stada u cjelini, a rezultati se mogu koristiti bez dodatnih dijagnostičkih troškova. Mastitis se općenito smatra najskupljom bolešću mliječnih krava, jer je smanjena proizvodnja mlijeka najvažniji ekonomski faktor (DeGraves i Fetrow, 1993). Godišnje otprilike 20-40% svih krava u laktaciji doživi jedan ili više slučajeva kliničkog mastitisa, dok u bilo kojem trenutku 10-30% svih krava u laktaciji na farmi ima subklinički mastitis tijekom laktacije (Hogeveen i sur., 2019). Što se ranije otkrije pojava mastitisa, problem će se uspješnije riješiti, te je najučinkovitija obrana od ove bolesti prevencija i rana dijagnoza.

Prednost ranog otkrivanja mastitisa je u tome što je omogućeno rano liječenje čime se minimizira ili potencijalno uklanja potreba za antibioticima i zauzvrat održava kontinuitet proizvodnje. Rana dijagnoza mastitisa je od vitalnog značaja jer se promjene u tkivu vimena javljaju mnogo ranije prije nego postanu vidljive (Argaw, 2016). Dobrobit za oboljelu kravu leži u skraćivanju trajanja infekcije, što u većini slučajeva može dovesti do manjeg oštećenja vimena. S druge strane, ako se produži trajanje infekcije mastitisom, uglavnom zaraznim mastitisom, povećava se mogućnost zaraze i drugih krava u stadu. Rana dijagnoza mastitisa također ima ekonomske implikacije jer omogućuje smanjenje gubitaka u proizvodnji mlijeka i povećava šanse za oporavak (Kamal i sur., 2014).

### 3 CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA

Osnovni cilj ove doktorske disertacije je razvoj modela rane procjene pojavnosti mastitisa krava u proizvodnji mlijeka te estimacija snižavanja direktnih gubitaka na mliječnim farmama u slučaju primjene modela rane procjene i sprječavanja razvoja kliničkih formi mastitisa. Primjena modela rane procjene doprinijela bi smanjenju pojavnosti upale vimena mliječnih krava te na taj način prevenirala troškove liječenja i gubitke u proizvodnji mlijeka omogućavajući povećanje rentabilnosti poslovanja mliječnih farmi te smanjujući utjecaj istih na okoliš.

U svrhu provedbe definiranog osnovnog cilja doktorske disertacije potrebno je provesti sljedeće:

1. utvrditi varijabilnost i kovarijabilnost dnevnih proizvodnih svojstava (dnevna količina mlijeka, dnevni sadržaj laktoze i broj somatskih stanica) i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka krava te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava,
2. utvrditi vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi ovisno o razredima dnevnog sadržaja laktoze (što ukazuje na rizik pojavnosti mastitisa) te broja somatskih stanica (što ukazuje na zdravstveni status životinje),
3. utvrditi rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa u populaciji krava u proizvodnji mlijeka (holstein i simentalske pasmine) na području Republike Hrvatske temeljem rezultata kontrole mliječnosti (precizno mliječno govedarstvo),
4. utvrditi utjecaj pojavnosti mastitisa u populaciji krava u proizvodnji mlijeka (holstein i simentalske pasmine) na proizvodne pokazatelje pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti,
5. procijeniti smanjenje direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka primjenom rane procjene i prevencije razvoja kliničkih oblika mastitisa u populaciji krava u proizvodnji mlijeka (holstein i simentalske pasmine) u Republici Hrvatskoj.

Hipoteza. Planirano istraživanje polazi od znanstvene pretpostavke da postoji povezanost dnevnog sadržaja laktoze i broja somatskih stanica te pojavnosti mastitisa krava u proizvodnji mlijeka. Nadalje, smatra se da se temeljem pretpostavljene povezanosti može definirati model rane procjene mastitisa mliječnih krava te procijeniti smanjenje gubitaka u proizvodnji mlijeka primjenom rane procjene i prevencije razvoja kliničkih oblika mastitisa. U konačnici, primjena ovakvog modela doprinijela bi povećanju održivosti mliječnih farmi putem smanjenja gubitaka u proizvodnji mlijeka te smanjenja uporabe lijekova i troškova liječenja.



#### 4 MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Provedba ovoga istraživanja podrazumijevala je terenski te analitički dio. Terenski dio istraživanja je proveden na odabranoj farmi mliječnih krava prilikom čega je uzorkovana krv te mlijeko 25 odabranih životinja. Od svake odabrane životinje uzorkovana su dva uzorka krvi i dva uzorka mlijeka. Nakon uzorkovanja, uzorci su adekvatno označeni i to šifrom životinje, te datumom uzorkovanja.

Uzorci krvi krava za biokemijske analize uzimani su iz kockicealne (repne) vene u epruvete s litij-heparinskim antikoagulansom (Becton Dickinson, Plymouth, Engleska, UK). Uzorci krvi su centrifugirani (1.500 g/10 min na 4°C) te je odvojena plazma zamrznuta na -80°C do biokemijske analize (aspartat amino transferaza,  $\gamma$ -glutamil transferaza, glukoza, trigliceridi,  $\beta$ -hidroksibutirat, urea, protein, albumin, željezo i kalcij). Nadalje, uzorci za hematološke analize (sedimentacija eritrocita nakon 8 h, sedimentacija eritrocita nakon 24 h, sedimentacija eritrocita nakon 48 h, broj leukocita, broj eritrocita, hemoglobin i hematokrit) uzeti su u Ca-EDTA epruvete (Becton Dickinson, Plymouth, Engleska, UK) te analizirani unutar 2 sata na Poch 100Veff (Sysmex, Japan).

Uzorci mlijeka za biokemijske analize (aspartat amino transferaza,  $\gamma$ -glutamil transferaza, glukoza, urea, protein, albumin, željezo i kalcij) uzeti su u sterilne epruvete, centrifugirani (12.000 g/30 min na 4°C) te se odvojena mliječna plazma pohranila na -80°C do analize. Uzorci krvi za biokemijske i hematološke analize, te uzorci mlijeka za biokemijske analize analizirani u laboratoriju FAZOS-a.

Uzorci mlijeka za određivanje kvalitete mlijeka (parametri: sadržaj mliječne masti, bjelančevina, laktoze, te broj somatskih stanica) uzeti su u epruvete sa konzervansom te poslani u Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM) HAPIH-a.

Biokemijski pokazatelji u krvi i mliječnoj plazmi određeni su automatskim kliničko-kemijskim analizatorom Beckman Coulter AU680 (Beckman Coulter, Njemačka). Koncentracija  $\beta$ -hidroksibutirata (BHB) određena je pomoću komercijalnih kompleta (Randox Laboratories Ltd, Crumlin, UK) enzimskom kolorimetrijskom metodom. Nadalje, rezultati laboratorijske analitike uneseni su u bazu podataka.

U SLKM analize se vrše sukladno akreditiranim laboratorijskim metodama, odnosno koristi se infracrvena spektrofotometrija za određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina, laktoze, i uree te fluoro-opto-elektronska metoda za brojanje somatskih stanica. Kemijska kvaliteta mlijeka određena je na uređaju MilkoScan 7 RM, dok je broj somatskih stanica utvrđen na Fossomatic analizatoru.

Nadalje, za populacijski dio istraživanja (ciljevi 3 – 5) korištena je baza podataka kontrole mliječnosti krava pod uzgojno-seleksijskim radom u Hrvatskoj preuzeta od HAPIH-a. Kontrola mliječnosti u Hrvatskoj provodi se sukladno alternativnoj AT4 / BT4 metodi od strane kontrolnog asistenta Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu – HAPIH / uzgajivača. Kontrola mliječnosti primjenom alternativne metode kontrole mliječnosti podrazumijeva mjerenje količine mlijeka te uzorkovanje mlijeka od svake krave u laktaciji pri jutarnjoj / večernjoj mužnji svaka četiri tjedna. Uzorci mlijeka analiziraju se u Središnjem laboratoriju za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM), HAPIH-a. Postupak uzimanja uzoraka mlijeka prilikom kontrole mliječnosti kao i laboratorijska ispitivanja uzoraka definira International Committee for Animal Recording (ICAR). Uzorci mlijeka ispituju se na kemijski sastav (sadržaj mliječne masti, bjelančevina, laktoze, suhe tvari, suhe tvari bez masti, uree i točke ledišta, te dodatno na sadržaj kazeina, slobodnih masnih kiselina, pH vrijednost mlijeka i sadržaj ketonskih tijela u mlijeku). U SLKM analize se vrše sukladno akreditiranim laboratorijskim metodama, odnosno koristi se infracrvena spektrofotometrija za određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina, laktoze, i uree te fluoro-opto-elektronska metoda za brojanje somatskih stanica. Ispitivanje uzoraka mlijeka u SLKM provodi se suvremenom analitičkom opremom. Kemijska kvaliteta mlijeka ispituje se na četiri MilkoScan analizatora, dva MilkoScan FT 6000 i dva MilkoScan 7 RM, koji se nalaze u combi sustavu zajedno sa Fossomatic analizatorima za utvrđivanje broja somatskih stanica.

Baza podataka kontrole mliječnosti krava, prije logične kontrole podataka, sadržavala je ukupno 5.691.083 zapisa na kontrolni dan krava holstein pasmine te 6.913.063 zapisa na kontrolni dan krava simentalke pasmine. Zapisi na kontrolni dan sa sljedećim vrijednostima pojedinog svojstva: dnevna količina mlijeka < 3 kg, > 100 kg; dnevni sadržaj mliječne masti < 1,5%, > 9%; dnevni sadržaj bjelančevina < 1%, > 7%; dnevni sadržaj laktoze < 3%, > 6% izbrisani su iz baze podataka. Nadalje, zapisi na kontrolni dan sa nedostajućim ili nelogičnim vrijednostima za stadij laktacije (< 5 dana, > 400 dana), redosljed laktacije (< 1, > 10), datum teljenja, datum kontrole, te šifrom stada izbrisani su iz baze podataka. Nakon logične kontrole podataka baza podataka sadržavala je ukupno 3.953.637 zapisa na kontrolni dan krava holstein pasmine te 4.922.751 zapisa na kontrolni dan krava simentalke pasmine te se odnosila na period kontrole mliječnosti od 1/1/2005 do 31/12/2022.

Obzirom na redosljed laktacije krave su grupirane jedanaest razreda (< 30, 30 – 60, ..., 270 – 300, > 300), dok su obzirom na redosljed laktacije, krave su grupirane u 4 različita razreda: 1., 2., 3., i  $\geq$  4. Nadalje, obzirom na datum kontrole mliječnosti, zapisi na kontrolni dan su grupirani u četiri sezone (12., 1., 2. – zima; 3., 4., 5. – proljeće; 6., 7., 8. – ljeto; te 9., 10., 11.

– jesen). U ovisnosti o veličini stada formirano je šest razreda: < 5 krava; 5 – 10 krava; 10 – 50 krava; 50 – 200 krava; 200 – 500 krava; > 500 krava.

Osnovni statistički parametri dnevnih svojstava mliječnosti krava holstein i simentalke pasmine nakon logične kontrole podataka u ovisnosti o redoslijedu laktacije prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Osnovni statistički parametri dnevnih svojstava mliječnosti krava holstein i simentalke pasmine ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacije	DMY kg				DLC %				SCClog			
	N	Mean	SD	CV	N	Mean	SD	CV	N	Mean	SD	CV
<b>Holstein pasmina</b>												
<b>1</b>	1.422.228	23,4	7,81	33,310	1.422.228	4,6	0,19	4,259	1.422.084	6,6	1,95	29,617
<b>2</b>	1.072.641	26,4	10,33	39,180	1.072.641	4,5	0,20	4,526	1.072.509	6,9	2,10	30,351
<b>3</b>	688.272	26,5	10,73	40,574	688.272	4,5	0,22	4,843	688.203	7,3	2,15	29,533
<b>4</b>	770.496	24,2	10,27	42,347	770.496	4,4	0,23	5,321	770.353	7,7	2,19	28,347
<b>Ukupno</b>	3.953.637	24,9	9,66	38,776	3.953.637	4,5	0,22	4,814	3.953.149	7,0	2,12	30,174
<b>Simentalska pasmina</b>												
<b>1</b>	1.204.187	16,5	5,48	33,26	104.4570	4,5	0,21	4,564	1.203.876	6,4	1,97	30,918
<b>2</b>	1.044.570	17,4	6,42	36,81	850.043	4,5	0,22	4,814	1.044.313	6,7	2,05	30,791
<b>3</b>	850.043	17,8	6,58	36,99	1.823.951	4,4	0,23	5,242	849.830	6,9	2,08	30,170
<b>4</b>	1.823.951	16,8	6,21	36,85	4.922.751	4,5	0,22	4,920	1.823.521	7,3	2,13	29,236
<b>Ukupno</b>	4.922.751	17,0	6,17	36,19	1.204.187	4,6	0,19	4,253	4.921.540	6,9	2,10	30,582

Nadalje, rizik pojavnosti i pojava mastitisa određivana je sukladno dnevnom sadržaju laktoze (DLC) te broju somatskih stanica na dan (SCC). Dnevni sadržaj laktoze  $DLC \geq 4,5\%$  indicira zdrave životinje, dok  $DLC < 4,5\%$  indicira rizik pojavnosti mastitisa. Broj somatskih stanica na dan  $SCC < 200.000/ml$  indicira zdrave krave,  $SCC$  u intervalu od  $200.000/ml$  do  $400.000/ml$  indicira krave u riziku od mastitisa, dok  $SCC > 400.000/ml$  indicira krave u mastitisu.

**Rizik pojavnosti i pojava mastitisa** u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalke pasmine) definiran je kao broj (N) te udio (%) krava u pojedinom razredu ocjene mastitisa (sukladno dnevnom sadržaju laktoze te broju somatskih stanica na dan) od ukupnog broja životinja. Nadalje, rizik pojavnosti i pojava izračunat je zasebno po razredima stadija i redoslijeda laktacije, te sezone i veličine stada.

**Analiza utjecaj pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava** (holstein i simentalke pasmine) na proizvodne pokazatelje pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, uključivala je samo krave s utvrđenim rizikom mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ;  $SCC$ :  $200.000/ml$  –  $400.000/ml$ ) te krave sa utvrđenim mastitisom ( $SCC > 400.000/ml$ ).

Dnevna količina mlijeka izmjerena na dan kontrole mliječnosti kada je utvrđen rizik pojavnosti / pojava mastitisa definirana je kao referentna. Nadalje, indeks mastitisa definiran je s obzirom na broj dana nakon utvrđenog rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa

kako slijedi: D-0 = zapis na kontrolni kada je rizik pojavnosti / pojava mastitisa utvrđen, A-1 = unutar 35 dana, A-2 = između 36 i 70 dana, A-3 = između 71 i 105 dana, a A-4 = više od 105 dana. Utjecaj rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa na dnevnu količinu mlijeka analiziran je zasebno po razredima redoslijeda laktacije, sezone i veličine stada pomoću sljedećeg statističkog modela:

$$y_{ijklmno} = \mu + b_1(d_i/305) + b_2(d_i/305)^2 + b_3 \ln(305/d_i) + b_4 \ln^2(305/d_i) + A_j + P_k + S_l + R_m + T_n + e_{ijklmno}$$

Gdje je:

$y_{ijklm}$  = dnevna količina mlijeka procijenjena modelom;

$\mu$  = intercept;

$b_1, b_2, b_3, b_4$  = regresijski koeficijenti;

$d_i$  = stadij laktacije ( $i = 6$  to 300 dan);

$A_j$  = fiksni efekt dobi pri prvom teljenju  $j$  ( $j = 21$  to 36 mjeseci) \*samo za prvotelke,

$P_k$  = fiksni efekt redoslijeda laktacije  $k$  ( $k = 1., 2., 3., \geq 4$ );

$S_l$  = fiksni efekt sezone kontrole mliječnosti  $l$  ( $l =$  proljeće, ljeto, jesen, zima);

$R_m$  = fiksni efekt razreda veličine stada  $m$  ( $m = 1, \dots 6$ ),

$T_n$  = fiksni efekt mastitis indeksa  $n$  ( $n = D-0, A-1, A-2, A-3, A-4$ );

$e_{ijklmno}$  = pogreška modela.

Signifikantnost razlika između procijenjenih srednjih vrijednosti testirane su Scheffeovom metodom višestrukih usporedbi koristeći MIXED proceduru SAS (SAS Institute Inc., 2019).

**Analiza smanjenja direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka** primjenom rane procjene i prevencije razvoja kliničkih oblika mastitisa u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalne pasmine) procijenjena uporabom sljedeće formule:

$$Y = D_{A1-D0} * I_{D0-A1} + D_{A2-A1} * I_{A1-A2} + D_{A3-A2} * I_{A2-A3} + D_{A4-A3} * I_{A3-A4}$$

Gdje je:

$Y$  = procijenjena količina mlijeka (kg);

$D_{A1-D0}$  – razlika između procijenjene dnevne količine mlijeka pri prvoj sukcesivnoj kontroli te dnevne količine mlijeka utvrđene pri referentnoj kontroli mliječnosti;

$I_{D0-A1}$  – interval između referentne kontrole i prve sukcesivne kontrole mliječnosti;

$D_{A2-A1}$  – razlika između procijenjene dnevne količine mlijeka pri drugoj te prvoj sukcesivnoj kontroli mliječnosti;

$I_{A1-A2}$  – interval između prve i druge sukcesivne kontrole mliječnosti;

$D_{A3-A2}$  – razlika između procijenjene dnevne količine mlijeka pri trećoj te drugoj sukcesivnoj kontroli mliječnosti;

$I_{A2-A3}$  – interval između druge i treće sukcesivne kontrole mliječnosti;

$D_{A4-A3}$  – razlika između procijenjene dnevne količine mlijeka pri četvrtoj te trećoj sukcesivnoj kontroli mliječnosti;

$I_{A3-A4}$  – interval između treće i četvrte sukcesivne kontrole mliječnosti.

Direktni gubitci u proizvodnji mlijeka prikazani su kao izostala proizvodnja uslijed rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa izražena kao količina (kg) i vrijednosti (Eur)(Jurinić Kojić i Mišćević, 2023) mlijeka krava holstein i simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ;  $SCC 200.000 - 400.000$ ) te pojavnosti mastitisa ( $SCC > 400.000$ ) zasebno po razredima redosljeda laktacije, sezone i veličine stada.

## 5 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 5.1 Varijabilnost i kovarijabilnost ispitivanih svojstava

#### 5.1.1 Varijabilnost ispitivanih svojstava

##### 5.1.1.1 Varijabilnost dnevnih proizvodnih svojstava

Kada govorimo o proizvodnim pokazateljima, prvenstveno mislimo na svojstva koja omogućavaju stvaranje proizvoda koji kvantitativno i kvalitativno odgovara određenim normativima. U sektoru mliječnog govedarstva, glavni proizvod je mlijeko tako da su osnovni proizvodni pokazatelji njegova količina i sastav. U istraživanju smo se vodili hipotezom da postoji povezanost između dnevnog udjela laktoze i broja somatskih stanica te učestalosti mastitisa u proizvodnji mlijeka, pa smo se bazirali na sljedećim proizvodnim pokazateljima: dnevni prinos mlijeka (*DMY - daily milk yield*) u kilogramima, dnevni sadržaj laktoze (*DLC - daily lactose content*) u postotku i broj somatskih stanica (*SCC - somatic cell count*). Vrijednosti SCC su logaritmirane radi dobivanja ujednačene raspodjele. Statistička obrada obavljena je po redoslijedu laktacije i po mjesecu kontrole.

U tablici 3. prikazani su osnovni statistički pokazatelji dnevnih svojstava mliječnosti ispitivanih životinja, po redoslijedu laktacija (za 2. paritet  $n = 28$ , osim DLC  $n = 27$ ; za 3. paritet  $n = 38$ , osim SCC i ISCC  $n = 35$ ; za 4. paritet  $n = 9$  za sve varijable).

Tablica 3. Osnovni statistički pokazatelji dnevnih svojstava mliječnosti ispitivanih krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije)

Svojstvo	Abr	Lak.	mean	SD	CV	Min	Max
Dnevna količina mlijeka, kg	<b>DMY</b>	2.	38,789	8,327	21,647	18,600	55,700
		3.	40,129	10,227	25,486	19,900	59,800
		4.	37,400	5,140	13,743	28,400	43,900
Dnevni sadržaj laktoze, %	<b>DLC</b>	2.	4,571	0,211	4,616	3,820	4,850
		3.	4,414	0,206	4,677	3,570	4,690
		4.	4,353	0,200	4,597	3,950	4,580
Broj somatskih stanica	<b>SCC</b>	2.	1.127.841,67	1.763.118,01	156,327	35.227,27	9.060.568,14
		3.	1.451.053,78	2.412.688,71	166,271	31.818,18	10.844.296,59
		4.	2.213.563,88	2.629.482,97	118,790	77.272,73	8.733.249,17
Logaritmirani broj somatskih stanica	<b>ISCC</b>	2.	29,024	1,769	6,096	25,070	33,077
		3.	29,040	2,067	7,119	24,923	33,336
		4.	30,125	1,963	6,515	26,203	33,024

Abr = skraćena; Mjes. = mjesec kontrole; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost DMY za 2. paritet bila je  $38,789 \pm 8,327$  kg, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 18,6 i 55,7 kg; za 3. paritet bila je  $40,129 \pm 10,227$  kg, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 19,9 i 59,8 kg; za 4. paritet bila je  $37,400 \pm 5,140$  kg, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 28,4 i 43,9 kg. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost DLC za 2. paritet bila je  $4,571 \pm 0,211$  %, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,82 i 4,85 %; za 3. paritet bila je  $4,414 \pm 0,206$  %, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,57 i 4,69 %; za 4. paritet bila je  $4,353 \pm 0,200$  %, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,95 i 4,58 %. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječan ISCC za 2. paritet bio je  $29,024 \pm 1,769$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 25,070 i 33,077; za 3. paritet bio je  $29,040 \pm 2,067$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,923 i 33,336; za 4. paritet bio je  $30,125 \pm 1,963$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 26,203 i 33,024. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 2. pariteta.

U tablici 4. prikazani su osnovni statistički pokazatelji dnevnih svojstava mliječnosti ispitivanih životinja, po mjesecima kontrole (za 5. mjesec n = 30, osim SCC i ISCC n = 29; za 6. mjesec n = 25, osim DMY n = 26; za 7. mjesec n = 19, osim SCC i ISCC n = 18).

Tablica 4. Osnovni statistički pokazatelji dnevnih svojstava mliječnosti ispitivanih krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole)

Svojstvo	Abr	Mjes.	mean	SD	CV	Min	Max
Dnevna količina mlijeka, kg	<b>DMY</b>	5.	39,357	9,483	24,096	18,600	59,800
		6.	38,362	8,941	23,308	24,200	54,800
		7.	40,500	8,700	21,482	19,900	55,700
Dnevni sadržaj laktoze, %	<b>DLC</b>	5.	4,457	0,202	4,530	3,820	4,850
		6.	4,466	0,216	4,840	3,950	4,840
		7.	4,471	0,265	5,929	3,570	4,750
Broj somatskih stanica	<b>SCC</b>	5.	1.119.310,34	1.736.622,78	155,151	35.227,27	9.060.568,14
		6.	1.047.060,61	1.496.139,42	142,889	53.787,88	7.204.545,45
		7.	2.425.111,60	3.279.193,83	135,218	31.818,18	10.844.296,59
Logaritmirani broj somatskih stanica	<b>ISCC</b>	5.	29,004	1,811	6,244	25,070	33,077
		6.	29,010	1,688	5,818	25,681	32,746
		7.	29,657	2,475	8,345	24,923	33,336

Abr = skraćena; Mjes. = mjesec kontrole; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost DMY za 5. mjesec bila je  $39,357 \pm 9,483$  kg, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 18,6 i 59,8 kg; za 6. mjesec bila je  $38,362 \pm 8,941$  kg, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,2 i 54,8 kg; za 7. mjesec bila je  $40,500 \pm 8,700$  kg, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 19,9 i 55,7 kg. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 5. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 7. mjesecu. Prosječna vrijednost DLC za 5. mjesec bila je  $4,457 \pm 0,202$  %, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,82 i 4,85 %; za 6. mjesec bila je  $4,466 \pm 0,216$  %, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,95 i 4,84 %; za 7. mjesec bila je  $4,471 \pm 0,265$  %, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,57 i 4,75 %. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječan ISCC za 5. mjesec bio je  $29,004 \pm 1,811$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 25,070 i 33,077; za 6. mjesec bio je  $29,010 \pm 1,688$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 25,681 i 32,746; za 7. mjesec bio je  $29,657 \pm 2,475$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,923 i 33,336. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu.

### **5.1.1.2 Varijabilnost biokemijskih pokazatelja plazme i mlijeka**

Homeostazu možemo definirati kao sposobnost organizma za održavanjem unutrašnjih uvjeta stalnim i u ravnoteži, pri čemu se ravnoteža održava brojnim regulacijskim mehanizmima. Endokrina regulacija metabolizma dovodi do brojnih efektorskih promjena koje se mogu otkriti u krvi kroz promjene vrijednosti brojnih biokemijskih pokazatelja. Ispitivani su sljedeći biokemijski pokazatelji, kao izabrani biomarkeri zdravstvenog stanja mliječne žlijezde: enzimi - aspartat amino transferaza (AST) i  $\gamma$ -glutamil transferaza (GGT) kao pokazatelji opterećenja jetre; glukoza (GUK), trigliceridi (TGC) i  $\beta$ -hidroksibutirat (BHB) kao pokazatelji energetskog statusa; urea (UREA), proteini (PRO) i albumin (ALB) kao pokazatelji statusa proteina; željezo (Fe) i kalcij (Ca) kao pokazatelji mineralnog metabolizma. Statistička obrada obavljena je po redoslijedu laktacije i po mjesecu kontrole. U tablici 5. prikazani su osnovni statistički pokazatelji ispitivanih biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme, po redoslijedu laktacije (za 2. paritet  $n = 28$ ; za 3. paritet  $n = 37$ ; za 4. paritet  $n = 9$ , osim za BHB  $n = 8$ ).



Tablica 5. Osnovni statistički pokazatelji ispitivanih biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije)

Svojstvo	Abr	Lak.	mean	SD	CV	Min	Max
Aspartat amino transferaza (U/L)	<b>AST</b>	2.	150,658	81,417	54,041	71,660	396,100
		3.	136,526	55,623	40,742	60,740	272,420
		4.	115,528	69,915	60,518	56,290	229,400
$\gamma$ -glutamyl transferaza (U/L)	<b>GGT</b>	2.	32,468	13,835	42,611	8,700	66,100
		3.	36,184	19,415	53,657	16,900	106,600
		4.	26,178	3,472	13,263	22,400	32,000
Glukoza (mmol/l)	<b>GUK</b>	2.	3,018	0,451	14,933	2,060	3,740
		3.	3,014	0,496	16,455	1,600	3,940
		4.	3,187	0,396	12,427	2,390	3,610
Urea (mmol/L)	<b>UREA</b>	2.	4,237	0,614	14,492	2,680	5,400
		3.	4,631	0,954	20,606	2,280	6,770
		4.	4,741	0,667	14,076	3,860	6,010
Bjelančevine (g/L)	<b>PRO</b>	2.	84,282	4,918	5,835	77,300	96,300
		3.	84,127	6,121	7,276	73,200	103,400
		4.	85,678	5,465	6,379	79,600	94,000
Albumin (g/L)	<b>ALB</b>	2.	31,800	2,240	7,043	23,100	35,300
		3.	32,046	2,991	9,335	24,100	36,000
		4.	32,789	1,074	3,276	30,500	33,900
Trigliceridi (mmol/L)	<b>TGC</b>	2.	0,115	0,020	17,415	0,070	0,150
		3.	0,113	0,022	19,888	0,080	0,190
		4.	0,120	0,029	24,296	0,090	0,170
$\beta$ -hidroksibutirat (mmol/L)	<b>BHB</b>	2.	0,448	0,155	34,724	0,230	0,850
		3.	0,527	0,185	35,065	0,280	1,110
		4.	0,518	0,159	30,810	0,260	0,700
Fe ( $\mu$ mol/L)		2.	24,229	5,711	23,571	6,700	34,500
		3.	23,786	8,492	35,699	6,000	42,600
		4.	21,878	3,192	14,591	16,300	25,900
Ca (mmol/L)		2.	2,131	0,324	15,214	0,610	2,400
		3.	2,184	0,171	7,829	1,630	2,550
		4.	2,177	0,085	3,898	2,030	2,320

Abr = skraćenica; Mjes. = mjesec kontrole; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost AST za 2. paritet bila je  $150,658 \pm 81,417$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 71,66 i 396,1 U/L; za 3. paritet bila je  $136,526 \pm 55,623$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 60,74 i 272,42 U/L; za 4. paritet bila je  $115,528 \pm 39,915$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 56,29 i 229,4 U/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 4. pariteta, dok je najmanji bio za krave 3. pariteta.

Prosječna vrijednost GGT za 2. paritet bila je  $32,468 \pm 13,835$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 8,7 i 66,1 U/L; za 3. paritet bila je  $36,184 \pm 19,415$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 16,9 i 106,6 U/L; za 4. paritet bila je  $26,178 \pm 3,472$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 22,4 i 32,0 U/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

Prosječna vrijednost GUK za 2. paritet bila je  $3,018 \pm 0,451$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,06 i 3,74 mmol/l; za 3. paritet bila je  $3,014 \pm 0,496$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,6 i 3,94 mmol/l; za 4. paritet bila je  $3,187 \pm 0,396$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,39 i 3,61 mmol/l. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

Prosječna vrijednost UREA za 2. paritet bila je  $4,237 \pm 0,614$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,68 i 5,4 mmol/L; za 3. paritet bila je  $4,631 \pm 0,954$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,28 i 6,77 mmol/L; za 4. paritet bila je  $4,741 \pm 0,667$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,86 i 6,01 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

Prosječna vrijednost PROT za 2. paritet bila je  $84,282 \pm 4,918$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 77,3 i 96,3 g/L; za 3. paritet bila je  $84,127 \pm 6,121$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 73,2 i 103,4 g/L; za 4. paritet bila je  $85,678 \pm 5,465$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 79,6 i 94,0 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 2. pariteta.

Prosječna vrijednost ALB za 2. paritet bila je  $31,800 \pm 2,240$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 23,1 i 35,3 g/L; za 3. paritet bila je  $32,046 \pm 2,991$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,1 i 36,0 g/L; za 4. paritet bila je  $32,789 \pm 1,074$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 30,5 i 33,9 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

Prosječna vrijednost TGC za 2. paritet bila je  $0,115 \pm 0,020$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,07 i 0,15 mmol/L; za 3. paritet bila je  $0,113 \pm 0,022$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,08 i 0,190 mmol/L; za 4. paritet bila je  $0,120 \pm 0,029$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,09 i 0,17 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 4. pariteta, dok je najmanji bio za krave 2. pariteta.

Prosječna vrijednost BHB za 2. paritet bila je  $0,448 \pm 0,155$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,23 i 0,85 mmol/L; za 3. paritet bila je  $0,527 \pm 0,185$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,28 i 1,11 mmol/L; za 4. paritet bila je  $0,518 \pm 0,159$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,26 i 0,7 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio

za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost Fe za 2. paritet bila je  $24,229 \pm 5,711 \mu\text{mol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 6,7 i  $34,5 \mu\text{mol/L}$ ; za 3. paritet bila je  $23,786 \pm 8,492 \mu\text{mol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 6,0 i  $42,6 \mu\text{mol/L}$ ; za 4. paritet bila je  $21,878 \pm 3,192 \mu\text{mol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 16,3 i  $25,9 \mu\text{mol/L}$ . Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost Ca za 2. paritet bila je  $2,131 \pm 0,324 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,61 i  $2,4 \text{ mmol/L}$ ; za 3. paritet bila je  $2,184 \pm 0,171 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,63 i  $2,55 \text{ mmol/L}$ ; za 4. paritet bila je  $2,177 \pm 0,085 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,03 i  $2,32 \text{ mmol/L}$ . Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 2. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

U tablici 6. predstavljeni su osnovni statistički pokazatelji ispitivanih biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme, po mjesecima kontrole (za 5. mjesec  $n = 29$ , osim BHB  $n = 28$ ; za 6. mjesec  $n = 26$ ; za 7. mjesec  $n = 19$ ).

Prosječna vrijednost AST za 5. mjesec bila je  $133,134 \pm 59,913 \text{ U/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 56,29 i  $265,27 \text{ U/L}$ ; za 6. mjesec bila je  $159,695 \pm 86,849 \text{ U/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 60,74 i  $396,1 \text{ U/L}$ ; za 7. mjesec bila je  $120,877 \pm 41,502 \text{ U/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 62,03 i  $241,65 \text{ U/L}$ . Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 7. mjesecu. Prosječna vrijednost GGT za 5. mjesec bila je  $29,310 \pm 13,206 \text{ U/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 8,7 i  $73,4 \text{ U/L}$ ; za 6. mjesec bila je  $35,492 \pm 15,715 \text{ U/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 17,7 i  $71,7 \text{ U/L}$ ; za 7. mjesec bila je  $37,405 \pm 20,621 \text{ U/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 16,0 i  $106,6 \text{ U/L}$ . Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu. Prosječna vrijednost GUK za 5. mjesec bila je  $3,305 \pm 0,264 \text{ mmol/l}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,66 i  $3,74 \text{ mmol/l}$ ; za 6. mjesec bila je  $2,570 \pm 0,367 \text{ mmol/l}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,6 i  $3,07 \text{ mmol/l}$ ; za 7. mjesec bila je  $3,264 \pm 0,314 \text{ mmol/l}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,74 i  $3,94 \text{ mmol/l}$ . Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost UREA za 5. mjesec bila je  $4,377 \pm 0,822 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,28 i  $6,01 \text{ mmol/L}$ ; za 6. mjesec bila je  $4,670 \pm 0,783 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,72 i  $6,13 \text{ mmol/L}$ ; za 7. mjesec bila je  $4,438 \pm 0,885 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,68 i  $6,77 \text{ mmol/L}$ . Nadalje, koeficijent

varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu.

Tablica 6. Osnovni statistički parametri ispitivanih biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole)

Svojstvo	Abr	Mjes.	mean	SD	CV	Min	Max
Aspartat amino transferaza (U/L)	<b>AST</b>	5.	133,134	59,913	45,002	56,290	265,270
		6.	159,695	86,849	54,384	60,740	396,100
		7.	120,877	41,502	34,334	62,030	241,650
$\gamma$ -glutamil transferaza (U/L)	<b>GGT</b>	5.	29,310	13,206	45,057	8,700	73,400
		6.	35,492	15,715	44,277	17,700	71,700
		7.	37,405	20,621	55,128	16,000	106,600
Glukoza (mmol/l)	<b>GUK</b>	5.	3,305	0,264	7,992	2,660	3,740
		6.	2,570	0,367	14,268	1,600	3,070
		7.	3,264	0,314	9,635	2,740	3,940
Urea (mmol/L)	<b>UREA</b>	5.	4,377	0,822	18,783	2,280	6,010
		6.	4,670	0,783	16,773	2,720	6,130
		7.	4,438	0,885	19,942	2,680	6,770
Bjelančevine (g/L)	<b>PRO</b>	5.	84,945	5,519	6,497	77,300	103,400
		6.	82,258	5,850	7,112	73,200	101,200
		7.	86,400	4,386	5,077	78,800	96,300
Albumin (g/L)	<b>ALB</b>	5.	32,400	2,444	7,543	24,600	35,800
		6.	31,935	2,532	7,930	24,100	35,300
		7.	31,647	2,778	8,778	23,100	36,000
Trigliceridi (mmol/L)	<b>TGC</b>	5.	0,118	0,020	16,557	0,080	0,150
		6.	0,115	0,021	18,173	0,070	0,170
		7.	0,110	0,028	25,353	0,080	0,190
$\beta$ -hidroksibutirat (mmol/L)	<b>BHB</b>	5.	0,572	0,179	31,387	0,260	0,920
		6.	0,448	0,117	26,065	0,230	0,760
		7.	0,447	0,195	43,656	0,280	1,110
Fe ( $\mu$ mol/L)		5.	24,655	6,171	25,030	6,700	42,600
		6.	23,000	7,655	33,282	7,000	41,300
		7.	23,284	7,536	32,364	6,000	36,000
Ca (mmol/L)		5.	2,280	0,096	4,205	2,130	2,550
		6.	2,020	0,300	14,854	0,610	2,230
		7.	2,179	0,175	8,052	1,630	2,400

Abr = skraćenica; Mjes. = mjesec kontrole; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost PROT za 5. mjesec bila je  $84,945 \pm 5,519$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 77,3 i 103,4 g/L; za 6. mjesec bila je  $82,258 \pm 5,850$  g/L, a

minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 73,2 i 101,2 g/L; za 7. mjesec bila je  $86,400 \pm 4,386$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 78,8 i 96,3 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 7. mjesecu. Prosječna vrijednost ALB za 5. mjesec bila je  $32,400 \pm 2,444$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,6 i 35,8 g/L; za 6. mjesec bila je  $31,935 \pm 2,532$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,1 i 35,3 g/L; za 7. mjesec bila je  $31,647 \pm 2,778$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 23,1 i 36,0 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost TGC za 5. mjesec bila je  $0,118 \pm 0,020$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,08 i 0,15 mmol/L; za 6. mjesec bila je  $0,115 \pm 0,021$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,07 i 0,17 mmol/L; za 7. mjesec bila je  $0,110 \pm 0,028$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,08 i 0,19 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost BHB za 5. mjesec bila je  $0,572 \pm 0,179$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,26 i 0,92 mmol/L; za 6. mjesec bila je  $0,448 \pm 0,117$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,23 i 0,79 mmol/L; za 7. mjesec bila je  $0,447 \pm 0,195$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,28 i 1,11 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu. Prosječna vrijednost Fe za 5. mjesec bila je  $24,655 \pm 6,171$   $\mu$ mol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 6,7 i 42,6  $\mu$ mol/L; za 6. mjesec bila je  $23,000 \pm 7,655$   $\mu$ mol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 7,0 i 41,3  $\mu$ mol/L; za 7. mjesec bila je  $23,284 \pm 7,536$   $\mu$ mol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 6,0 i 36,0  $\mu$ mol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost Ca za 5. mjesec bila je  $2,280 \pm 0,096$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,13 i 2,55 mmol/L; za 6. mjesec bila je  $2,020 \pm 0,300$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,61 i 2,23 mmol/L; za 7. mjesec bila je  $2,179 \pm 0,175$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,63 i 2,4 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu.

Promjene u sastavu mlijeka mogu biti uzrokovane ulaskom komponenti seruma u mlijeko i kretanjem nekih normalnih komponenti mlijeka iz alveolarnog lumena u perivaskularni prostor. Najčešći razlog je poremećaj krvno-mliječne barijere, kao posljedica lokalnog djelovanja upale mliječne žlijezde. Ispitivani su sljedeći biokemijski pokazatelji, kao

biomarkeri zdravstvenog statusa mliječne žlijezde: aspartat amino transferaza (AST),  $\gamma$ -glutamil transferaza (GGT), glukoza (GUK), urea (UREA), proteini (PRO), albumin (ALB) željezo (Fe) i kalcij (Ca).

U tablici 7. prikazani su osnovni statistički pokazatelji biokemijskih pokazatelja iz uzoraka mlijeka ispitivanih krava, po redoslijedu laktacije (za 2. paritet n = 28; za 3. paritet n = 36; za 4. paritet n = 9).

Tablica 7. Osnovni statistički pokazatelji biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije)

Svojstvo	Abr	Lak.	mean	SD	CV	Min	Max
Aspartat amino transferaza (U/L)	<b>AST</b>	2.	14,335	11,455	79,912	4,010	53,955
		3.	15,546	11,914	76,635	3,755	50,500
		4.	15,651	9,912	63,329	6,008	38,963
$\gamma$ -glutamil transferaza (U/L)	<b>GGT</b>	2.	326,577	78,620	24,074	161,075	459,625
		3.	339,581	90,002	26,504	110,125	632,900
		4.	349,394	74,555	21,338	258,500	483,650
Glukoza (mmol/l)	<b>GUK</b>	2.	0,566	0,146	25,815	0,255	0,898
		3.	0,512	0,198	38,685	0,163	0,945
		4.	0,404	0,072	17,706	0,285	0,503
Urea (mmol/L)	<b>UREA</b>	2.	5,204	1,027	19,743	3,008	7,350
		3.	5,536	1,379	24,918	1,428	8,403
		4.	5,673	0,923	16,273	4,328	6,930
Bjelančevine (g/L, )	<b>PRO</b>	2.	35,184	3,798	10,794	29,200	41,175
		3.	36,011	6,374	17,700	14,825	47,350
		4.	35,972	3,762	10,457	31,400	41,025
Albumin (g/L, )	<b>ALB</b>	2.	22,004	1,514	6,880	18,200	24,500
		3.	22,717	3,069	13,508	9,900	26,625
		4.	22,139	1,196	5,400	20,325	23,575
Fe ( $\mu$ mol/L)		2.	21,259	11,706	55,063	4,300	48,750
		3.	26,488	17,328	65,420	2,550	58,475
		4.	15,353	7,261	47,296	5,425	27,200
Ca (mmol/L)		2.	3,150	0,483	15,337	1,823	4,293
		3.	3,232	0,649	20,092	1,303	4,523
		4.	3,057	0,267	8,736	2,748	3,505

Abr = skraćenica; Lak. = paritet; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost AST za 2. paritet bila je  $14,335 \pm 11,455$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,010 i 53,955 U/L; za 3. paritet bila je  $15,546 \pm 11,914$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,755 i 50,500 U/L; za 4. paritet bila je  $15,651 \pm 9,912$  U/L, a

minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 6,008 i 38,963 U/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 2. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost GGT za 2. paritet bila je  $326,577 \pm 78,620$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 161,075 i 459,625 U/L; za 3. paritet bila je  $339,581 \pm 90,002$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 110,125 i 632,900 U/L; za 4. paritet bila je  $349,394 \pm 74,555$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 258,500 i 483,650 U/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost GUK za 2. paritet bila je  $0,566 \pm 0,146$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,255 i 0,898 mmol/l; za 3. paritet bila je  $0,512 \pm 0,198$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,163 i 0,945 mmol/l; za 4. paritet bila je  $0,404 \pm 0,072$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,285 i 0,503 mmol/l. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost UREA za 2. paritet bila je  $5,204 \pm 1,027$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,008 i 7,350 mmol/L; za 3. paritet bila je  $5,536 \pm 1,379$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,428 i 8,403 mmol/L; za 4. paritet bila je  $5,673 \pm 0,923$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,328 i 6,930 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost PROT za 2. paritet bila je  $35,184 \pm 3,798$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 29,200 i 41,175 g/L; za 3. paritet bila je  $36,011 \pm 6,374$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 14,825 i 47,350 g/L; za 4. paritet bila je  $35,972 \pm 3,762$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 31,400 i 41,025 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost ALB za 2. paritet bila je  $22,004 \pm 1,514$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 18,200 i 24,500 g/L; za 3. paritet bila je  $22,717 \pm 3,069$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 9,900 i 26,625 g/L; za 4. paritet bila je  $22,139 \pm 1,196$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 20,325 i 23,575 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost Fe za 2. paritet bila je  $21,259 \pm 11,706$   $\mu$ mol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,300 i 48,850  $\mu$ mol/L; za 3. paritet bila je  $26,488 \pm 17,328$   $\mu$ mol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,550 i 58,475  $\mu$ mol/L; za 4. paritet bila je  $15,353 \pm 7,261$   $\mu$ mol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 5,425 i 27,200  $\mu$ mol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost Ca za 2. paritet bila je  $3,150 \pm 0,483$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,823 i 4,293 mmol/L; za 3. paritet bila je  $3,232 \pm$

0,649 mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,303 i 4,523 mmol/L; za 4. paritet bila je  $3,057 \pm 0,267$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,748 i 3,505 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. U tablici 8. predstavljeni su osnovni statistički pokazatelji biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka ispitivanih krava, po mjesecima kontrole (za 5. mjesec n = 30; za 6. mjesec n = 25; za 7. mjesec n = 18).

Tablica 8. Osnovni statistički pokazatelji biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole)

Svojstvo	Abr	Mjes.	mean	SD	CV	Min	Max
Aspartat amino transferaza (U/L)	<b>AST</b>	5.	8,417	4,833	57,420	3,755	27,448
		6.	21,448	13,590	63,362	6,498	53,955
		7.	17,399	10,207	58,664	4,858	46,080
$\gamma$ -glutamyl transferaza (U/L)	<b>GGT</b>	5.	296,930	63,080	21,244	110,125	459,625
		6.	340,468	77,827	22,859	161,075	461,225
		7.	394,113	87,981	22,324	280,900	632,900
Glukoza (mmol/l)	<b>GUK</b>	5.	0,497	0,153	30,839	0,163	0,945
		6.	0,533	0,177	33,217	0,255	0,898
		7.	0,538	0,205	38,133	0,188	0,898
Urea (mmol/L)	<b>UREA</b>	5.	5,186	1,053	20,297	1,428	6,930
		6.	6,304	1,014	16,079	4,538	8,403
		7.	4,604	0,918	19,930	3,008	6,998
Bjelančevine (g/L, )	<b>PRO</b>	5.	31,688	4,313	13,610	14,825	39,100
		6.	40,136	3,039	7,572	35,925	47,350
		7.	36,181	3,397	9,388	29,000	40,700
Albumin (g/L, )	<b>ALB</b>	5.	21,233	2,765	13,021	9,900	25,450
		6.	23,283	1,508	6,475	20,000	26,625
		7.	23,007	2,005	8,714	19,125	26,300
Fe ( $\mu$ mol/L)		5.	13,582	7,614	56,064	2,550	38,550
		6.	30,034	15,720	52,342	11,050	58,475
		7.	29,371	14,222	48,422	5,000	48,625
Ca (mmol/L)		5.	2,851	0,409	14,350	1,303	3,748
		6.	3,338	0,596	17,864	1,823	4,523
		7.	3,504	0,401	11,443	2,785	4,180

Abr = skraćena; Mjes. = mjesec kontrole; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost AST za 5. mjesec bila je  $8,417 \pm 4,833$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,755 i 27,448 U/L; za 6. mjesec bila je  $21,448 \pm 13,590$  U/L, a minimalne



i maksimalne vrijednosti bile su 6.498 i 53,955 U/L; za 7. mjesec bila je  $17,399 \pm 10,207$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,858 i 46,080 U/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost GGT za 5. mjesec bila je  $296,930 \pm 63,080$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 110,125 i 459,625 U/L; za 6. mjesec bila je  $340,468 \pm 77,827$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 161,075 i 461,225 U/L; za 7. mjesec bila je  $394,113 \pm 87,981$  U/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 280,900 i 632,900 U/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost GUK za 5. mjesec bila je  $0,497 \pm 0,153$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,163 i 0,945 mmol/l; za 6. mjesec bila je  $0,533 \pm 0,177$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,255 i 0,898 mmol/l; za 7. mjesec bila je  $0,538 \pm 0,205$  mmol/l, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,188 i 0,898 mmol/l. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 7. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost UREA za 5. mjesec bila je  $5,186 \pm 1,053$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,428 i 6,930 mmol/L; za 6. mjesec bila je  $6,304 \pm 1,014$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,538 i 8,403 mmol/L; za 7. mjesec bila je  $4,604 \pm 0,918$  mmol/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,008 i 6,998 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 5. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu.

Prosječna vrijednost PROT za 5. mjesec bila je  $31,688 \pm 4,313$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 14,825 i 39,100 g/L; za 6. mjesec bila je  $40,136 \pm 3,039$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 35,925 i 47,350 g/L; za 7. mjesec bila je  $36,181 \pm 3,397$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 29,000 i 40,700 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 5. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu. Prosječna vrijednost ALB za 5. mjesec bila je  $21,233 \pm 2,765$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 9,900 i 25,450 g/L; za 6. mjesec bila je  $23,283 \pm 1,508$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 20,000 i 26,625 g/L; za 7. mjesec bila je  $23,007 \pm 2,005$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 19,125 i 26,300 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 5. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 6. mjesecu. Prosječna vrijednost Fe za 5. mjesec bila je  $13,528 \pm 7,614$   $\mu\text{mol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,550 i 38,550  $\mu\text{mol/L}$ ; za 6. mjesec bila je  $30,034 \pm 15,720$   $\mu\text{mol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 11,050 i 58,475  $\mu\text{mol/L}$ ; za 7. mjesec bila je  $29,371 \pm 14,222$   $\mu\text{mol/L}$ , a minimalne i maksimalne

vrijednosti bile su 5,000 i 48,625  $\mu\text{mol/L}$ . Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 5. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 7. mjesecu. Prosječna vrijednost Ca za 5. mjesec bila je  $2,851 \pm 0,409 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,303 i 3,748 mmol/L; za 6. mjesec bila je  $3,338 \pm 0,596 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 1,823 i 4,523 mmol/L; za 7. mjesec bila je  $3,504 \pm 0,401 \text{ mmol/L}$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 2,785 i 4,180 mmol/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 7. mjesecu.

### 5.1.1.3 Varijabilnost hematoloških pokazatelja

Krv je jedan od najvažnijih unutarnjih pokazatelja životinjskog organizma, koji pokazuje sve promjene koje se događaju u tijelu životinje pod različitim vrstama utjecaja iz okoline. Vrijednosti pokazatelja periferne krvi daju korisne informacije o zdravstvenom stanju životinje i omogućuju procjenu prisutnosti upale. U kombinaciji s biokemijskom analizom pomažu u postavljanju dijagnoze.

U procjeni zdravstvenog stanja vimena ispitivane su razine sljedećih hematoloških pokazatelja: sedimentacija eritrocita nakon 8 h (SED-8); sedimentacija eritrocita nakon 24 h (SED-24); sedimentacija eritrocita nakon 48 h (SED-48); broj leukocita (WBC); broj eritrocita (RBC); hemoglobin (HGB); hematokrit (HTC). Statistička obrada obavljena je i po redoslijedu laktacije i po mjesecu kontrole.

U tablici 9. prikazani su osnovni statistički pokazatelji ispitivanih hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava, po redoslijedu laktacije (za 2. paritet  $n = 28$ ; za 3. paritet  $n = 37$ , osim za SED-8  $n = 36$ ; za 4. paritet  $n = 9$ ). Prosječna vrijednost SED-8 za 2. paritet bila je  $8,750 \pm 3,688$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,000 i 15,000 mm; za 3. paritet bila je  $8,917 \pm 3,828$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,000 i 17,000 mm; za 4. paritet bila je  $10,222 \pm 4,893$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 5,000 i 17,000 mm. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 4. pariteta, dok je najmanji bio za krave 2. pariteta. Prosječna vrijednost SED-24 za 2. paritet bila je  $30,464 \pm 13,028$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 12,000 i 54,000 mm; za 3. paritet bila je  $32,108 \pm 11,789$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 12,000 i 52,000 mm; za 4. paritet bila je  $33,444 \pm 14,578$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 13,000 i 51,000 mm. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 4. pariteta, dok je najmanji bio za krave 3. pariteta. Prosječna vrijednost SED-48 za 2. paritet bila je  $42,000 \pm 17,068$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 17,000 i 81,000 mm; za 3. paritet bila je  $44,514 \pm 14,391$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 17,000 i 69,000 mm; za 4. paritet bila je  $47,444 \pm 18,304$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 22,000 i 72,000 mm. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 2. pariteta, dok je najmanji bio za krave 3. pariteta. Prosječna vrijednost WBC za 2. paritet bila je  $7,379 \pm 1,599$  ( $\times 10^9/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,900 i 11,600 ( $\times 10^9/L$ ); za 3. paritet bila je  $7,573 \pm 2,155$  ( $\times 10^9/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,800 i 16,200 ( $\times 10^9/L$ ); za 4. paritet bila je  $7,311 \pm 1,531$  ( $\times 10^9/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,900 i 10,300 ( $\times 10^9/L$ ). Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta,

dok je najmanji bio za krave 4. pariteta. Prosječna vrijednost RBC za 2. paritet bila je  $6,672 \pm 0,641$  ( $\times 1012/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,380 i 7,540 ( $\times 1012/L$ ); za 3. paritet bila je  $6,333 \pm 0,783$  ( $\times 1012/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,450 i 7,900 ( $\times 1012/L$ ); za 4. paritet bila je  $6,547 \pm 0,334$  ( $\times 1012/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 6,010 i 7,020 ( $\times 1012/L$ ). Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

Tablica 9. Osnovni statistički pokazatelji hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije)

Svojstvo	Abr	Lak.	mean	SD	CV	Min	Max
Sedimentacija nakon 8 h	<b>SED-8</b>	2.	8,750	3,688	42,149	4,000	15,000
		3.	8,917	3,828	42,926	4,000	17,000
		4.	10,222	4,893	47,869	5,000	17,000
Sedimentacija nakon 24 h	<b>SED-24</b>	2.	30,464	13,028	42,766	12,000	54,000
		3.	32,108	11,789	36,718	12,000	52,000
		4.	33,444	14,578	43,590	13,000	51,000
Sedimentacija nakon 48 h	<b>SED-48</b>	2.	42,000	17,068	40,639	17,000	81,000
		3.	44,514	14,391	32,329	17,000	69,000
		4.	47,444	18,304	38,579	22,000	72,000
Leukociti ( $\times 109/L$ )	<b>WBC</b>	2.	7,379	1,599	21,667	3,900	11,600
		3.	7,573	2,155	28,454	4,800	16,200
		4.	7,311	1,531	20,939	4,900	10,300
Eritrociti ( $\times 1012/L$ )	<b>RBC</b>	2.	6,672	0,641	9,606	4,380	7,540
		3.	6,333	0,783	12,368	3,450	7,900
		4.	6,547	0,334	5,108	6,010	7,020
Hemoglobin (g/L)	<b>HGB</b>	2.	111,107	9,449	8,504	89,000	128,000
		3.	110,486	12,321	11,152	60,000	129,000
		4.	107,222	6,960	6,491	99,000	121,000
Hematokrit	<b>HTC</b>	2.	0,299	0,030	9,880	0,205	0,353
		3.	0,294	0,034	11,430	0,156	0,363
		4.	0,289	0,012	4,304	0,275	0,302

Abr = skraćena; Lak. = paritet; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Nadalje, prosječna vrijednost HGB za 2. paritet bila je  $111,107 \pm 9,449$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 89,000 i 128,000 g/L; za 3. paritet bila je  $110,486 \pm 12,321$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 60,000 i 129,000 g/L; za 4. paritet bila je  $107,222 \pm 6,960$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 99,000 i 121,000 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4.

pariteta. Prosječna vrijednost HTC za 2. paritet bila je  $0,299 \pm 0,030$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,205 i 0,353; za 3. paritet bila je  $0,294 \pm 0,034$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,156 i 0,363; za 4. paritet bila je  $0,289 \pm 0,012$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 0,275 i 0,302. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave 3. pariteta, dok je najmanji bio za krave 4. pariteta.

U tablici 10. prikazani su osnovni statistički pokazatelji ispitivanih hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava, po mjesecima kontrole (za 5. mjesec  $n = 29$ ; za 6. mjesec  $n = 26$ , osim za SED-8  $n = 25$ ; za 7. mjesec  $n = 19$ ).

Tablica 10. Osnovni statistički pokazatelji hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole)

Svojstvo	Abr	Mjes.	mean	SD	CV	Min	Max
Sedimentacija nakon 8 h	<b>SED-8</b>	5.	12,966	2,598	20,037	8,000	17,000
		6.	7,120	1,943	27,294	5,000	12,000
		7.	5,474	1,219	22,266	4,000	8,000
Sedimentacija nakon 24 h	<b>SED-24</b>	5.	42,034	6,538	15,555	31,000	54,000
		6.	17,462	4,909	28,113	12,000	33,000
		7.	35,211	7,307	20,753	24,000	50,000
Sedimentacija nakon 48 h	<b>SED-48</b>	5.	57,690	8,933	15,484	42,000	81,000
		6.	27,692	8,657	31,261	17,000	50,000
		7.	45,105	9,860	21,859	29,000	62,000
Leukociti (x 10 <sup>9</sup> /L)	<b>WBC</b>	5.	7,424	1,486	20,010	4,900	11,200
		6.	7,604	2,316	30,460	4,600	16,200
		7.	7,347	1,811	24,651	3,900	11,600
Eritrociti (x 10 <sup>12</sup> /L)	<b>RBC</b>	5.	6,659	0,616	9,251	5,010	7,900
		6.	6,450	0,798	12,370	3,450	7,540
		7.	6,275	0,652	10,389	4,380	7,320
Hemoglobin (g/L)	<b>HGB</b>	5.	110,069	9,710	8,822	85,000	129,000
		6.	107,346	12,073	11,247	60,000	126,000
		7.	114,789	9,047	7,881	89,000	125,000
Hematokrit	<b>HTC</b>	5.	0,302	0,028	9,121	0,234	0,363
		6.	0,294	0,035	11,743	0,156	0,348
		7.	0,287	0,026	9,140	0,205	0,331

Abr = skraćena; Mjes. = mjesec kontrole; mean = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti; Min = minimum, Max = maksimum

Prosječna vrijednost SED-8 za 5. mjesec bila je  $12,966 \pm 2,598$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 8,000 i 17,000 mm; za 6. mjesec bila je  $7,120 \pm 1,943$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 5,000 i 12,000 mm; za 7. mjesec bila je  $5,474 \pm$

1,219 mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,000 i 8,000 mm. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost SED-24 za 5. mjesec bila je  $42,034 \pm 6,538$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 31,000 i 54,000 mm; za 6. mjesec bila je  $17,462 \pm 4,909$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 12,000 i 33,000 mm; za 7. mjesec bila je  $35,211 \pm 7,307$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 24,000 i 50,000 mm. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost SED-48 za 5. mjesec bila je  $57,690 \pm 8,933$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 42,000 i 81,000 mm; za 6. mjesec bila je  $27,692 \pm 8,657$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 17,000 i 50,000 mm; za 7. mjesec bila je  $45,105 \pm 9,860$  mm, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 29,000 i 62,000 mm. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost WBC za 5. mjesec bila je  $7,424 \pm 1,486$  ( $\times 10^9/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,900 i 11,200 ( $\times 10^9/L$ ); za 6. mjesec bila je  $7,604 \pm 2,316$  ( $\times 10^9/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,600 i 16,200 ( $\times 10^9/L$ ); za 7. mjesec bila je  $7,347 \pm 1,811$  ( $\times 10^9/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,900 i 11,600 ( $\times 10^9/L$ ). Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost RBC za 5. mjesec bila je  $6,659 \pm 0,616$  ( $\times 10^{12}/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 5,010 i 7,900 ( $\times 10^{12}/L$ ); za 6. mjesec bila je  $6,450 \pm 0,798$  ( $\times 10^{12}/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 3,450 i 7,540 ( $\times 10^{12}/L$ ); za 7. mjesec bila je  $6,275 \pm 0,652$  ( $\times 10^{12}/L$ ), a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 4,380 i 7,380 ( $\times 10^{12}/L$ ). Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu. Prosječna vrijednost HGB za 5. mjesec bila je  $110,069 \pm 9,710$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 85,000 i 129,000 g/L; za 6. mjesec bila je  $107,346 \pm 12,073$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 60,000 i 126,000 g/L; za 7. mjesec bila je  $114,789 \pm 9,047$  g/L, a minimalne i maksimalne vrijednosti bile su 89,000 i 125,000 g/L. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 7. mjesecu. Prosječna vrijednost HTC za 5. mjesec bila je  $0,302 \pm 0,028$ , a minimalne i maksimalne iznosile su 0,234 i 0,363; za 6. mjesec bila je  $0,294 \pm 0,035$ , a minimalne i maksimalne iznosile su 0,156 i 0,348; dok je za 7. mjesec bila je  $0,287 \pm 0,026$ , a minimalne i maksimalne vrijednosti 0,205 i 0,331. Koeficijent varijabilnosti je bio najveći za krave kontrolirane u 6. mjesecu, dok je najmanji bio za krave kontrolirane u 5. mjesecu.

### 5.1.2 Kovarijabilnost ispitivanih pokazatelja

Kliničko i laboratorijsko praćenje tijekom laktacije ima važnu ulogu u otkrivanju subkliničkih nutritivnih i metaboličkih bolesti. Pokazatelji mlijeka potječu iz krvi, a razjašnjenje odnosa između ovih pokazatelja pojedinačno u krvi i mlijeku pomaže u razumijevanju zdravstvenog i proizvodnog statusa životinja. U tablici 11. prikazani su koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti (dnevni sadržaj laktoze, broj somatskih stanica i logaritmirani broj somatskih stanica) i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme ispitivanih krava.

Tablica 11. Koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine

Svojstvo	DLC, %	SCC	ISCC
Aspartat amino transferaza (U/L)	0,157	-0,339	-0,494
	0,186	0,004	<,0001
$\gamma$ -glutamil transferaza (U/L)	0,067	-0,247	-0,356
	0,573	0,038	0,002
Glukoza (mmol/l)	-0,075	0,329	0,315
	0,531	0,005	0,008
Urea (mmol/L)	0,056	0,101	-0,111
	0,637	0,401	0,356
Bjelančevine (g/L)	-0,185	0,077	0,161
	0,117	0,522	0,180
Albumin (g/L)	0,001	-0,038	-0,090
	0,995	0,751	0,457
Trigliceridi (mmol/L)	-0,111	0,226	0,259
	0,351	0,059	0,029
$\beta$ -hidroksibutirat (mmol/L)	-0,007	-0,094	0,020
	0,952	0,441	0,868
Fe ( $\mu$ mol/L)	0,142	-0,605	-0,523
	0,231	<,0001	<,0001
Ca (mmol/L)	-0,091	-0,075	-0,128
	0,445	0,537	0,286

\* DLC – dnevni sadržaj laktoze; SCC – broj somatskih stanica; ISCC – logaritmirani broj somatskih stanica

Perasonova analiza korelacije pokazala je srednje jaku negativnu korelaciju između Fe i SCC ( $r(73) = -0,605$ ,  $p < 0,0001$ ), te između Fe i ISCC ( $r(73) = -0,523$ ,  $p < 0,0001$ ). Utvrđena je umjerena negativna korelacija između AST i SCC ( $r(73) = -0,339$ ,  $p = 0,004$ ), te između AST i ISCC ( $r(73) = -0,494$ ,  $p < 0,0001$ ). Utvrđena je slaba negativna korelacija između GGT i SCC ( $r(73) = -0,247$ ,  $p = 0,038$ ), te umjerena negativna između GGT i ISCC ( $r(73) =$

-0,356,  $p = 0,002$ ). Utvrđena je umjerena pozitivna korelacija između GUK i SCC ( $r(73) = 0,329$ ,  $p = 0,005$ ), te između GUK i ISCC ( $r(73) = 0,315$ ,  $p = 0,008$ ). Utvrđena je umjerena pozitivna korelacija između TGC i ISCC ( $r(73) = 0,259$ ,  $p = 0,029$ ). Utvrđen je slab ili zanemariv odnos između dnevnog sadržaja laktoze u mlijeku i svih analiziranih biokemijskih pokazatelja u plazmi. Postojao je pozitivan odnos između dnevnog sadržaja laktoze i koncentracija AST, GGT, UREA, ALB i Fe. Nadalje, utvrđeni su negativni odnosi između dnevnog sadržaja laktoze i koncentracija GUK, PROT, TGC, BHB i Ca. Utvrđen je slab ili zanemariv pozitivan odnos između broja somatskih stanica i vrijednosti UREA i PROT, dok je slab ili zanemariv negativan odnos utvrđen između broja somatskih stanica i vrijednosti ALB, BHB i Ca. Nadalje, u tablici 12. prikazani su koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti (dnevni sadržaj laktoze, broj somatskih stanica i logaritmirani broj somatskih stanica) i biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka ispitivanih krava.

Tablica 12. Koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti i biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine

Svojstvo	DLC, %	SCC	ISCC
Aspartat amino transferaza (U/L)	-0,100	0,398	0,379
	0,403	0,001	0,001
$\gamma$ -glutamil transferaza (U/L)	-0,005	0,336	0,225
	0,966	0,004	0,058
Glukoza (mmol/l)	0,307	-0,399	-0,510
	0,009	0,001	<,0001
Urea (mmol/L)	0,064	-0,054	-0,134
	0,593	0,652	0,262
Bjelančevine (g/L, )	0,091	-0,071	0,011
	0,449	0,553	0,929
Albumin (g/L, )	0,164	-0,235	-0,212
	0,170	0,047	0,074
Fe ( $\mu$ mol/L)	0,269	-0,277	-0,265
	0,022	0,019	0,024
Ca (mmol/L)	0,056	0,172	0,143
	0,640	0,148	0,232

\* DLC – dnevni sadržaj laktoze; SCC – broj somatskih stanica; ISCC – logaritmirani broj somatskih stanica

Perasonova analiza korelacije pokazala je umjerenu pozitivnu korelaciju između GUK i DLC ( $r(72) = 0,307$ ,  $p = 0,009$ ), te između Fe i DLC ( $r(72) = 0,269$ ,  $p = 0,022$ ). Utvrđena je umjerena pozitivna korelacija između AST i SCC ( $r(72) = 0,398$ ,  $p = 0,001$ ), te između AST i ISCC ( $r(72) = 0,379$ ,  $p = 0,001$ ). Utvrđena je umjerena pozitivna korelacija između GGT i



SCC ( $r(72) = 0,336$ ,  $p = 0,004$ ). Utvrđena je umjerena negativna korelacija između GUK i SCC ( $r(72) = -0,399$ ,  $p = 0,001$ ), te između GUK i ISCC ( $r(72) = -0,510$ ,  $p < 0,0001$ ). Utvrđena je umjerena negativna korelacija između Fe i SCC ( $r(72) = -0,277$ ,  $p = 0,019$ ), te između Fe i ISCC ( $r(72) = -0,265$ ,  $p = 0,024$ ). Utvrđena je umjerena negativna korelacija između ALB i SCC ( $r(72) = -0,235$ ,  $p = 0,047$ ). Utvrđen je slab ili zanemariv pozitivan odnos između dnevnog sadržaja laktoze u mlijeku i UREA, PROT, ALB i Ca, dok je slab ili zanemariv negativan odnos utvrđen za AST i GGT. Utvrđen je slab ili zanemariv pozitivan odnos između broja somatskih stanica i vrijednosti Ca, dok je slab ili zanemariv negativan odnos utvrđen za vrijednosti UREA i PROT. U tablici 13. prikazani su koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti (dnevni sadržaj laktoze, broj somatskih stanica i logaritmirani broj somatskih stanica) i hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava.

Tablica 13. Koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti i hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine

Svojstvo	DLC, %	SCC	ISCC
Sedimentacija nakon 8 h	-0,069	-0,078	-0,029
	0,564	0,520	0,813
Sedimentacija nakon 24 h	-0,022	0,110	-0,020
	0,850	0,361	0,869
Sedimentacija nakon 48 h	-0,015	0,090	-0,045
	0,901	0,456	0,707
Leukociti (x 10 <sup>9</sup> /L)	-0,183	-0,032	0,007
	0,121	0,792	0,956
Eritrociti (x 10 <sup>12</sup> /L)	0,060	-0,162	-0,032
	0,613	0,176	0,793
Hemoglobin (g/L)	0,077	0,113	0,133
	0,517	0,350	0,270
Hematokrit	0,029	-0,075	0,061
	0,809	0,533	0,612

\* DLC – dnevni sadržaj laktoze; SCC – broj somatskih stanica; ISCC – logaritmirani broj somatskih stanica

Perasonova analiza korelacije pokazala je slab ili zanemariv odnos između dnevnih svojstava mliječnosti i svih analiziranih hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi ispitivanih krava. Utvrđen je pozitivan odnos između dnevnog sadržaja laktoze i RBC, HGB i HTC, dok je negativan odnos utvrđen za vrijednosti SED-8, SED-24, SED-48 i WBC. Nadalje, utvrđen je slab ili zanemariv pozitivan odnos između broja somatskih stanica i vrijednosti SED-24, SED-48 i HGB, dok je slab ili zanemariv negativan odnos utvrđen za vrijednosti SED-8, WBC, RBC i HTC.

## 5.2 Varijabilnost ispitivanih pokazatelja ovisno o indikatorima pojavnosti mastitisa

Analiza pokazatelja krvi i mlijeka od velike je važnosti za procjenu zdravlja životinja i mliječnosti. Zbog izražene individualne varijabilnosti utvrđene su vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka, te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze, DCL (što ukazuje na rizik od mastitisa) i broju somatskih stanica, SCC (što ukazuje na zdravstveno stanje životinje). Dnevni sadržaj laktoze  $DLC \geq 4,5\%$  indicira zdrave životinje, dok  $DLC < 4,5\%$  indicira rizik pojavnosti mastitisa. Broj somatskih stanica na dan  $SCC < 200.000/ml$  indicira zdrave krave,  $SCC$  u intervalu od  $200.000/ml$  do  $400.000/ml$  indicira krave u riziku od mastitisa, dok  $SCC > 400.000/ml$  indicira krave u mastitisu.

U tablici 14. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica (za sve parametre  $n = 74$ , osim za BHB  $n = 73$ ).

Tablica 14. Procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica

Svojstvo	Mastitis ocjena sukladno		Mastitis ocjena sukladno		
	dnevnom sadržaju laktoze (%)		broju somatskih stanica ( $\times 103 /ml$ )		
	< 4.5 u riziku	$\geq 4.5$ zdrave	< 200 zdrave	200–400 u riziku	> 400 mastitis
Aspartat amino transferaza (U/L)	126,295 <sup>A</sup>	136,596 <sup>A</sup>	178,633 <sup>A</sup>	160,286 <sup>A</sup>	113,619 <sup>B</sup>
$\gamma$ -glutamil transferaza (U/L)	29,576 <sup>A</sup>	33,681 <sup>A</sup>	38,767 <sup>A</sup>	39,547 <sup>A</sup>	28,319 <sup>B</sup>
Glukoza (mmol/l)	3,019 <sup>A</sup>	3,090 <sup>A</sup>	2,871 <sup>A</sup>	3,002 <sup>A</sup>	3,111 <sup>B</sup>
Urea (mmol/L)	4,441 <sup>A</sup>	4,610 <sup>A</sup>	4,577 <sup>A</sup>	4,672 <sup>A</sup>	4,483 <sup>A</sup>
Bjelančevine (mmol/L)	85,343 <sup>A</sup>	84,735 <sup>A</sup>	87,016 <sup>A</sup>	83,274 <sup>A</sup>	84,769 <sup>A</sup>
Albumin (g/L)	31,715 <sup>A</sup>	32,541 <sup>A</sup>	31,713 <sup>A</sup>	33,274 <sup>A</sup>	32,046 <sup>A</sup>
Trigliceridi (mmol/L)	0,121 <sup>A</sup>	0,111 <sup>A</sup>	0,114 <sup>A</sup>	0,109 <sup>A</sup>	0,117 <sup>A</sup>
$\beta$ -hidroksibutirat (mmol/L)	0,484 <sup>A</sup>	0,501 <sup>A</sup>	0,444 <sup>A</sup>	0,479 <sup>A</sup>	0,508 <sup>A</sup>
Fe ( $\mu$ mol/L)	22,418 <sup>A</sup>	23,003 <sup>A</sup>	24,644 <sup>A</sup>	26,180 <sup>A</sup>	21,633 <sup>A</sup>
Ca (mmol/L)	2,218 <sup>A</sup>	2,101 <sup>B</sup>	2,180 <sup>A</sup>	2,279 <sup>A</sup>	2,140 <sup>A</sup>

\*Vrijednosti unutar istog reda za istu ocjenu mastitisa označene različitim slovom razlikuju se statistički značajno ( $P < 0,05$ )

Između procijenjenih srednjih vrijednosti biokemijskih pokazatelja plazme, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze utvrđena je značajna ( $P < 0,05$ ) statistička razlika za kalcij (Ca), dok su procijenjene srednje vrijednosti ovisno o broju somatskih stanica pokazale značajnu ( $P$

< 0,05) statističku razliku za aspartat amino transferazu (AST),  $\gamma$ -glutamil transferazu (GGT) i glukozu (GUK). Ostali analizirani biokemijski pokazatelji plazme nisu se statistički značajno razlikovali ( $P > 0,05$ ). Najveće procijenjene srednje vrijednosti za AST nađene su u normalnih krava u oba razreda, sa značajno ( $P < 0,05$ ) najnižom vrijednošću u krava s mastitisom (SCC > 400.000/ml). Slično tome, značajno ( $P < 0,05$ ) najniža vrijednost GGT utvrđena je u istih životinja. Ove su životinje također imale značajno ( $P < 0,05$ ) više vrijednosti glukoze u plazmi u usporedbi s rizičnim i normalnim kravama. Nasuprot tome, kada je rezultat mastitisa definiran prema dnevnom sadržaju laktoze (DLC), u normalnih krava pronađena je nešto viša vrijednost glukoze u plazmi. Vrijednost ureje i Fe u plazmi nije se značajno razlikovala ( $P > 0,05$ ) u odnosu na mastitis, ali je veća vrijednost utvrđena u normalnih životinja prema sadržaju laktoze, te u rizičnih životinja prema SCC. Pokazalo se da vrijednost proteina varira u odnosu na skor mastitisa, ali razlika nije značajna ( $P > 0,05$ ). Nađena je beznačajna ( $P > 0,05$ ) varijabilnost koncentracije albumina, triglicerida i  $\beta$ -hidroksibutirata u plazmi, dok je koncentracija Ca bila značajno ( $P < 0,05$ ) viša u rizičnih životinja u odnosu na sadržaj laktoze. Sukladno tome, prema klasama SCC-a, najveća vrijednost Ca u plazmi utvrđena je kod krava sa SCC-om u rasponu od 200.000 – 400.000/ml, koje su u riziku od mastitisa. U tablici 15. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica (za sve parametre  $n = 73$ ).

Tablica 15. Procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica

Svojstvo	Mastitis ocjena sukladno		Mastitis ocjena sukladno		
	dnevnom sadržaju laktoze (%)		broju somatskih stanica ( $\times 103$ /ml)		
	< 4.5 u riziku	$\geq 4.5$ zdrave	< 200 zdrave	200–400 u riziku	> 400 mastitis
Aspartat amino transferaza (U/L)	16,422 <sup>A</sup>	15,945 <sup>A</sup>	10,946 <sup>A</sup>	13,735 <sup>A</sup>	17,862 <sup>A</sup>
$\gamma$ -glutamil transferaza (U/L)	340,508 <sup>A</sup>	352,251 <sup>A</sup>	307,388 <sup>A</sup>	372,894 <sup>A</sup>	351,949 <sup>A</sup>
Glukoza (mmol/l)	0,467 <sup>A</sup>	0,522 <sup>A</sup>	0,580 <sup>A</sup>	0,586 <sup>A</sup>	0,459 <sup>B</sup>
Urea (mmol/L)	5,372 <sup>A</sup>	5,408 <sup>A</sup>	5,497 <sup>A</sup>	5,591 <sup>A</sup>	5,333 <sup>A</sup>
Bjelančevine (mmol/L)	35,986 <sup>A</sup>	36,284 <sup>A</sup>	34,737 <sup>A</sup>	36,575 <sup>A</sup>	36,413 <sup>A</sup>
Albumin (g/L)	22,075 <sup>A</sup>	22,785 <sup>A</sup>	21,935 <sup>A</sup>	23,396 <sup>A</sup>	22,398 <sup>A</sup>
Fe ( $\mu$ mol/L)	21,528 <sup>A</sup>	24,228 <sup>A</sup>	25,644 <sup>A</sup>	25,797 <sup>A</sup>	21,711 <sup>A</sup>
Ca (mmol/L)	3,183 <sup>A</sup>	3,260 <sup>A</sup>	2,920 <sup>A</sup>	3,528 <sup>B</sup>	3,249 <sup>B</sup>

\*Vrijednosti unutar istog reda za istu ocjenu mastitisa označene različitim slovom razlikuju se statistički značajno ( $P < 0,05$ )

Procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja iz uzoraka mlijeka, ovisno o broju somatskih stanica, pokazale su značajnu ( $P < 0,05$ ) statističku razliku za glukozu (GUK) i kalcij (Ca), dok ostali analizirani biokemijski pokazatelji iz uzoraka mlijeka nisu pokazali statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ). Vrijednosti aspartat amino transferaze (AST) nisu se značajno razlikovale ( $P > 0,05$ ), ali su najveće vrijednosti utvrđene kod životinja s rizikom od mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ) i kod onih oboljelih od mastitisa (SCC  $> 400.000/\text{ml}$ ). Najveće vrijednosti GGT, proteina i albumina nađene su u normalnih životinja (DLC  $> 4,5\%$ ) i u životinja koje pokazuju rizik od mastitisa (SCC = 200.000 do 400.000/ml), ali se nisu značajno razlikovale ( $P > 0,05$ ). Najniže koncentracije glukoze u mlijeku utvrđene su kod životinja s rizikom od mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ), a kod životinja s mastitisom (SCC  $> 400.000/\text{ml}$ ) na statistički značajnoj razini ( $P < 0,05$ ). Najniže vrijednosti za ureu i željezo utvrđene su u istim klasama, ali se nisu značajno razlikovale ( $P > 0,05$ ). Koncentracija Ca u mlijeku bila je nešto niža ( $P > 0,05$ ) u rizičnoj skupini životinja (DLC  $< 4,5$ ), dok je kod normalnih životinja prema SCC klasama imala značajno najnižu vrijednost Ca u mlijeku ( $P < 0,05$ ). Zanimljivo je da su svi ispitivani biokemijski pokazatelji iz uzoraka mlijeka, osim AST-a, pokazali veće vrijednosti u odnosu na razinu laktoze iznad praga od 4,5%, kao i kod životinja koje su imale broj somatskih stanica od 200.000 do 400.000/ml. Aspartat amino transferaza jedina je pokazala najviše razine kod životinja s mastitisom, a najniže kod zdravih životinja, u oba sustava bodovanja. U tablici 16. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica (za sve parametre  $n = 74$ , osim za SED-8  $n = 73$ ).

Tablica 16. Procijenjene srednje vrijednosti hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica

Svojstvo	Mastitis ocjena sukladno		Mastitis ocjena sukladno		
	dnevnom sadržaju laktoze (%)		broju somatskih stanica ( $\times 103 /\text{ml}$ )		
	$< 4.5$ u riziku	$\geq 4.5$ zdrave	$< 200$ zdrave	200 – 400 u riziku	$> 400$ mastitis
Sedimentacija nakon 8 h	8,534 <sup>A</sup>	8,465 <sup>A</sup>	8,002 <sup>A</sup>	7,701 <sup>A</sup>	8,768 <sup>A</sup>
Sedimentacija nakon 24 h	31,427 <sup>A</sup>	32,145 <sup>A</sup>	32,548 <sup>A</sup>	30,856 <sup>A</sup>	31,689 <sup>A</sup>
Sedimentacija nakon 48 h	43,474 <sup>A</sup>	43,988 <sup>A</sup>	45,641 <sup>A</sup>	43,976 <sup>A</sup>	43,144 <sup>A</sup>
Leukociti ( $\times 109/\text{L}$ )	7,818 <sup>A</sup>	7,153 <sup>A</sup>	7,544 <sup>A</sup>	7,391 <sup>A</sup>	7,505 <sup>A</sup>
Eritrociti ( $\times 1012/\text{L}$ )	6,364 <sup>A</sup>	6,528 <sup>A</sup>	6,224 <sup>A</sup>	6,938 <sup>B</sup>	6,430 <sup>B</sup>
Hemoglobin (g/L)	107,503 <sup>A</sup>	112,212 <sup>A</sup>	104,574 <sup>A</sup>	115,656 <sup>B</sup>	110,317 <sup>B</sup>
Hematokrit	0,287 <sup>A</sup>	0,296 <sup>A</sup>	0,275 <sup>A</sup>	0,305 <sup>B</sup>	0,294 <sup>B</sup>

\*Vrijednosti unutar istog reda za istu ocjenu mastitisa označene različitim slovom razlikuju se statistički značajno ( $P < 0,05$ )

Procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja iz uzoraka mlijeka, ovisno o broju somatskih stanica, pokazale su značajnu ( $P < 0,05$ ) statističku razliku za vrijednosti eritrocita (RBC), hemoglobina (HGB) i hematokrita (HTC) . Nakon osam sati, sedimentacija je bila veća u životinja s rizikom od mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), a sedimentacija je bila najveća u životinja s mastitisom ( $SCC > 400.000/ml$ ). Nasuprot tome, nakon 24 i 48 sati, sedimentacija je bila veća u normalno zdravih krava ( $DLC \geq 4,5\%$ ;  $SCC < 200.000/ml$ ). Broj bijelih krvnih stanica (WBC) bio je nešto veći u životinja koje su pokazivale rizik od mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), ali u usporedbi s brojem somatskih stanica, najveća vrijednost zabilježena je u normalnih životinja ( $SCC < 200.000/ml$ ). Nešto više vrijednosti za RBC, HGB i HTC bile su u normalnih životinja ( $DLC \geq 4,5\%$ ), a najviše vrijednosti utvrđene su u životinja koje su imale rizik od mastitisa ( $SCC$  između 200.000 i 400.000/ml) te su iste bile statistički značajno razina ( $P < 0,05$ ) više u usporedbi s normalnom skupinom ( $SCC < 200.000/ml$ ).

### 5.3 Rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa

Rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa određen je sukladno dnevnom sadržaju laktoze (DLC) te broju somatskih stanica na dan (SCC). Dnevni sadržaj laktoze  $DLC \geq 4,5\%$  indicira zdrave životinje, dok  $DLC < 4,5\%$  indicira rizik pojavnosti mastitisa. Broj somatskih stanica na dan  $SCC < 200.000/ml$  indicira zdrave krave,  $SCC$  u intervalu od  $200.000/ml$  do  $400.000/ml$  indicira krave u riziku od mastitisa, dok  $SCC > 400.000/ml$  indicira krave u mastitisu.

Frekvencije rizika pojavnosti i pojavnosti mastitisa (sukladno dnevnom sadržaju laktoze i broju somatskih stanica) u populaciji krava u proizvodnji mlijeka (holstein i simentalke pasmine) analizirana je u ovisnosti od:

- redoslijeda laktacije (četiri klase: 1., 2., 3., i  $\geq 4.$ ),
- stadija laktacije (jedanaest klasa: 1., 2., 3., ... 10., 11.),
- sezone kontrole (četiri klase: jesen, zima, proljeće, ljeto) i
- veličine stada (za holstein pasminu šest klasa i to: do 5, 5-10, 10-50, 20-200, 200-500 i preko 500 grla; te pet klasa za simentalSKU pasminu i to: do 5, 5-10, 10-50, 20-200 i 200-500).

Rezultati su prikazani tablično za rizik pojavnosti (po dnevnom sadržaju laktoze te broju somatskih stanica) te za pojavnost mastitisa (sukladno broju somatskih stanica) i to prvo za holstein te za simentalSKU pasminu krava. U tablici 17. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 18. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o redoslijedu laktacije. Iz rezultata je vidljivo da se rizik pojavnosti mastitisa, definiran sadržajem laktoze, povećava sa brojem pariteta kod obje pasmine, uz napomenu da su kod holstein pasmine vrijednosti na nešto većem nivou u odnosu na simental pasminu.

Tablica 17. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacije	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
1.	971.525	68,31	450.703	31,69	1.422.228	100,00
2.	568.494	53,00	504.147	47,00	1.072.641	100,00
3.	320.372	46,55	367.900	53,45	688.272	100,00
$\geq 4.$	297.796	38,65	472.700	61,35	770.496	100,00
<b>Ukupno</b>	<b>2.158.187</b>	<b>54,59</b>	<b>1.795.450</b>	<b>45,41</b>	<b>3.953.637</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 18. Apsolutni i relativni broj krava simentalske pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacije	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
1.	834.603	69,31	369.584	30,69	1.204.187	100,00
2.	943.375	56,90	450.195	43,10	1.044.570	100,00
3.	435.609	51,25	414.434	48,75	850.043	100,00
$\geq 4.$	792.289	43,44	1.031.662	56,56	1.823.951	100,00
<b>Total</b>	2.656.786	53,97	2.265.875	46,03	4.922.751	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Nadalje, u tablici 19. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 20. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalske pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica ovisno o redoslijedu laktacije.

Tablica 19. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacije	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrava $< 200$		u riziku 200 - 400		mastitis $> 400$		N	%
	N	%	N	%	N	%		
1.	1.052.271	73,99	162.646	11,44	207.311	14,58	1.422.228	100,00
2.	710.610	66,25	145.245	13,54	216.786	20,21	1.072.641	100,00
3.	407.415	59,19	105.416	15,32	175.441	25,49	688.272	100,00
$\geq 4.$	385.401	50,02	129.818	16,85	255.277	33,13	770.496	100,00
<b>Total</b>	2.555.697	64,64	543.125	13,74	854.815	21,62	3.953.637	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 20. Apsolutni i relativni broj krava simentalske pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacije	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrava $< 200$		u riziku 200 - 400		mastitis $> 400$		N	%
	N	%	N	%	N	%		
1.	909.017	75,49	135.152	11,22	160.018	13,29	1.204.187	100,00
2.	728.584	69,75	141.101	13,51	174.885	16,74	1.044.570	100,00
3.	553.946	65,17	127.104	14,95	168.993	19,88	850.043	100,00
$\geq 4.$	1.040.427	57,04	307.861	16,88	475.663	26,08	1.823.951	100,00
<b>Total</b>	3.231.974	65,65	711.218	14,45	979.559	19,90	4.922.751	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Evidentno je da rizik pojavnosti / pojavnost mastitisa, prema broju somatskih stanica (SCC), povećava sa brojem pariteta kod obje pasmine, uz napomenu da su kod holstein pasmine vrijednosti na nešto većem nivou u odnosu na simental pasminu.

U tablici 21. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 22. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine po stadiju laktacije, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze (što ukazuje na rizik pojavnosti mastitisa). Nadalje, u tablici 23. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 24. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine po stadiju laktacije, ovisno o broju somatskih stanica (što ukazuje na zdravstveno stanje životinje).

Tablica 21. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o stadiju laktacije

Stadij laktacije	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
1	158.588	48,61	167.643	51,39	326.231	100,00
2	268.888	64,22	149.836	35,78	418.724	100,00
3	269.342	63,94	151.883	36,06	421.225	100,00
4	257.144	61,41	161.565	38,59	418.709	100,00
5	239.546	58,19	172.109	41,81	411.655	100,00
6	220.799	54,54	184.008	45,46	404.807	100,00
7	203.552	51,26	193.516	48,74	397.068	100,00
8	190.200	48,92	198.599	51,08	388.799	100,00
9	175.196	46,95	197.962	53,05	373.158	100,00
10	149.514	44,71	184.905	55,29	334.419	100,00
11	25.418	43,20	33.424	56,80	58.842	100,00
<b>Total</b>	<b>2.158.187</b>	<b>54,59</b>	<b>1.795.450</b>	<b>45,41</b>	<b>3.953.637</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 22. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o stadiju laktacije

Stadij laktacije	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
1	224.619	55,51	179.994	44,49	404.613	100,00
2	328.878	64,21	183.349	35,79	512.227	100,00
3	326.949	61,89	201.320	38,11	528.269	100,00
4	311.905	58,65	219.918	41,35	531.823	100,00
5	290.634	55,07	237.154	44,93	527.788	100,00
6	266.085	51,30	252.608	48,70	518.693	100,00
7	247.024	48,71	260.123	51,29	507.147	100,00
8	237.650	48,18	255.634	51,82	493.284	100,00
9	219.787	47,87	239.356	52,13	459.143	100,00
10	175.288	46,39	202.556	53,61	377.844	100,00
11	28.057	45,31	33.863	54,69	61.920	100,00
<b>Total</b>	<b>2.656.876</b>	<b>53,97</b>	<b>2.265.875</b>	<b>46,03</b>	<b>4.922.751</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava



Iz tablica je vidljivo da je rizik pojavnosti mastitisa, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze, veći u prvom stadiju laktacije, te slijedi nagli pad, da bi se postepeno povećavao tokom laktacije, uz napomenu da su vrijednosti kod holstein pasmine mnogo veće u prvom stadiju te dostiže sličnu vrijednost u kasnijem stadiju odnosu na simental pasminu.

Tablica 23. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o stadiju laktacije

Stadij laktacije	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrave < 200		u riziku 200 - 400		mastitis > 400		N	%
	N	%	N	%	N	%		
1	214.379	65,71	41.376	12,68	70.476	21,60	326.231	100,00
2	289.138	69,05	47.365	11,31	82.221	19,64	418.724	100,00
3	287.177	68,18	49.329	11,71	84.719	20,11	421.225	100,00
4	279.854	66,84	51.197	12,23	87.658	20,94	418.709	100,00
5	269.603	65,49	53.141	12,91	88.911	21,60	411.655	100,00
6	260.626	64,38	55.395	13,68	88.786	21,93	404.807	100,00
7	251.145	63,25	57.087	14,38	88.836	22,37	397.068	100,00
8	241.611	62,14	59.627	15,34	87.561	22,52	388.799	100,00
9	228.050	61,11	60.156	16,12	84.952	22,77	373.158	100,00
10	199.382	59,62	58.050	17,36	76.987	23,02	334.419	100,00
11	34.732	59,03	10.402	17,68	13.708	23,30	58.842	100,00
<b>Total</b>	<b>2.555.697</b>	<b>64,64</b>	<b>543.125</b>	<b>13,74</b>	<b>854.815</b>	<b>21,62</b>	<b>3.953.637</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 24. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o stadiju laktacije

Stadij laktacije	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrave < 200		u riziku 200 - 400		mastitis > 400		N	%
	N	%	N	%	N	%		
1	273.652	67,63	51.606	12,75	79.355	19,61	404.613	100,00
2	356.749	69,65	61.713	12,05	93.765	18,31	512.227	100,00
3	362.921	68,70	65.886	12,47	99.462	18,83	528.269	100,00
4	359.709	67,64	69.957	13,15	102.157	19,21	531.823	100,00
5	351.117	66,53	72.824	13,80	103.847	19,68	527.788	100,00
6	339.453	65,44	75.273	14,51	103.967	20,04	518.693	100,00
7	326.139	64,31	77.694	15,32	103.314	20,37	507.147	100,00
8	311.675	63,18	79.818	16,18	101.791	20,64	493.284	100,00
9	284.434	61,95	78.479	17,09	96.230	20,96	459.143	100,00
10	229.128	60,64	66.863	17,70	81.853	21,66	377.844	100,00
11	36.997	59,75	11.105	17,93	13.818	22,32	61.920	100,00
<b>Total</b>	<b>3.231.974</b>	<b>65,65</b>	<b>711.218</b>	<b>14,45</b>	<b>979.559</b>	<b>19,90</b>	<b>4.922.751</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Iz rezultata je vidljivo da se pojavnost i rizik pojavnosti mastitisa, prema broju somatskih stanica (SCC), veći u prvom stadiju laktacije, te slijedi nagli pad u drugom stadiju da bi se

postepeno povećavao kako laktacija napreduje, kod obje pasmine, uz napomenu da su kod holstein pasmine vrijednosti na nešto većem nivou u odnosu na simental pasminu.

U tablici 25. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 26. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalne pasmine po sezoni kontrole, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze (što ukazuje na rizik pojavnosti mastitisa). U tablici 27. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 28. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalne pasmine po sezoni kontrole, ovisno o broju somatskih stanica (što ukazuje na zdravstveno stanje životinje).

Tablica 25. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
<b>Jesen</b>	469.748	47,20	525.463	52,80	995.211	100,00
<b>Zima</b>	574.391	56,85	436.011	43,15	1.010.402	100,00
<b>Proljeće</b>	642.053	60,56	418.076	39,44	1.060.129	100,00
<b>Ljeto</b>	471.995	53,16	415.900	46,84	887.895	100,00
<b>Total</b>	2.158.187	54,59	1.795.450	45,41	3.953.637	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 26. Apsolutni i relativni broj krava simentalne pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
<b>Jesen</b>	611.044	45,97	718.060	54,03	1.329.104	100,00
<b>Zima</b>	681.789	54,22	575.580	45,78	1.257.369	100,00
<b>Proljeće</b>	782.498	61,36	492.810	38,64	1.275.308	100,00
<b>Ljeto</b>	581.545	54,81	479.425	45,19	1.060.970	100,00
<b>Total</b>	2.656.876	53,97	2.265.875	46,03	4.922.751	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Iz rezultata je vidljivo da je rizik pojavnosti mastitisa, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze, najveći u jesenjim mjesecima kontrole, dok su najniže vrijednosti tokom proljeća za obje pasmine. Kod holstein pasmine su tokom ljeta zabilježene nešto veće vrijednosti u odnosu na zimske mjesece kontrole, dok su kod simental pasmine vrednosti nešto veće zimi u odnosu na ljetni period. Vrijednosti su na sličnim nivoima za obje pasmine.

Tablica 27. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrava < 200		u riziku 200 - 400		mastitis > 400		N	%
	N	%	N	%	N	%		
<b>Jesen</b>	628.372	63,14	140.254	14,09	226.585	22,77	995.211	100,00
<b>Zima</b>	659.235	65,24	138.640	13,72	212.527	21,03	1.010.402	100,00
<b>Proljeće</b>	707.499	66,74	141.290	13,33	211.340	19,94	1.060.129	100,00
<b>Ljeto</b>	560.591	63,14	122.941	13,85	204.363	23,02	887.895	100,00
<b>Total</b>	2.555.697	64,64	543.125	13,74	854.815	21,62	3.953.637	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 28. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrava < 200		u riziku 200 - 400		mastitis > 400		N	%
	N	%	N	%	N	%		
<b>Jesen</b>	856.195	64,42	195.700	14,72	277.209	20,86	1.329.104	100,00
<b>Zima</b>	820.560	65,23	188.022	14,95	248.787	19,79	1.257.369	100,00
<b>Proljeće</b>	688.875	64,93	150.416	14,18	221.679	20,89	1.060.970	100,00
<b>Ljeto</b>	866.344	67,93	177.080	13,89	231.884	18,18	1.275.308	100,00
<b>Total</b>	3.231.974	65,65	711.218	14,45	979.559	19,90	4.922.751	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Iz rezultata je vidljivo da se pojavnost i rizik pojavnosti mastitisa, prema broju somatskih stanica (SCC), kod holstein pasmine najniži u proljeće, te najviši u jesen (rizik od mastitisa) odnosno u ljeto (SCC > 400.000/ml). Kod simental pasmine najniže vrijednosti su zabilježene tokom ljetnih mjeseci kontrole, te najviši zimi (rizik od mastitisa) odnosno u proljeće (SCC > 400.000/ml). Kod obje pasmine su veće vrijednosti kod grla kod kojih je SCC > 400.000/ml u odnosu na krave u riziku.

Nadalje, prikazana je analiza varijabilnost rizika pojavnosti i pojavnosti mastitisa u krava holstein i simentalke pasmine u ovisnosti o veličini stada. U tablici 29. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 30. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine po veličini stada, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze (što ukazuje na rizik pojavnosti mastitisa). U tablici 31. prikazan je apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine, dok je u tablici 32. prikazan apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine po veličini stada, ovisno o broju somatskih stanica (što ukazuje na zdravstveno stanje životinje).

Tablica 29. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o veličini stada

Veličina stada	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
< 5	341.247	45,27	412.490	54,73	753.737	100,00
5 - 10	188.173	47,60	207.180	52,40	395.353	100,00
10 - 50	429.498	53,54	372.738	46,46	802.236	100,00
50 - 200	446.141	60,02	297.171	39,98	743.312	100,00
200 - 500	426.842	60,89	274.190	39,11	701.032	100,00
> 500	326.286	58,48	231.681	41,52	557.967	100,00
<b>Total</b>	2.158.187	54,59	1.795.450	45,41	3.953.637	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Iz tablica 29. i 30. je vidljivo da je rizik pojavnosti mastitisa (ovisno o sadržaju laktoze), najveći kod gospodarstava koja imaju do 5 grla u kontroli mliječnosti kod obje pasmine. Za pasminu holstein, vrijednosti opadaju sa povećanjem stada uz napomenu da stada koja imaju preko 500 grla imaju nešto veću vrijednost u odnosu na stada sa 50 – 500 krava. Kod simental pasmine vrijednosti u odnosu na veličinu stada pokazuju manja i neujednačena variranja.

Tablica 30. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o veličini stada

Veličina stada	Mastitis ocjena sukladno dnevnom sadržaju laktoze (%)				Total	
	zdrave $\geq 4.5$		u riziku $< 4.5$		N	%
	N	%	N	%		
< 5	927.608	51,29	880.784	48,71	1.808.392	100,00
5 - 10	758.931	54,40	636.270	45,60	1.395.201	100,00
10 - 50	784.061	56,82	595.905	43,18	1.379.966	100,00
50 - 200	180.544	55,02	147.603	44,98	328.147	100,00
200 - 500	5.732	51,90	5.313	48,10	11.045	100,00
<b>Total</b>	2.656.876	53,97	2.265.875	46,03	4.922.751	100,00

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

U tablicama 31. i 32. je vidljivo da se pojavnost i rizik pojavnosti mastitisa, prema broju somatskih stanica (SCC), najveći kod gospodarstava koja imaju do 5 grla u kontroli mliječnosti, te on opada sa povećanjem stada, za obje pasmine.

Nadalje, kod obje pasmine su veće vrijednosti kod grla kod kojih je  $SCC > 400.000/ml$  u odnosu na krave u riziku ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), uz napomenu da su kod holstein pasmine vrijednosti na nešto većem nivou u odnosu na simental pasminu.

Tablica 31. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o veličini stada

Veličina stada	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrava < 200		u riziku 200 - 400		mastitis > 400		N	%
	N	%	N	%	N	%		
< 5	422.241	56,02	122.268	16,22	209.228	27,76	753.737	100,00
5 - 10	228.366	57,76	62.029	15,69	104.958	26,55	395.353	100,00
10 - 50	509.889	63,56	114.589	14,28	177.758	22,16	802.236	100,00
50 - 200	499.745	67,23	94.885	12,77	148.682	20,00	743.312	100,00
200 - 500	484.816	69,16	87.317	12,46	128.899	18,39	701.032	100,00
> 500	410.640	73,60	62.037	11,12	85.290	15,29	557.967	100,00
<b>Total</b>	<b>2.555.697</b>	<b>64,64</b>	<b>543.125</b>	<b>13,74</b>	<b>854.815</b>	<b>21,62</b>	<b>3.953.637</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

Tablica 32. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o veličini stada

Veličina stada	Mastitis ocjena sukladno broju somatskih stanica ( $\times 10^3/\text{ml}$ )						Total	
	zdrava < 200		u riziku 200 - 400		mastitis > 400		N	%
	N	%	N	%	N	%		
< 5	1.164.797	64,41	267.583	14,80	376.012	20,79	1.808.392	100,00
5 - 10	908.949	65,15	203.784	14,61	282.468	20,25	1.395.201	100,00
10 - 50	927.623	67,22	193.389	14,01	258.954	18,77	1.379.966	100,00
50 - 200	221.780	67,59	45.405	13,84	60.962	18,58	328.147	100,00
200 - 500	8.825	79,90	1.057	9,57	1.163	10,53	11.045	100,00
<b>Total</b>	<b>3.231.974</b>	<b>65,65</b>	<b>711.218</b>	<b>14,45</b>	<b>979.559</b>	<b>19,90</b>	<b>4.922.751</b>	<b>100,00</b>

\* N – apsolutni broj krava; % – relativni broj krava

## 5.4 Utjecaj pojavnosti mastitisa pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti

Za utvrđivanje utjecaja rizika pojavnosti i pojavnosti mastitisa u populaciji krava u proizvodnji mlijeka (holstein i simentalske pasmine) na proizvodne pokazatelje (dnevnu količinu mlijeka), prikazane su procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti. Rizik pojavnosti i pojava mastitisa određen je sukladno dnevnom sadržaju laktoze (DLC) te broju somatskih stanica na dan (SCC). Dnevni sadržaj laktoze  $DLC \geq 4,5\%$  indicira zdrave životinje, dok  $DLC < 4,5\%$  indicira rizik pojavnosti mastitisa. Broj somatskih stanica na dan  $SCC < 200.000/ml$  indicira zdrave krave,  $SCC$  u intervalu od 200.000/ml do 400.000/ml indicira krave u riziku od mastitisa, dok  $SCC > 400.000/ml$  indicira krave u mastitisu.

Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti su analizirane u ovisnosti od:

- redosljeda laktacije (četiri klase: 1., 2., 3., i  $\geq 4.$ ),
- stadija laktacije (jedanaest klasa: 1., 2., 3., ... 10., 11.),
- sezone kontrole (četiri klase: jesen, zima, proljeće, ljeto) i
- veličine stada (za holstein pasminu šest klasa i to: do 5, 5-10, 10-50, 20-200, 200-500 i preko 500 grla; te pet klasa za simentalsku pasminu i to: do 5, 5-10, 10-50, 20-200 i 200-500).

Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, krava u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) te ovisno o redosljedu laktacija, za holstein krave prikazane su u tablici 33., dok su za krave simentalske pasmine prikazane u tablici 34.

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), u svim kontrolama mliječnosti, su najmanje u prvom paritetu, te najveće u trećem paritetu. Najniže razine DKM su zabilježene u inicijalnoj (D-0) kontroli mliječnosti u svim paritetnim skupinama. Najviše razine zabilježene su u A-4 kontroli u 1., 2. i 3. laktaciji, dok je kod životinja od 4. i sljedećih laktacija, najviša razina zabilježena u A-1 kontroli. Vrlo visoko signifikantna pozitivna razlika ( $p < 0,001$ ) između inicijalne (D-0) i prve (A-1) kontrole mliječnosti je u svim skupinama, te je najniža utvrđena u 1. laktaciji a najviša u 3. laktaciji. Pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ) su zabilježene između A-3 i A-4 kontrola u prvom i drugom paritetu, te negativna razlika ( $p < 0,001$ ) između A-2 i A-3 kontrola u krava od 4. i sljedećih laktacija.

Tablica 33. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o redoslijedu laktacija

DKM /dan	Laktacija	1.	2.	3.	≥ 4.
D-0	Estimate	21,474	24,071	24,586	24,007
D-0	StdErr	0,054	0,048	0,065	0,049
A-1	Estimate	22,010	24,761	25,340	24,710
A-1	StdErr	0,055	0,049	0,065	0,049
diff	Estimate	0,536***	0,690***	0,753***	0,704***
A-1 – D-0	StdErr	0,029	0,037	0,047	0,042
A-2	Estimate	22,127	24,835	25,315	24,569
A-2	StdErr	0,054	0,048	0,064	0,047
diff	Estimate	0,118**	0,074 <sup>n.s.</sup>	-0,024 <sup>n.s.</sup>	-0,141*
A-2 – A-1	StdErr	0,029	0,037	0,047	0,041
A-3	Estimate	22,152	24,805	25,254	24,383
A-3	StdErr	0,055	0,048	0,064	0,048
diff	Estimate	0,025 <sup>n.s.</sup>	-0,030 <sup>n.s.</sup>	-0,061 <sup>n.s.</sup>	-0,186***
A-3 – A-2	StdErr	0,030	0,037	0,047	0,041
A-4	Estimate	22,404	24,997	25,364	24,341
A-4	StdErr	0,052	0,043	0,058	0,041
diff	Estimate	0,252***	0,192***	0,110 <sup>n.s.</sup>	-0,042 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,026	0,032	0,041	0,036

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno (p > 0,05); \* – sigifikantno (p < 0,05); \*\* – visoko sigifikantno (p < 0,01); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno (p < 0,001)

Tablica 34. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o redoslijedu laktacija

DKM /dan	Laktacija	1.	2.	3.	≥ 4.
D-0	Estimate	16,301	17,604	18,437	17,376
D-0	StdErr	0,035	0,050	0,060	0,047
A-1	Estimate	16,540	17,836	18,694	17,602
A-1	StdErr	0,036	0,051	0,060	0,048
diff	Estimate	0,239***	0,231***	0,257***	0,227***
A-1 – D-0	StdErr	0,022	0,025	0,027	0,017
A-2	Estimate	16,513	17,720	18,613	17,489
A-2	StdErr	0,035	0,051	0,060	0,047
diff	Estimate	-0,027 <sup>n.s.</sup>	-0,115***	-0,081 <sup>n.s.</sup>	-0,113***
A-2 – A-1	StdErr	0,023	0,026	0,028	0,018
A-3	Estimate	16,459	17,641	18,484	17,420
A-3	StdErr	0,036	0,051	0,060	0,048
diff	Estimate	-0,053 <sup>n.s.</sup>	-0,080*	-0,129***	-0,069**
A-3 – A-2	StdErr	0,024	0,026	0,028	0,018
A-4	Estimate	16,437	17,572	18,395	17,310
A-4	StdErr	0,033	0,049	0,058	0,047
diff	Estimate	-0,022 <sup>n.s.</sup>	-0,069*	-0,088*	-0,110***
A-4 - A-3	StdErr	0,020	0,022	0,025	0,016

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno (p > 0,05); \* – sigifikantno (p < 0,05); \*\* – visoko sigifikantno (p < 0,01); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno (p < 0,001)

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM) kod krava simentalke pasmine, grupiranih po broju laktacija, pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), su najmanje u prvom paritetu, te najveće u trećem paritetu. Razine DKM u svim paritetnim grupama posle početnog povećanja između D-0 i A-1 kontrole, pokazuju smanjenje tijekom narednih kontrola mliječnosti. Značajno pozitivna razlika ( $p < 0,001$ ) između D-0 i A-1 kontrole mliječnosti je zabilježena u svim paritetima. Značajno negativne razlike ( $p < 0,001$ ) zabilježene su između A-1 i A-2 kontrole u skupini  $2. i \geq 4.$  laktacija, između A-2 i A-3 kontrole u 3.laktaciji, te između A-3 i A-4 kontrole u skupini  $\geq 4.$  laktacija.

Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, krava u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), te ovisno o redosljedu laktacija, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 35., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 36.

Tablica 35. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) ovisno o redosljedu laktacija

DKM /dan	Laktacija	1.	2.	3.	$\geq 4.$
D-0	Estimate	21,695	23,444	23,837	23,048
D-0	StdErr	0,038	0,058	0,052	0,051
A-1	Estimate	22,088	23,779	24,227	23,353
A-1	StdErr	0,040	0,060	0,055	0,054
diff	Estimate	0,393 <sup>***</sup>	0,335 <sup>***</sup>	0,390 <sup>***</sup>	0,305 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,035	0,044	0,055	0,048
A-2	Estimate	22,094	23,957	24,377	23,419
A-2	StdErr	0,040	0,060	0,055	0,054
diff	Estimate	0,006 <sup>n.s.</sup>	0,177 <sup>**</sup>	0,150 <sup>n.s.</sup>	0,066 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,037	0,047	0,058	0,051
A-3	Estimate	22,210	23,989	24,499	23,464
A-3	StdErr	0,041	0,061	0,057	0,055
diff	Estimate	0,116 <sup>n.s.</sup>	0,033 <sup>n.s.</sup>	0,122 <sup>n.s.</sup>	0,045 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,038	0,049	0,060	0,052
A-4	Estimate	22,307	24,115	24,692	23,588
A-4	StdErr	0,035	0,055	0,046	0,047
diff	Estimate	0,097 <sup>n.s.</sup>	0,126 <sup>n.s.</sup>	0,193 <sup>**</sup>	0,124 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,033	0,042	0,052	0,046

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); <sup>\*</sup> – signifikantno ( $p < 0,05$ ); <sup>\*\*</sup> – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); <sup>\*\*\*</sup> – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )



Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), su najmanje u prvom paritetu, te najveće u trećem paritetu. Procijenjene razine DKM rastu tijekom sukcesivnih kontrola mliječnosti u svim paritetima. Sve zabilježene razlike između kontrola mliječnosti su pozitivne, te vrlo visoko signifikantne ( $p < 0,001$ ) između inicijalne (D-0) i prve (A-1) kontrole mliječnosti, u svim skupinama.

Tablica 36. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o redosljedu laktacija

DKM /dan	Laktacija	1.	2.	3.	$\geq 4.$
D-0	Estimate	16,244	16,604	17,415	16,605
D-0	StdErr	0,054	0,063	0,066	0,049
A-1	Estimate	16,434	16,751	17,635	16,779
A-1	StdErr	0,055	0,064	0,068	0,050
diff	Estimate	0,191 <sup>***</sup>	0,147 <sup>***</sup>	0,220 <sup>***</sup>	0,174 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,028	0,030	0,033	0,021
A-2	Estimate	16,466	16,735	17,621	16,764
A-2	StdErr	0,055	0,064	0,068	0,050
diff	Estimate	0,032 <sup>n.s.</sup>	-0,015 <sup>n.s.</sup>	-0,013 <sup>n.s.</sup>	-0,015 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,030	0,033	0,036	0,022
A-3	Estimate	16,539	16,819	17,666	16,811
A-3	StdErr	0,055	0,065	0,068	0,050
diff	Estimate	0,073 <sup>n.s.</sup>	0,084 <sup>n.s.</sup>	0,045 <sup>n.s.</sup>	0,046 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,032	0,034	0,037	0,023
A-4	Estimate	16,648	16,872	17,702	16,831
A-4	StdErr	0,052	0,062	0,065	0,049
diff	Estimate	0,110 <sup>**</sup>	0,053 <sup>n.s.</sup>	0,036 <sup>n.s.</sup>	0,020 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,027	0,030	0,032	0,020

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; n.s. – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – signifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), pokazuju sličan obrazac kao kod krava holstein pasmine, te su najmanje u prvom paritetu, te najveće u trećem paritetu. Procijenjene razine rastu tijekom sukcesivnih kontrola mliječnosti u prvom paritetu dok je u ostalim skupinama zabilježen neznatno niža razina u A-2 kontroli mliječnosti. Značajno pozitivna razlika ( $p < 0,001$ ), zabilježena je između inicijalne (D-0) i prve (A-1) kontrole mliječnosti u svim laktacijama. Negativne razlike zabilježene su samo između A-1 i A2 kontrole mliječnosti kod krava 2., 3. i  $\geq 4.$

laktacije, statistički bez značaja ( $p > 0,05$ ). Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml) ovisno o redoslijedu laktacija, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 37., dok su za krave simentalne pasmine prikazane u tablici 38.

Tablica 37. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml) ovisno o redoslijedu laktacija

DKM /dan	Laktacija	1.	2.	3.	$\geq 4.$
D-0	Estimate	18,918	20,658	21,052	20,278
D-0	StdErr	0,090	0,113	0,115	0,090
A-1	Estimate	20,249	22,056	22,679	21,620
A-1	StdErr	0,097	0,121	0,126	0,098
diff	Estimate	1,331***	1,398***	1,627***	1,341***
A-1 – D-0	StdErr	0,095	0,110	0,126	0,097
A-2	Estimate	20,429	22,109	22,731	21,606
A-2	StdErr	0,098	0,121	0,125	0,098
diff	Estimate	0,180 <sup>n.s.</sup>	0,053 <sup>n.s.</sup>	0,051 <sup>n.s.</sup>	-0,014 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,102	0,119	0,135	0,105
A-3	Estimate	20,420	21,987	22,664	21,597
A-3	StdErr	0,103	0,126	0,132	0,103
diff	Estimate	-0,009 <sup>n.s.</sup>	-0,122 <sup>n.s.</sup>	-0,066 <sup>n.s.</sup>	-0,009 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,107	0,123	0,141	0,109
A-4	Estimate	20,415	21,921	22,473	21,321
A-4	StdErr	0,083	0,106	0,106	0,084
diff	Estimate	-0,005 <sup>n.s.</sup>	-0,067 <sup>n.s.</sup>	-0,191 <sup>n.s.</sup>	-0,276 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,094	0,109	0,124	0,097

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – signifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o pojavnosti mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml), su najmanje u prvom paritetu, te najveće u trećem paritetu. Najniže zabilježene razine DKM su u D-0 kontroli. Najviše razine zabilježene su u A-2 kontroli kod krava prva tri pariteta, dok su u skupini krava 4. i većeg broja laktacija, najviša razina zabilježena u A-1 kontroli mliječnosti. U prve tri laktacijske skupine, procijenjene razine DKM, rastu tijekom prve tri kontrole mliječnosti, te opadaju u A-3 i A-4 kontroli. Skupina krava 4. i većih pariteta, posle početnog povećanja razina u A-1 kontroli, bilježi pad tijekom narednih kontrola. Značajno pozitivna razlika ( $p < 0,001$ ), zabilježena je između D-0 i A-1 kontrole mliječnosti je u svim laktacijskim skupinama, te ne signifikantno pozitivna razlika između A-1 i A2 kontrole kod

krava prve, druge i treće laktacije. Sukladno razinama DKM, ostale razlike su negativne bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ).

Tablica 38. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml) ovisno o redoslijedu laktacija

DKM /dan	Laktacija	1.	2.	3.	$\geq 4.$
D-0	Estimate	14,449	16,187	15,373	15,291
D-0	StdErr	0,174	0,177	0,180	0,103
A-1	Estimate	15,204	16,997	16,203	15,869
A-1	StdErr	0,178	0,181	0,185	0,106
diff	Estimate	0,755 <sup>***</sup>	0,810 <sup>***</sup>	0,830 <sup>***</sup>	0,579 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,085	0,090	0,094	0,052
A-2	Estimate	15,153	16,960	16,121	15,851
A-2	StdErr	0,178	0,181	0,185	0,106
diff	Estimate	-0,052 <sup>n.s.</sup>	-0,038 <sup>n.s.</sup>	-0,082 <sup>n.s.</sup>	-0,018 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,094	0,099	0,104	0,058
A-3	Estimate	15,227	17,039	16,203	15,826
A-3	StdErr	0,181	0,184	0,188	0,108
diff	Estimate	0,074 <sup>n.s.</sup>	0,079 <sup>n.s.</sup>	0,082 <sup>n.s.</sup>	-0,026 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,099	0,105	0,109	0,061
A-4	Estimate	15,279	17,048	16,138	15,888
A-4	StdErr	0,173	0,174	0,178	0,102
diff	Estimate	0,052 <sup>n.s.</sup>	0,009 <sup>n.s.</sup>	-0,065 <sup>n.s.</sup>	0,063 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,087	0,093	0,096	0,054

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); <sup>\*</sup> – signifikantno ( $p < 0,05$ ); <sup>\*\*</sup> – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); <sup>\*\*\*</sup> – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine DKM, kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o pojavnosti mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml), su najmanje u prvom paritetu, te najveće u drugom paritetu. U svim laktacijskim skupinama, najmanja procijenjena razina DKM je u inicijalnoj kontroli, te nakon povećanja u narednoj kontroli zabilježeno je neznatno smanjenje u A-2 kontroli. Sukladno tome, i razlika između A-1 i A-2 kontrole je negativna ali bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ). Statistički vrlo visoko značajne pozitivne razlike zabilježene su između inicijalne (D-0) i prve (A-1) kontrole mliječnosti u svim laktacijskim skupinama. Ostale razlike su bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ).

Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) u ovisnosti o sezoni kontrole, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 39., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 40.

Tablica 39. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole

DKM /dan	Sezona	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
D-0	Estimate	22,597	23,432	23,738	23,207
D-0	StdErr	0,028	0,034	0,171	0,039
A-1	Estimate	23,263	24,233	24,419	23,595
A-1	StdErr	0,028	0,033	0,171	0,042
diff	Estimate	0,666***	0,801***	0,680***	0,388***
A-1 – D-0	StdErr	0,034	0,040	0,041	0,040
A-2	Estimate	23,340	24,339	24,513	23,559
A-2	StdErr	0,028	0,030	0,171	0,042
diff	Estimate	0,078 <sup>n.s.</sup>	0,106 <sup>n.s.</sup>	0,094 <sup>n.s.</sup>	-0,035 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,034	0,039	0,040	0,042
A-3	Estimate	23,304	24,275	24,599	23,540
A-3	StdErr	0,030	0,030	0,171	0,043
diff	Estimate	-0,036 <sup>n.s.</sup>	-0,064 <sup>n.s.</sup>	0,086 <sup>n.s.</sup>	-0,019 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,036	0,037	0,039	0,043
A-4	Estimate	23,280	24,447	24,892	23,813
A-4	StdErr	0,022	0,022	0,169	0,034
diff	Estimate	-0,025 <sup>n.s.</sup>	0,173***	0,293***	0,272***
A-4 - A-3	StdErr	0,032	0,032	0,034	0,036

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno (p > 0,05); \* – signifikantno (p < 0,05); \*\* – visoko signifikantno (p < 0,01); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno (p < 0,001)

Procijenjene razine DKM, kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), su najmanje u jesenjim mjesecima, te najveće tokom proljeća. Najniža razina je u D-0 kontroli u svim grupama, dok su najviše razine zabilježene u A-2 kontroli tokom jeseni, te u A-4 kontroli u ostalim sezonama. Značajno pozitivne razlike (p < 0,001), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim sezonama, te između A-3 i A4 kontrole tokom zime, proljeća i ljeta. Ostale razlike nisu statistički značajne (p > 0,05).

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), su najmanje u zimskim mjesecima, te najveće tokom ljeta. Najniža razina DKM zabilježena je u A-4 kontroli mliječnosti u jesenjim i zimskim mjesecima, te u D-0 kontroli tokom proljeća i ljeta. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli u svim sezonama kontrole mliječnosti.

Značajno pozitivne razlike (p < 0,001), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim sezonama kontrole. Značajno negativne razlike (p < 0,001), zabilježene su između A-2 i A-3

kontrole tokom jesenje sezone, te između A-3 i A-4 kontrole tokom proljeća. Interesantno je da su u zimskim mjesecima kontrole, posle zabilježene početne pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), naredne razlike su negativne ( $p < 0,001$ ).

Tablica 40. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) ovisno o sezoni kontrole

DKM /dan	Sezona	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
D-0	Estimate	16,995	16,844	17,563	18,002
D-0	StdErr	0,032	0,033	0,126	0,035
A-1	Estimate	17,126	17,100	17,907	18,201
A-1	StdErr	0,032	0,033	0,126	0,037
diff	Estimate	0,131 <sup>***</sup>	0,256 <sup>***</sup>	0,344 <sup>***</sup>	0,199 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,019	0,023	0,025	0,024
A-2	Estimate	17,074	16,900	17,898	18,144
A-2	StdErr	0,033	0,032	0,126	0,037
diff	Estimate	-0,053 <sup>n.s.</sup>	-0,200 <sup>**</sup>	-0,009 <sup>n.s.</sup>	-0,056 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,020	0,022	0,025	0,026
A-3	Estimate	16,995	16,779	17,857	18,153
A-3	StdErr	0,033	0,032	0,126	0,038
diff	Estimate	-0,079 <sup>**</sup>	-0,121 <sup>***</sup>	-0,041 <sup>n.s.</sup>	0,008 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,021	0,021	0,024	0,027
A-4	Estimate	16,965	16,693	17,696	18,147
A-4	StdErr	0,031	0,030	0,125	0,034
diff	Estimate	-0,029 <sup>n.s.</sup>	-0,086 <sup>***</sup>	-0,161 <sup>***</sup>	-0,006 <sup>n.s.</sup>
A-4 – A-3	StdErr	0,019	0,018	0,021	0,023

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – signifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) u ovisnosti o sezoni kontrole mliječnosti, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 41., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 42. Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), su najmanje u jesenjim mjesecima, te najveće tokom proljeća (tablica 41.). Najniža razina je u D-0 kontroli u svim sezonama, dok su najviše razine zabilježene u A-3 kontroli tokom jeseni, te u A-4 kontroli u ostalim sezonama. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim sezonama, te između A-3 i A4 kontrole tokom zime. U zimskoj i proljetnoj sezoni, sve zabilježene razlike sukcesivnih kontrola mliječnosti, su pozitivne, sa različitim

statističkom značajnošću. Razlika između A-1 i A2 kontrole, u jesenjoj sezoni, je pozitivna ( $p < 0,01$ ), dok su naredne razlike bez statističke značajnosti. Što se tiče ljeta, poslije početne značajne pozitivne razlike, naredne razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ).

Tablica 41. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole

DKM /dan	Sezona	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
D-0	Estimate	22,052	23,038	23,500	22,773
D-0	StdErr	0,035	0,036	0,065	0,060
A-1	Estimate	22,494	23,368	23,716	23,142
A-1	StdErr	0,038	0,039	0,067	0,063
diff	Estimate	0,442 <sup>***</sup>	0,330 <sup>***</sup>	0,216 <sup>***</sup>	0,369 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,042	0,045	0,045	0,048
A-2	Estimate	22,682	23,519	23,777	23,086
A-2	StdErr	0,038	0,039	0,066	0,063
diff	Estimate	0,188 <sup>*</sup>	0,151 <sup>*</sup>	0,061 <sup>n.s.</sup>	-0,056 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,045	0,047	0,047	0,051
A-3	Estimate	22,772	23,551	23,933	23,103
A-3	StdErr	0,042	0,040	0,067	0,064
diff	Estimate	0,090 <sup>n.s.</sup>	0,032 <sup>n.s.</sup>	0,156 <sup>*</sup>	0,016 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,049	0,049	0,047	0,052
A-4	Estimate	22,744	23,747	24,065	23,210
A-4	StdErr	0,031	0,031	0,061	0,056
diff	Estimate	-0,028 <sup>n.s.</sup>	0,196 <sup>***</sup>	0,132 <sup>*</sup>	0,107 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,043	0,043	0,041	0,044

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); <sup>\*</sup> – signifikantno ( $p < 0,05$ ); <sup>\*\*</sup> – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); <sup>\*\*\*</sup> – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), su najmanje u zimskim mjesecima, te najveće tokom ljeta (tablica 42.). Najniža razina je u D-0 kontroli u svim sezonama, dok su najviše razine zabilježene u A-3 kontroli tokom jeseni i ljeta, te u A-4 kontroli u zimskoj i proljetnoj sezoni. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim sezonama. U zimskoj sezoni, zabilježena je pozitivna razlika između A-3 i A-4 kontrole ( $p < 0,01$ ). Ostale razlike nisu pokazale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ).

Tablica 42. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole

DKM /dan	Sezona	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
D-0	Estimate	16,175	16,027	17,101	17,299
D-0	StdErr	0,048	0,045	0,120	0,054
A-1	Estimate	16,334	16,237	17,248	17,500
A-1	StdErr	0,049	0,046	0,121	0,056
diff	Estimate	0,159***	0,211***	0,146***	0,202***
A-1 – D-0	StdErr	0,025	0,026	0,028	0,030
A-2	Estimate	16,411	16,200	17,247	17,440
A-2	StdErr	0,049	0,046	0,120	0,056
diff	Estimate	0,077 <sup>n.s.</sup>	-0,037 <sup>n.s.</sup>	0,001 <sup>n.s.</sup>	-0,060 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,027	0,028	0,029	0,033
A-3	Estimate	16,486	16,284	17,273	17,518
A-3	StdErr	0,050	0,046	0,121	0,056
diff	Estimate	0,075 <sup>n.s.</sup>	0,084 <sup>n.s.</sup>	0,026 <sup>n.s.</sup>	0,077 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,029	0,028	0,029	0,034
A-4	Estimate	16,464	16,382	17,349	17,506
A-4	StdErr	0,047	0,044	0,120	0,053
diff	Estimate	-0,022 <sup>n.s.</sup>	0,097**	0,076 <sup>n.s.</sup>	-0,011 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,026	0,025	0,025	0,029

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – sigifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko sigifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno ( $p < 0,001$ )

Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml) u ovisnosti o sezoni kontrole, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 43., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 44.

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM) kod krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml) pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti bile su najmanje u jesenjim mjesecima, te najveće tokom proljeća (tablica 43.). Najniža razina je u D-0 kontroli u svim sezonama, dok su najviše razine zabilježene u A-2 kontroli tokom jeseni i zime, u A-4 kontroli tokom proljeća, te u A-1 kontroli u ljetnoj sezoni.

Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim sezonama. Ostale utvrđene razlike između kontrola mliječnosti nisu pokazale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ).

Tablica 43. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o sezoni kontrole

DKM /dan	Sezona	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
D-0	Estimate	19,581	20,062	20,814	20,430
D-0	StdErr	0,084	0,092	0,097	0,152
A-1	Estimate	20,843	21,789	22,065	21,738
A-1	StdErr	0,091	0,099	0,104	0,162
diff	Estimate	1,262***	1,727***	1,251***	1,308***
A-1 – D-0	StdErr	0,096	0,110	0,114	0,109
A-2	Estimate	20,957	21,984	22,112	21,635
A-2	StdErr	0,092	0,098	0,102	0,164
diff	Estimate	0,114 <sup>n.s.</sup>	0,195 <sup>n.s.</sup>	0,047 <sup>n.s.</sup>	-0,103 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,103	0,117	0,120	0,124
A-3	Estimate	20,849	21,765	22,211	21,683
A-3	StdErr	0,101	0,102	0,106	0,168
diff	Estimate	-0,108 <sup>n.s.</sup>	-0,220 <sup>n.s.</sup>	0,098 <sup>n.s.</sup>	0,048 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,111	0,119	0,123	0,131
A-4	Estimate	20,608	21,560	22,221	21,583
A-4	StdErr	0,081	0,082	0,082	0,149
diff	Estimate	-0,241 <sup>n.s.</sup>	-0,205 <sup>n.s.</sup>	0,011 <sup>n.s.</sup>	-0,100 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,101	0,104	0,108	0,113

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – signifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalne pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) bile su najmanje u zimskim mjesecima, te najveće tokom proljeća (tablica 44.). Najniža razina je u D-0 kontroli u svim sezonama. Najviše razine zabilježene su u A-3 kontroli tokom jeseni, u A-4 kontroli tokom zime i proljeća, te u A-1 kontroli u ljetnoj sezoni.

Statistički visoko značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ) zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim sezonama. Ostale razlike između kontrola mliječnosti nisu pokazale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ).



Tablica 44. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o sezoni kontrole

DKM /dan	Sezona	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
D-0	Estimate	14,757	14,428	15,866	15,873
D-0	StdErr	0,160	0,146	0,163	0,155
A-1	Estimate	15,352	15,158	16,574	16,610
A-1	StdErr	0,162	0,149	0,166	0,161
diff	Estimate	0,595***	0,730***	0,708***	0,737***
A-1 – D-0	StdErr	0,064	0,075	0,079	0,080
A-2	Estimate	15,371	15,097	16,501	16,575
A-2	StdErr	0,162	0,148	0,166	0,163
diff	Estimate	0,019 <sup>n.s.</sup>	-0,061 <sup>n.s.</sup>	-0,073 <sup>n.s.</sup>	-0,035 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,071	0,080	0,086	0,094
A-3	Estimate	15,434	15,105	16,597	16,544
A-3	StdErr	0,165	0,149	0,168	0,166
diff	Estimate	0,062 <sup>n.s.</sup>	0,008 <sup>n.s.</sup>	0,096 <sup>n.s.</sup>	-0,031 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,078	0,081	0,089	0,100
A-4	Estimate	15,363	15,318	16,699	16,463
A-4	StdErr	0,160	0,143	0,160	0,155
diff	Estimate	-0,071 <sup>n.s.</sup>	0,213 <sup>n.s.</sup>	0,102 <sup>n.s.</sup>	-0,080 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,072	0,070	0,077	0,088

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – sigifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko sigifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno ( $p < 0,001$ )

Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) u ovisnosti o veličini stada, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 45., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 46.

Procijenjene razine dnevnih količina mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), su najmanje u stadima do 5 krava, te najveće u stadima 200 – 500 krava. Najniža razina je u D-0 kontroli u svim stadima, dok su najviše razine zabilježene u A-1 kontroli u stadima < 5, 5 – 10 i 10 – 50 krava, te u A-4 kontroli u stadima 50 -200, 200 – 500 i > 500 krava. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim stadima, nadalje između A-1 i A2 kontrole u stadima 200 – 500 krava, te između A-3 i A-4 kontrole u stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava. Značajno negativna razlika ( $p < 0,001$ ), zabilježena je između A-2 i A3 kontrole u stadima 10 – 50 krava. U stadima < 5, 5 – 10 i 10 – 50 krava, posle početne značajno pozitivne razlike, naredne zabilježene razlike su negativne. U stadima 200 – 500 i > 500 krava sve zabilježene razlike su pozitivne.

Tablica 45. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o veličini stada

DKM /dan	Veličina stada	< 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	200 - 500	> 500
D-0	Estimate	18,500	20,513	22,234	25,164	26,280	26,377
D-0	StdErr	0,042	0,054	0,042	0,040	0,043	0,116
A-1	Estimate	18,809	20,957	22,762	25,928	27,293	27,252
A-1	StdErr	0,0429	0,055	0,043	0,041	0,042	0,116
diff	Estimate	0,309 ***	0,444 ***	0,528 ***	0,764 ***	1,013 ***	0,876 ***
A-1 – D-0	StdErr	0,032	0,049	0,040	0,050	0,053	0,059
A-2	Estimate	18,752	20,811	22,715	26,058	27,517	27,266
A-2	StdErr	0,042	0,053	0,042	0,040	0,040	0,115
diff	Estimate	-0,057 n.s.	-0,146 n.s.	-0,046 n.s.	0,130 n.s.	0,224 ***	0,014 n.s.
A-2 – A-1	StdErr	0,033	0,050	0,050	0,050	0,052	0,058
A-3	Estimate	18,677	20,715	22,528	25,966	27,614	27,504
A-3	StdErr	0,042	0,054	0,042	0,041	0,041	0,115
diff	Estimate	-0,075 n.s.	-0,096 n.s.	-0,188 ***	-0,092 n.s.	0,097 n.s.	0,237 **
A-3 – A-2	StdErr	0,032	0,049	0,049	0,051	0,052	0,057
A-4	Estimate	18,584	20,615	22,485	26,171	28,010	27,903
A-4	StdErr	0,038	0,046	0,035	0,028	0,027	0,110
diff	Estimate	-0,093 *	-0,100 n.s.	-0,043 n.s.	0,205 ***	0,397 ***	0,399 ***
A-4 - A-3	StdErr	0,028	0,043	0,035	0,044	0,045	0,050

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; n.s. – nesignifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – signifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), su najmanje u stadima do 5 krava, te najveće u stadima 200 – 500 krava. Najniže razine DKM zabilježene su u D-0 kontroli u stadima < 5 i 50 – 200 krava, te u A-4 kontroli u stadima 5 – 10, 10 – 50 i 200 – 500 krava.

Najviše razine dnevne količine mlijeka (DKM), zabilježene su u A-1 kontroli u svim stadima. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim stadima osim u stadima 200 – 500 krava, gde je također zabilježena pozitivna razlika ali bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ).

Nadalje, ostale razlike u svim stadima neovisno o veličini su bile negativne, sa različitom utvrđenom statističkom značajnošću.

Tablica 46. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o veličini stada

DKM /dan	Veličina stada	< 5	5 -10	10 - 50	50 - 200	200 - 500
D-0	Estimate	15,412	15,998	17,628	19,978	21,177
D-0	StdErr	0,038	0,028	0,030	0,078	0,323
A-1	Estimate	15,618	16,151	17,924	20,343	21,604
A-1	StdErr	0,039	0,029	0,030	0,078	0,303
diff	Estimate	0,206***	0,153***	0,296***	0,365***	0,427 <sup>n.s.</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,017	0,020	0,023	0,053	0,325
A-2	Estimate	15,568	16,075	17,783	20,265	21,168
A-2	StdErr	0,038	0,029	0,030	0,078	0,291
diff	Estimate	-0,050 <sup>n.s.</sup>	-0,076**	-0,141***	-0,078 <sup>n.s.</sup>	-0,436 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,017	0,020	0,024	0,053	0,313
A-3	Estimate	15,512	15,995	17,687	20,135	20,875
A-3	StdErr	0,039	0,029	0,030	0,078	0,298
diff	Estimate	-0,056*	-0,080**	-0,097**	-0,129 <sup>n.s.</sup>	-0,293 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,017	0,020	0,024	0,053	0,314
A-4	Estimate	15,453	15,878	17,571	20,000	20,654
A-4	StdErr	0,037	0,026	0,027	0,072	0,236
diff	Estimate	-0,059**	-0,117***	-0,116***	-0,135 <sup>n.s.</sup>	-0,221 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,015	0,018	0,021	0,046	0,275

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – sigifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko sigifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno ( $p < 0,001$ )

Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) u ovisnosti o veličini stada, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 47., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 48.

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), bile su najmanje u stadima do 5 krava, te najveće u stadima 200 – 500 krava. Najniža razina je u D-0 kontroli u svim stadima, dok su najviše razine zabilježene u A-4 kontroli u svim stadima.

Statistički visoko značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim stadima, te su i ostale razlike bile uglavnom pozitivne ali bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ).

Tablica 47. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o veličini stada

DKM /dan	Veličina stada	< 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	200 - 500	> 500
D-0	Estimate	17,984	20,044	21,908	24,782	26,012	25,768
D-0	StdErr	0,035	0,056	0,056	0,048	0,048	0,166
A-1	Estimate	18,152	20,344	22,178	25,118	26,516	26,148
A-1	StdErr	0,038	0,060	0,059	0,052	0,050	0,167
diff	Estimate	0,168 <sup>***</sup>	0,300 <sup>***</sup>	0,270 <sup>***</sup>	0,337 <sup>***</sup>	0,504 <sup>***</sup>	0,380 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,037	0,057	0,047	0,059	0,060	0,071
A-2	Estimate	18,166	20,293	22,222	25,282	26,680	26,229
A-2	StdErr	0,038	0,059	0,059	0,051	0,050	0,167
diff	Estimate	0,014 <sup>n.s.</sup>	-0,051 <sup>n.s.</sup>	0,043 <sup>n.s.</sup>	0,164 <sup>n.s.</sup>	0,164 <sup>n.s.</sup>	0,081 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,040	0,061	0,051	0,062	0,062	0,074
A-3	Estimate	18,137	20,369	22,310	25,377	26,766	26,333
A-3	StdErr	0,039	0,061	0,060	0,054	0,053	0,168
diff	Estimate	-0,030 <sup>n.s.</sup>	0,076 <sup>n.s.</sup>	0,089 <sup>n.s.</sup>	0,095 <sup>n.s.</sup>	0,086 <sup>n.s.</sup>	0,104 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,041	0,063	0,052	0,065	0,064	0,077
A-4	Estimate	18,181	20,415	22,248	25,545	26,939	26,614
A-4	StdErr	0,031	0,050	0,052	0,040	0,038	0,163
diff	Estimate	0,045 <sup>n.s.</sup>	0,046 <sup>n.s.</sup>	-0,062 <sup>n.s.</sup>	0,168 <sup>n.s.</sup>	0,173 <sup>*</sup>	0,281 <sup>**</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,036	0,055	0,046	0,056	0,056	0,067

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno ( $p > 0,05$ ); <sup>\*</sup> – sigifikantno ( $p < 0,05$ ); <sup>\*\*</sup> – visoko sigifikantno ( $p < 0,01$ ); <sup>\*\*\*</sup> – vrlo visoko sigifikantno ( $p < 0,001$ )

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), bile su najmanje u stadima do 5 krava, te najveće u stadima 50 – 200 krava.

Najniže razine dnevne količine mlijeka (DKM), zabilježene su u D-0 kontroli u svim stadima neovisno o veličini. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-4 kontroli u stadima < 5, 5 – 10, 10 – 50 i 50 – 200 krava, te u A-3 kontroli u stadima 200 – 500 krava.

Statistički visoko značajne pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim stadima osim u stadima 200 – 500 krava, gde je također zabilježena pozitivna razlika ali bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ). Ostale razlike između kontrola mliječnosti nisu pokazale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ).

Tablica 48. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o veličini stada

DKM /dan	Veličina stada	< 5	5 -10	10 - 50	50 - 200	200 - 500
D-0	Estimate	15,025	15,364	17,107	19,315	18,502
D-0	StdErr	0,031	0,035	0,040	0,112	0,387
A-1	Estimate	15,172	15,534	17,297	19,603	19,036
A-1	StdErr	0,032	0,036	0,041	0,113	0,403
diff	Estimate	0,147***	0,170***	0,189***	0,288***	0,534 <sup>n.s.</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,020	0,024	0,028	0,062	0,422
A-2	Estimate	15,177	15,482	17,302	19,671	18,910
A-2	StdErr	0,032	0,036	0,041	0,114	0,395
diff	Estimate	0,005 <sup>n.s.</sup>	-0,051 <sup>n.s.</sup>	0,005 <sup>n.s.</sup>	0,068 <sup>n.s.</sup>	-0,125 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,022	0,026	0,030	0,066	0,438
A-3	Estimate	15,224	15,525	17,383	19,703	19,822
A-3	StdErr	0,033	0,037	0,042	0,115	0,424
diff	Estimate	0,047 <sup>n.s.</sup>	0,043 <sup>n.s.</sup>	0,082 <sup>n.s.</sup>	0,032 <sup>n.s.</sup>	0,911 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,023	0,027	0,031	0,069	0,457
A-4	Estimate	15,273	15,536	17,417	19,888	19,672
A-4	StdErr	0,030	0,034	0,038	0,108	0,330
diff	Estimate	0,049 <sup>n.s.</sup>	0,011 <sup>n.s.</sup>	0,033 <sup>n.s.</sup>	0,185 <sup>n.s.</sup>	-0,149 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,020	0,023	0,027	0,060	0,409

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno ( $p > 0,05$ ); \* – sigifikantno ( $p < 0,05$ ); \*\* – visoko sigifikantno ( $p < 0,01$ ); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno ( $p < 0,001$ )

Nadalje, procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) u ovisnosti o veličini stada, za krave holstein pasmine prikazane su u tablici 49., dok su za krave simentalke pasmine prikazane u tablici 50.

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava holstein pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o pojavnosti mastitisa (SCC > 400.000 /ml), su najmanje u stadima do 5 krava, te najveće u stadima > 500 krava.

Najniža razina dnevne količine mlijeka (DKM), zabilježena je u D-0 kontroli u svim stadima. Najviše razine zabilježene u A-1 kontroli u stadima 5 – 10, 10 – 50 i > 500 krava, nadalje u A-2 kontroli u stadima 50 – 200 krava, te u A-3 kontroli u stadima < 5 i 200 – 500 krava. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim stadima, te su ostale zabilježene razlike bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ).

Tablica 49. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o veličini stada

DKM /dan	Veličina stada	< 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	200 - 500	> 500
D-0	Estimate	16,273	18,276	19,446	21,848	22,486	22,969
D-0	StdErr	0,080	0,110	0,104	0,115	0,123	0,457
A-1	Estimate	16,959	19,323	20,867	23,317	24,627	24,837
A-1	StdErr	0,088	0,124	0,113	0,125	0,133	0,461
diff	Estimate	0,686 <sup>***</sup>	1,047 <sup>***</sup>	1,421 <sup>***</sup>	1,470 <sup>***</sup>	2,141 <sup>***</sup>	1,868 <sup>***</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,083	0,130	0,111	0,138	0,151	0,187
A-2	Estimate	17,002	19,242	20,706	23,578	24,825	24,819
A-2	StdErr	0,088	0,124	0,114	0,126	0,131	0,459
diff	Estimate	0,043 <sup>n.s.</sup>	-0,081 <sup>n.s.</sup>	-0,160 <sup>n.s.</sup>	0,261 <sup>n.s.</sup>	0,198 <sup>n.s.</sup>	-0,018 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,092	0,142	0,121	0,148	0,159	0,196
A-3	Estimate	17,022	19,262	20,579	23,423	24,927	24,555
A-3	StdErr	0,092	0,131	0,120	0,133	0,141	0,464
diff	Estimate	0,020 <sup>n.s.</sup>	0,021 <sup>n.s.</sup>	-0,127 <sup>n.s.</sup>	-0,155 <sup>n.s.</sup>	0,102 <sup>n.s.</sup>	-0,264 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,095	0,147	0,128	0,155	0,164	0,202
A-4	Estimate	17,016	19,201	20,550	23,140	24,708	24,719
A-4	StdErr	0,076	0,103	0,096	0,102	0,107	0,450
diff	Estimate	-0,005 <sup>n.s.</sup>	-0,061 <sup>n.s.</sup>	-0,029 <sup>n.s.</sup>	-0,284 <sup>n.s.</sup>	-0,219 <sup>n.s.</sup>	0,164 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,084	0,130	0,112	0,137	0,145	0,178

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesignifikantno (p > 0,05); \* – signifikantno (p < 0,05); \*\* – visoko signifikantno (p < 0,01); \*\*\* – vrlo visoko signifikantno (p < 0,001)

Procijenjene razine dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava simentalke pasmine pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, ovisno o pojavnosti mastitisa (SCC > 400.000 /ml), su najmanje u stadima < 5 krava, te najveće u stadima 200 - 500 krava. Najniža razina DKM, zabilježena je u D-0 kontroli u svim stadima.

Najviše razine dnevne količine mlijeka (DKM) utvrđene su u A-1 kontroli mliječnosti u stadima sa 10 – 50 krava, nadalje u A-3 kontroli u stadima sa 5 – 10 i 50 – 200 krava, te u četvrtoj sukcesivnoj kontroli mliječnosti A-4 kontroli u stadima sa < 5 i 200 – 500 krava.

Statistički visoko značajno pozitivne razlike (p < 0,001), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u gotovo svim stadima izuzev stada sa 200 – 500 krava, gde je također zabilježena pozitivna razlika ali bez statističke značajnosti (p > 0,05). Ostale utvrđene razlike između sukcesivnih kontrola mliječnosti nisu se razlikovale statistički značajno (p > 0,05).

Tablica 50. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o veličini stada

DKM /dan	Veličina stada	< 5	5 -10	10 - 50	50 - 200	200 - 500
D-0	Estimate	13,924	14,078	14,932	16,896	16,422
D-0	StdErr	0,055	0,082	0,107	0,556	1,394
A-1	Estimate	14,385	14,736	15,923	17,635	17,928
A-1	StdErr	0,060	0,087	0,112	0,561	1,374
diff	Estimate	0,462***	0,659***	0,992***	0,739***	1,507 <sup>n.s.</sup>
A-1 – D-0	StdErr	0,055	0,067	0,078	0,166	1,447
A-2	Estimate	14,394	14,684	15,823	17,626	19,094
A-2	StdErr	0,061	0,087	0,113	0,560	1,334
diff	Estimate	0,008 <sup>n.s.</sup>	-0,052 <sup>n.s.</sup>	-0,100 <sup>n.s.</sup>	-0,009 <sup>n.s.</sup>	1,166 <sup>n.s.</sup>
A-2 – A-1	StdErr	0,061	0,074	0,086	0,181	1,429
A-3	Estimate	14,338	14,836	15,834	17,768	18,809
A-3	StdErr	0,064	0,090	0,115	0,564	1,528
diff	Estimate	-0,056 <sup>n.s.</sup>	0,152 <sup>n.s.</sup>	0,011 <sup>n.s.</sup>	0,142 <sup>n.s.</sup>	-0,285 <sup>n.s.</sup>
A-3 – A-2	StdErr	0,064	0,078	0,090	0,191	1,583
A-4	Estimate	14,404	14,824	15,913	17,524	19,047
A-4	StdErr	0,053	0,080	0,104	0,555	1,039
diff	Estimate	0,067 <sup>n.s.</sup>	-0,012 <sup>n.s.</sup>	0,079 <sup>n.s.</sup>	-0,244 <sup>n.s.</sup>	0,238 <sup>n.s.</sup>
A-4 - A-3	StdErr	0,057	0,069	0,079	0,167	1,455

\*DKM – dnevna količina mlijeka; D-0 – inicijalna kontrola mliječnosti; A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti; diff – razlika; Estimate – procijenjena dnevna količina mlijeka; StdErr – standardna pogreška procjene; <sup>n.s.</sup> – nesigifikantno (p > 0,05); \* – sigifikantno (p < 0,05); \*\* – visoko sigifikantno (p < 0,01); \*\*\* – vrlo visoko sigifikantno (p < 0,001)

## 5.5 Procjena smanjenja direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka

Gubitak u proizvodnji mlijeka, iskazan u količini (kg) i vrijednosti (eur), dobiven je na osnovu procijenjenih dnevnih količina mlijeka, te izračunate razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti.

Gubitak u proizvodnji mlijeka, iskazan u količini (kg) i vrijednosti (eur), analiziran je u ovisnosti od:

- redoslijeda laktacije (četiri klase: 1., 2., 3., i  $\geq 4.$ ),
- sezone kontrole (četiri klase: jesen, zima, proljeće, ljeto) i
- veličine stada (za holstein pasminu šest klasa i to: do 5, 5-10, 10-50, 20-200, 200-500 i preko 500 grla; te pet klasa za simentalSKU pasminu i to: do 5, 5-10, 10-50, 20-200 i 200-500).

Rezultati analize prikazani su prvo za rizik pojavnosti mastitisa temeljem sadržaja laktoze (DLC < 4,5%), kod holstein te simentalSke pasmine; zatim rizik pojavnosti mastitisa temeljem broja somatskih stanica (SCC = 200.000 – 400.000/ml), kod holstein te simentalSke pasmine; te za pojavnost mastitisa (SCC > 400.000/ml), kod holstein te simentalSke pasmine.

Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), po redoslijedu laktacija, prikazani su u tablici 51. za krave holstein pasmine, te u tablici 52. za krave simentalSke pasmine.

Tablica 51. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacije	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
1.	16,085	8,36	3,526	1,83	0,743	0,39	7,557	3,93	27,911	14,51
2.	20,701	10,76	2,229	1,16	-0,907	-0,47	5,757	2,99	27,781	14,45
3.	22,597	11,75	-0,733	-0,38	-1,827	-0,95	3,303	1,72	23,340	12,14
$\geq 4.$	21,109	10,98	-4,242	-2,21	-5,565	-2,89	-1,259	-0,65	10,043	5,22

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), krava holstein pasmine, zabilježen je u 1. laktaciji. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq 4.$  laktacije. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim paritetnim skupinama, te je najveći kod krava 3. laktacije, a najmanji kod krava 1. laktacije. Sve paritetne skupine krava pokazuju sličan obrazac kroz naredne periode



sukcesivnih kontrola : gubici se smanjuju i/ili nadoknađuju, tokom narednih perioda kontrola pa u posljednjem periodu bilježe povećanje, ali na različitim nivoima. Kod skupine krava u 1. laktaciji pojedinačni gubici tokom sukcesivnih kontrola mliječnosti, su najveći, te sa povećanjem broja laktacija smanjuju.

Tablica 52. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacija	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
1.	7,169	3,73	-0,810	-0,42	-1,594	-0,83	-0,667	-0,35	4,098	2,13
2.	6,939	3,61	-3,462	-1,80	-2,388	-1,24	-2,057	-1,07	-0,968	-0,50
3.	7,709	4,01	-2,444	-1,27	-3,884	-2,02	-2,642	-1,37	-1,260	-0,66
≥ 4.	6,798	3,53	-3,398	-1,77	-2,062	-1,07	-3,309	-1,72	-1,972	-1,03

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), krava simentalke pasmine, zabilježen je u 1. laktaciji. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim paritetnim skupinama, te je najveći kod krava 3. laktacije, a najmanji kod krava ≥ 4. laktacije. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend je bio pozitivan. To utjecalo da skupine krava 2., 3. i ≥ 4. laktacije nadoknade proizvodnju, te nemaju zabilježen ukupni gubitak.

Nadalje, procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), po redoslijedu laktacija, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 53., te krava simentalke pasmine prikazane su u tablici 54.

Tablica 53. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacija	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
1.	11,779	6,12	0,191	0,10	3,473	1,81	2,916	1,52	18,359	9,55
2.	10,046	5,22	5,324	2,77	0,986	0,51	3,769	1,96	20,125	10,47
3.	11,707	6,09	4,506	2,34	3,659	1,90	5,788	3,01	25,660	13,34
≥ 4.	9,144	4,76	1,986	1,03	1,352	0,70	3,713	1,93	16,194	8,42

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), krava holstein pasmine, zabilježen je u skupini krava 3. laktacije. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq 4$ . laktacije. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim paritetnim skupinama, te je najveći kod krava 1. laktacije, a najmanji kod krava  $\geq 4$ . laktacije. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend je bio negativan, te su sve laktacijske skupine zabilježile ukupan gubitak.

Tablica 54. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacija	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
1.	5,723	2,98	0,955	0,50	2,176	1,13	3,287	1,71	12,141	6,31
2.	4,399	2,29	-0,453	-0,24	2,508	1,30	1,581	0,82	8,036	4,18
3.	6,594	3,43	-0,394	-0,20	1,341	0,70	1,069	0,56	8,609	4,48
$\geq 4$ .	5,220	2,71	-0,450	-0,23	1,395	0,73	0,608	0,32	6,773	3,52

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), krava simentalke pasmine, zabilježen je u 1. laktaciji. Nadalje, najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq 4$ . laktacije. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim paritetnim skupinama, te je najveći kod krava 3. laktacije, a najmanji kod krava 2. laktacije. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend je bio uglavnom negativan, te su sve skupine zabilježile ukupan gubitak.

Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), po redoslijedu laktacija, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 55., te krava simentalke pasmine prikazane su u tablici 56.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o pojavnosti mastitisa (SCC > 400.000 /ml), krava holstein pasmine, zabilježen je u skupini krava u 1. laktaciji. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq 4$ . laktacije. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim paritetnim skupinama, te je najveći kod krava 3. laktacije, a najmanji kod krava u 1. laktaciji. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih

kontrola mliječnosti, trend gubitaka se smanjivao ali su sve laktacijske skupine zabilježile ukupan gubitak.

Tablica 55. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacija	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
1.	39,929	20,76	5,386	2,80	-0,255	-0,13	-0,145	-0,08	44,915	23,36
2.	41,931	21,80	1,586	0,82	-3,651	-1,90	-1,999	-1,04	37,867	19,69
3.	48,800	25,38	1,544	0,80	-1,987	-1,03	-5,728	-2,98	42,630	22,17
≥ 4.	40,236	20,92	-0,413	-0,21	-0,263	-0,14	-8,289	-4,31	31,271	16,26

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o pojavnosti mastitisa (SCC > 400.000 /ml), krava simentalske pasmine, zabilježen je u 2. laktaciji. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava ≥ 4. laktacije. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim paritetnim skupinama, te je najveći kod krava 3. laktacije, a najmanji kod krava ≥ 4. laktacije. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je pokazao manje varijacije, te su sve laktacijske skupine zabilježile ukupan gubitak.

Tablica 56. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalske pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o redoslijedu laktacije

Redoslijed laktacija	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
1.	22,663	11,78	-1,551	-0,81	2,223	1,16	1,554	0,81	24,888	12,94
2.	24,293	12,63	-1,127	-0,59	2,371	1,23	0,270	0,14	25,808	13,42
3.	24,890	12,94	-2,458	-1,28	2,457	1,28	-1,942	-1,01	22,946	11,93
≥ 4.	17,358	9,03	-0,543	-0,28	-0,773	-0,40	1,877	0,98	17,919	9,32

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Nadalje, procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) u ovisnosti o sezoni kontrole, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 57., te krava simentalske pasmine prikazane su u tablici 58.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), krava holstein pasmine, zabilježen je tokom proljeća. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je

tokom ljeta. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama, te je najveći u zimskoj sezoni, a najmanji u ljetnoj sezoni. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je pokazao različitu varijabilnost po sezonama, ali je u svim sezonama zabilježen ukupan gubitak.

Tablica 57. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole.

Sezona kontrole	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
Jesen	19,968	10,38	2,326	1,21	-1,078	-0,56	-0,737	-0,38	20,480	10,65
Zima	24,040	12,50	3,176	1,65	-1,933	-1,01	5,183	2,70	30,467	15,84
Proljeće	20,410	10,61	2,830	1,47	2,573	1,34	8,803	4,58	34,616	18,00
Ljeto	11,648	6,06	-1,064	-0,55	-0,571	-0,30	8,167	4,25	18,181	9,45

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Tablica 58. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole.

Sezona kontrole	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
Jesen	3,943	2,05	-1,582	-0,82	-2,374	-1,23	-0,877	-0,46	-0,890	-0,46
Zima	7,692	4,00	-5,995	-3,12	-3,643	-1,89	-2,591	-1,35	-4,537	-2,36
Proljeće	10,314	5,36	-0,264	-0,14	-1,225	-0,64	-4,833	-2,51	3,992	2,08
Ljeto	5,978	3,11	-1,694	-0,88	0,244	0,13	-0,181	-0,09	4,347	2,26

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) zabilježen je tijekom ljeta. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama, te je najveći u proljeće, a najmanji u jesen. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je uglavnom pozitivan, te je ukupan gubitak zabilježen samo u proljeće i ljeto.

Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka u krava u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), u ovisnosti o sezoni kontrole, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 59., te krava simentalke pasmine prikazane su u tablici 60.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), krava holstein pasmine, zabilježen je tokom zime. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je tokom ljeta. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti

u svim sezonama, te je najveći u jesenjoj sezoni, a najmanji u proljeće. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je uglavnom negativan, te je u svim sezonama zabilježen ukupan gubitak.

Tablica 59. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
Jesen	13,266	6,90	5,647	2,94	2,701	1,40	-0,847	-0,44	20,768	10,80
Zima	9,897	5,15	4,541	2,36	0,950	0,49	5,879	3,06	21,267	11,06
Proljeće	6,484	3,37	1,821	0,95	4,681	2,43	3,968	2,06	16,954	8,82
Ljeto	11,076	5,76	-1,671	-0,87	0,492	0,26	3,204	1,67	13,100	6,81

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Tablica 60. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
Jesen	4,770	2,48	2,304	1,20	2,257	1,17	-0,675	-0,35	8,657	4,50
Zima	6,320	3,29	-1,113	-0,58	2,525	1,31	2,921	1,52	10,653	5,54
Proljeće	4,391	2,28	-0,011	-0,01	0,768	0,40	2,288	1,19	7,436	3,87
Ljeto	6,052	3,15	-1,801	-0,94	2,313	1,20	-0,338	-0,18	6,226	3,24

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), krava simentalke pasmine, zabilježen je tokom zime. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je tokom ljeta. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama, te je najveći u zimskoj sezoni, a najmanji u proljeće. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je uglavnom negativan, te je u svim sezonama zabilježen ukupan gubitak.

Nadalje, procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka u krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) u ovisnosti o sezoni kontrole, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 61., te krava simentalke pasmine prikazane su u tablici 62.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka u krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), zabilježen je tijekom zimskog perioda. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je tokom jeseni. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim

sezonama, te je najveći u zimskoj sezoni, a najmanji u proljeće. Nadalje, u ostalim periodima, procijenjeni gubitak između sukcesivnih kontrola mliječnosti, je varirao, ali je u svim sezonama zabilježen ukupan gubitak.

Tablica 61. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o sezoni kontrole.

Sezona kontrole	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
Jesen	37,860	19,69	3,434	1,79	-3,242	-1,69	-7,230	-3,76	30,823	16,03
Zima	51,802	26,94	5,856	3,04	-6,596	-3,43	-6,144	-3,20	44,918	23,36
Proljeće	37,529	19,52	1,424	0,74	2,952	1,53	0,318	0,17	42,222	21,96
Ljeto	39,248	20,41	-3,084	-1,60	1,439	0,75	-3,009	-1,56	34,594	17,99

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Tablica 62. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalске pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o sezoni kontrole

Sezona kontrole	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
Jesen	17,839	9,28	0,583	0,30	1,872	0,97	-2,126	-1,11	18,168	9,45
Zima	21,893	11,38	-1,824	-0,95	0,240	0,12	6,379	3,32	26,689	13,88
Proljeće	21,227	11,04	-2,191	-1,14	2,877	1,50	3,055	1,59	24,968	12,98
Ljeto	22,099	11,49	-1,052	-0,55	-0,932	-0,48	-2,406	-1,25	17,709	9,21

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka u krava simentalске pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), zabilježen je tokom zime. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je tokom ljeta. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama, te je najveći u ljeto, a najmanji u jesen. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je varirao, ali je u svim sezonama zabilježen ukupan gubitak.

Nadalje, procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka u krava u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), po veličini stada, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 63., te krava simentalске pasmine prikazane su u tablici 64.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), krava holstein pasmine, zabilježen je u skupini 200 – 500 krava. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je na farmama sa < 5 krava.

Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim skupinama, te je najveći u skupini 200 – 500 krava, a najmanji u skupini sa < 5 krava. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je pokazao različitu varijabilnost po skupinama. U stadima < 5, 5 – 10 i 10 – 50 , poslije početnog gubitka, dalji trend je pozitivan. U stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava, trend gubitaka je negativan. U svim stadima je zabilježen ukupan gubitak.

Tablica 63. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o veličini stada

Veličina stada	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
< 5	9,274	4,82	-1,723	-0,90	-2,236	-1,16	-2,786	-1,45	2,529	1,32
5 - 10	13,326	6,93	-4,382	-2,28	-2,890	-1,50	-3,004	-1,56	3,050	1,59
10 - 50	15,834	8,23	-1,388	-0,72	-5,626	-2,93	-1,294	-0,67	7,525	3,91
50 - 200	22,906	11,91	3,914	2,04	-2,770	-1,44	6,152	3,20	30,201	15,70
200 - 500	30,387	15,80	6,727	3,50	2,896	1,51	11,895	6,19	51,905	26,99
> 500	26,275	13,66	0,420	0,22	7,113	3,70	11,983	6,23	45,791	23,81

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Nadalje, najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%), zabilježen je na gospodarstvima sa < 5 krava.

Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim skupinama, te je najveći u skupini sa 200 – 500 krava, a najmanji u skupini sa 5 - 10 krava. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je pozitivan, te je ukupan gubitak, zabilježen samo u stadima < 5 i 50 – 200 krava.

Tablica 64. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o veličini stada

Veličina stada	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
< 5	6,176	3,21	-1,498	-0,78	-1,668	-0,87	-1,780	-0,93	1,230	0,64
5 - 10	4,580	2,38	-2,284	-1,19	-2,390	-1,24	-3,516	-1,83	-3,610	-1,88
10 - 50	8,871	4,61	-4,221	-2,20	-2,897	-1,51	-3,489	-1,81	-1,736	-0,90
50 - 200	10,953	5,70	-2,342	-1,22	-3,883	-2,02	-4,062	-2,11	0,665	0,35
200 - 500	12,820	6,67	-13,079	-6,80	-8,796	-4,57	-6,637	-3,45	-15,693	-8,16

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka u krava u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) u ovisnosti o veličini stada, krava holstein pasmine prikazane su u tablici 65., te krava simentalke pasmine prikazane su u tablici 66.

Tablica 65. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o veličini stada

Veličina stada	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
< 5	5,046	2,62	0,422	0,22	-0,887	-0,46	1,340	0,70	5,922	3,08
5 - 10	9,006	4,68	-1,536	-0,80	2,280	1,19	1,394	0,72	11,143	5,79
10 - 50	8,114	4,22	1,301	0,68	2,664	1,39	-1,858	-0,97	10,221	5,32
50 - 200	10,097	5,25	4,916	2,56	2,854	1,48	5,040	2,62	22,907	11,91
200 - 500	15,115	7,86	4,922	2,56	2,581	1,34	5,199	2,70	27,817	14,46
> 500	11,390	5,92	2,428	1,26	3,122	1,62	8,419	4,38	25,359	13,19

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), krava holstein pasmine, zabilježen je u skupini sa 200 – 500 krava. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini < 5 krava.

Nadalje, najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim skupinama, te je najveći u skupini 200 – 500 krava, a najmanji u skupini < 5 krava. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je uglavnom negativan, te je izraženiji sa porastom veličine stada. U svim stadima neovisno o veličini je zabilježen ukupan gubitak i u količini i vrijednosti proizvodnje mlijeka.

Tablica 66. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o veličini stada

Veličina stada	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
< 5	4,424	2,30	0,145	0,08	1,413	0,73	1,462	0,76	7,444	3,87
5 - 10	5,088	2,65	-1,541	-0,80	1,280	0,67	0,335	0,17	5,163	2,68
10 - 50	5,682	2,95	0,159	0,08	2,450	1,27	0,992	0,52	9,283	4,83
50 - 200	8,649	4,50	2,032	1,06	0,958	0,50	5,536	2,88	17,175	8,93
200 - 500	16,010	8,33	-3,765	-1,96	27,333	14,21	-4,479	-2,33	35,100	18,25

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), krava simentalke pasmine, zabilježen je



u skupini 200 – 500 krava. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini 5 - 10 krava. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim skupinama, osim u skupini 200 – 500 krava u kojoj je zabilježen u periodu od A-2 do A-3 kontrole. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je uglavnom negativan, te je izraženiji sa porastom veličine stada. U svim stadima zabilježen je ukupan gubitak.

Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), po veličini stada, prikazani su u tablici 67. za krave holstein pasmine, te u tablici 68. za krave simentalke pasmine. Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o pojavnosti mastitisa (SCC > 400.000 /ml), krava holstein pasmine, zabilježen je u skupini 200 – 500 krava. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini < 5 krava. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim skupinama, te je najveći u skupini 200 – 500 krava, a najmanji u skupini < 5 krava. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka je uglavnom negativan, te je u svim stadima zabilježen ukupan gubitak.

Tablica 67. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o veličini stada

Veličina stada	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
< 5	20,587	10,71	1,282	0,67	0,599	0,31	-0,164	-0,09	22,304	11,60
5 - 10	31,424	16,34	-2,443	-1,27	0,624	0,32	-1,843	-0,96	27,762	14,44
10 - 50	42,620	22,16	-4,812	-2,50	-3,818	-1,99	-0,857	-0,45	33,134	17,23
50 - 200	44,088	22,93	7,829	4,07	-4,646	-2,42	-8,511	-4,43	38,760	20,16
200 - 500	64,239	33,40	5,939	3,09	3,058	1,59	-6,582	-3,42	66,654	34,66
> 500	56,042	29,14	-0,532	-0,28	-7,928	-4,12	4,931	2,56	52,513	27,31

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Tablica 68. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o veličini stada.

Veličina stada	A-1		A-2		A-3		A-4		Ukupni gubitak	
	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur	kg	eur
< 5	13,857	7,21	0,251	0,13	-1,685	-0,88	1,999	1,04	14,422	7,50
5 - 10	19,760	10,28	-1,560	-0,81	4,559	2,37	-0,359	-0,19	22,400	11,65
10 - 50	29,749	15,47	-3,003	-1,56	0,319	0,17	2,377	1,24	29,442	15,31
50 - 200	22,181	11,53	-0,280	-0,15	4,255	2,21	-7,314	-3,80	18,842	9,80
200 - 500	45,195	23,50	34,969	18,18	-8,556	-4,45	7,149	3,72	78,757	40,95

\* A-1,A-2,A-3,A-4 – sukcesivne kontrole mliječnosti

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, ovisno o pojavnosti mastitisa ( $SCC > 400.000$  /ml), krava simentalske pasmine, zabilježen je u skupini 200 - 500 krava. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini  $< 5$  krava. Najveći gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim skupinama, te je najveći u skupini 200 – 500 krava, a najmanji u skupini  $< 5$  krava. U ostalim periodima, između narednih sukcesivnih kontrola mliječnosti, trend gubitaka varira, ali je ukupan gubitak zabilježen u svim stadima.

## **6 RASPRAVA**

### **6.1 Varijabilnost i kovarijabilnost ispitivanih svojstava**

#### **6.1.1 Varijabilnost ispitivanih svojstava**

##### **6.1.1.1 Varijabilnost dnevnih proizvodnih svojstava**

Statistička obrada dnevnih svojstava mliječnosti prema redoslijedu laktacije na dan testiranja, pokazala je porast vrijednosti SCC i ISCC, te smanjenje DLC povezanog s redoslijedom pariteta, a u usporedbi s mjesecom kontrole, povećanje DMY, DLC i ISCC. Sličnu varijabilnost dnevnih svojstava mlijeka u različitim paritetima i mjesecima testiranja također su ustanovili Yang i sur. (2013), te su zabilježili povećanje DMY, SCC i ISCC te smanjenje DLC povezano s povećanjem pariteta, dok su vrijednosti DMY i DLC bile najniže u 6. mjesecu, a najviše u zimskim mjesecima, što koincidira s varijacijama SCC. To se također slaže s rezultatima Kul i sur. (Kul i sur., 2019) koji su otkrili značajan porast DMY kroz prva tri pariteta, te značajan porast ISCC i značajno nižu razinu DLC u trećem paritetu u usporedbi s prva dva. Isti autori smatraju da rezultati većine studija jasno pokazuju da se porast SCC-a s progresivnim starenjem krava može pripisati većoj učestalosti trajnih oštećenja žlijezda zbog ponovljenih infekcija.

##### **6.1.1.2 Varijabilnost biokemijskih pokazatelja u plazmi i mlijeku**

Metaboličke prilagodbe koje se događaju kod životinja u laktaciji kako bi se nosile s njihovim energetske zahtjevima mogle prikriti učinak godišnjeg doba (Cerutti i sur., 2018). S druge strane, sezonski efekt ne mora uvek biti biološki uzročnik varijacija jer veliki utjecaj ima i kvalitet obroka koji može jako varirati kroz mjesece. Kako je naglašeno, metaboličke varijacije u organizmu u cilju održavanja homeostatske ravnoteže mogu se otkriti kroz promjene vrijednosti brojnih biokemijskih pokazatelja. Aktivnost aspartat aminotransferaze (AST) vrlo je važna, jer djeluje kao katalizator u povezivanju metabolizma aminokiselina i ugljikohidrata, pa sukladno tome promjene njene aktivnosti u krvi mogu biti posljedica povećane aktivnosti u stanicama (prvenstveno jetri), ali i odraz oštećenja stanične strukture (Djokovic i sur., 2017).  $\gamma$ -glutamilttransferaza (GGT) je membranski enzim u organskim stanicama s naglašenim funkcijama u sekreciji i resorpciji, a njegova vrijednost u plazmi značajna je kao znak bolesti hepatobilijarnog sustava povezanih s kolestazom i koristi se u dijagnostici bolesti jetre (Stojević i sur., 2005). U stvari koncentracija enzima plazme,

odražava enzime koji su ili u tranzitu od mjesta sinteze do mjesta djelovanja ili koji su otpušteni iz oštećenih stanica. Zabilježene vrijednosti AST u plazmi su konstantno opadale, dok su u mlijeku rasle u odnosu na paritet, dok su kroz mjesece uzorkovanja pokazivale neujednačenost ali s najvišim vrijednostima u 6. mjesecu i u plazmi i u mlijeku. Pojačanu aktivnost AST u plazmi na početku laktacije također je zabilježena od strane nekih istraživača (Mohamed, 2014; Djokovic i sur., 2017; Stojević i sur., 2005), dok značajna razlika u aktivnosti u mlijeku nije primijećena. Vrijednosti GGT-a u našem istraživanju pokazale su porast u plazmi i mlijeku, po mjesecima i po paritetima, što se slaže s nalazima Cozzi i sur. (Cozzi i sur., 2011), koji tvrde da bi učinak pariteta uočen za GGT kod zdravih krava mogao biti rezultat većeg produktivnog stresa kod višerotkinja nego kod prvototkinja. Aktivnost GGT u plazmi, u prvom proizvodnom razdoblju bila statistički veća u odnosu na ostatak laktacije (Stojević i sur., 2005), a također je prijavljeno izrazito povećanje aktivnosti GGT u mlijeku u odnosu na krvni serum, povezano s napredovanjem laktacije (Mohamed, 2014), što je u skladu sa našim opservacijama. Zanimljiva je i povezanost između aktivnosti ovih enzima i razine produktivnosti. Aktivnost AST u krvnom serumu bila je niža u krava s nižom mliječnošću (7000 kg/laktaciji) u odnosu na produktivnije (10000 kg/laktaciji), tijekom cijele laktacije, dok je aktivnost GGT bila na sličnoj razini u obje skupine, ali sa značajno višim vrijednostima, zabilježenih 200. dana u odnosu na 60. dan laktacije (Jóźwik i sur., 2012). Kao i kod naših rezultata, nalazi Liu i sur. (2012) su: da u usporedbi s krvnom plazmom, aktivnosti AST ( $p < 0,001$ ) u mlijeku bile su značajno niže, dok su aktivnosti GGT bile značajno više ( $p < 0,001$ ), uz značajnu pozitivnu korelaciju između aktivnosti enzima u mlijeku i krvnoj plazmi (AST,  $r = 0,341$ ,  $p < 0,001$ ; GGT,  $r = 0,628$ ,  $p < 0,001$ ). Utvrđene razine glukoze u plazmi pokazale su različite razine po paritetima i mjesecima, dok su razine u mlijeku bile niže u kasnijim laktacijama, ali je zabilježen porast tijekom mjeseci uzorkovanja. Iako neki autori smatraju da je glukoza nedovoljno pouzdan pokazatelj energetskeg statusa zbog svoje homeostatske regulacije (Cozzi i sur., 2011), ipak je uočen utjecaj pariteta i godišnjeg doba. Niža koncentracija glukoze uočena zimi i u proljeće sugerira da je glukoneogeneza manje učinkovita u povećanju glukoze u krvi u ovim godišnjim dobima, dok se povećanje razine glukoze u ljeto i jesen može pripisati kompenzacijskom metaboličkom odgovoru na promjene temperature i vlažnosti (Cerutti i sur., 2018). Razina glukoze u plazmi raste tijekom laktacije kod krava (Andjelić i sur., 2022), a starije krave imaju bolju sposobnost održavanja homeostaze glukoze (Puppel i Kuczyńska, 2016). Neadekvatna opskrba glukozom dovodi do pretjerane mobilizacije masnih rezervi, oslobađajući abnormalne koncentracije neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) i zbog nepotpune ili

djelomične oksidacije povećava koncentraciju ketonskih tijela (prvenstveno BHB) tijekom rane laktacije (Wankhade i sur., 2017). Razina BHB usko je povezana s energetske statusom krave i mobilizacijom rezervi masti kao posljedicom negativne energetske bilance (NEB). Povišene koncentracije većinom su zabilježene u proljeće (vezano uz kvalitetu hrane), a češće su kod višerotkinja i na početku laktacije (Benedet i sur., 2019), što koincidira s našim vrijednostima koje su padale tijekom mjeseci. I vrijednost TGC se smanjivala tijekom mjeseci, a moguće objašnjenje je da bi to moglo biti povezano s povećanjem inzulinske rezistencije, jer tijekom kasnog razdoblja laktacije (koje se obično poklapa s visokom trudnoćom) broj ukupnih inzulinskih receptora opada, a inzulinska stimulacija lipogeneze postaje neučinkovita (Cerutti i sur., 2018). Vrijednosti ureje, proteina i albumina u plazmi, povećavale su se kroz paritete, dok je albumin pokazao pad kroz mjesece uzorkovanja. To je u skladu sa nalazom Cozzi i sur. (2011) koji smatraju da su vrijednosti proteina i njegovih frakcija veće kod starijih krava, dok sezonsku razliku u koncentraciji proteina i albumina tumače kao metabolički odgovor na povećanje ambijentalne temperature, povećavajući globulinsku frakciju. Oni smatraju da toplinski stres povećava katabolizam aminokiselina, od kojih bi neke mogle biti porijeklom iz proteina u mišićnom tkivu. Povećane vrijednosti ureje pronađene su u proljeće, ljeto i jesen, što upućuje na veću iskorištenost aminokiselina kroz mobilizaciju mišića kao izvora energije u usporedbi sa zimom (Cerutti i sur., 2018). Koncentracija ureje u krvi značajan je pokazatelj opskrbe dušikom i energijom putem obroka dobar je pokazatelj katabolizma proteina. Smanjenje se događa kod manjka proteina u obroku, osobito ako je popraćeno energetske manjkom. Povećanje koncentracije ureje u krvi javlja se kod viška proteina u obroku, uz apsolutni ili relativni nedostatak energije (Radovic i sur., 2011). Preživači ponovno izlučuju ureu u slinu i gastrointestinalni trakt, gdje je mikroorganizmi buraga ugrađuju u proteine (Kessell, 2015). Koncentracija ureje u krvi brzo se uravnotežuje s drugim tjelesnim tekućinama, uključujući mlijeko, jer može proći kroz sekretorne stanice mliječne žlijezde, što je u skladu sa našim rezultatima usporedbe razina u plazmi i mlijeku po paritetima i mjesecima. Vrijednosti Ca je ustanovljena na različitim razinama po paritetu (u plazmi i mlijeku) i mjesecu (u plazmi), dok se vrijednost povećavala u mlijeku tijekom mjeseci uzorkovanja. To je u skladu s opažanjem da se prosječna koncentracija Ca u mlijeku povećava tijekom laktacije (Nantapo i Muchenje, 2013; Djoković i sur., 2019). Sadržaj Fe u plazmi se smanjivao s redom pariteta, ali je koncentracija u mlijeku rasla tijekom mjeseci.

### **6.1.1.3 Varijabilnost hematoloških pokazatelja**

Općenito, hematološki profil je važan pokazatelj fizioloških promjena u životinja. Na primjer, broj leukocita i eritrocita, hematokrit i hemoglobin važni su pokazatelji zdravlja i proizvodnje životinja. Prema literaturi, sve vrijednosti ispitivanih hematoloških pokazatelja bile su unutar referentnih granica (Kessell, 2015). Kod goveda je brzina sedimentacije eritrocita vrlo spora, čak i kod životinja s aktivnim upalnim bolestima, i glavna masa eritrocita taloži se u intervalu između 2- 24 sata (Dzitsiuk i Kovtun, 2019). Tijekom upalnih procesa povećava se sadržaj proteina u krvnoj plazmi, pa taložeći se na površini eritrocita, smanjuju njihov negativni naboj, što povećava brzinu sedimentacije (Ivanyuk i sur., 2021). Uočeno povećanje razine proteina u plazmi povezano s paritetom bilo je povezano s uočenim povećanjem brzine sedimentacije kod ispitivanih životinja. Hemoglobin (HGB) je respiratorni protein eritrocita, koji sadrži hem grupu u kojoj se nalazi atom željeza. Koncentracija HGB ima tendenciju da bude viša kod mlađih životinja u odnosu na vrijednost kod starijih (Yaquub i sur., 2013). Hematokrit (HTC) je omjer volumena eritrocita u krvi, i također je povezan sa sadržajem Fe u eritrocitima (kod nedostatka je smanjen jer eritrociti imaju manju zapreminu). Zabilježena vrijednost HTC opadala je i kroz laktaciju i kroz mjesece, što se podudara s nalazima Mekroud i sur. (2021), koji su utvrdili značajno niže razine tijekom ljeta i zime u usporedbi s proljećem i jeseni. Sezonske promjene u okolišu utječu i na fiziološke reakcije životinja, pa su promjene hematoloških pokazatelja kao što su ukupan broj eritrocita, hematokrit, koncentracija hemoglobina i ukupni broj leukocita pokazatelji prilagodbe na nepovoljne uvjete okoliša, a koriste se za ocjenu stres i dobrobit životinja. U skladu sa tim, u našim rezultatima je smanjenje Fe u plazmi, sa porastom broja laktacija, bilo praćeno smanjenjem vrijednosti HGB i HTC u krvi ispitivanih životinja, dok je po mjesecima uzorkovanja najniži nivo Fe u plazmi bio povezan sa najnižim nivoom HGB u 6. mjesecu kontrole, dok su vrijednosti RBC i HTC redom opadale kroz mjesece.

### **6.1.2 Kovarijabilnost ispitivanih pokazatelja**

Razumijevanje uvjeta u podlozi razvoja mastitisa korištenjem biokemijskih pokazatelja krvi i mlijeka za procjenu zdravlja životinja poboljšat će prevenciju bolesti. Poznavanje korelacija između svojstava od praktične je važnosti za praćenje zdravstvenog stanja životinja a pronalaženje odgovarajućih odnosa između ovih pokazatelja pojedinačno u krvi i mlijeku ključno je za razumijevanje zdravstvenog i proizvodnog statusa životinja. Koeficijenti

korelacije između broja somatskih stanica (normalnih i transformiranih) i biokemijskih pokazatelja u plazmi i mlijeku bili su viši u odnosu na dnevni sadržaj laktoze, što ukazuje na jaču povezanost s brojem somatskih stanica nego s sadržajem laktoze. Aspartat aminotransferaza (AST) i  $\gamma$ -glutamil transferaza (GGT) važni su katabolički enzimi koji igraju važnu ulogu u funkciji jetre životinja, a disfunkcija jetre često je povezana s mastitisom. Nađena je umjerena negativna korelacija između SCC i AST ( $r = -0,339$ ;  $p = 0,004$ ), te GGT ( $r = -0,247$ ;  $p = 0,038$ ) u plazmi; s čak jačom vezom s ISCC, za AST ( $r = -0,494$ ;  $p < 0,001$ ), za GGT ( $r = -0,356$ ;  $p = 0,002$ ). Utvrđene korelacije upućuju na pad AST i GGT u plazmi u slučaju porasta SCC-a, odnosno pojave mastitisa. Neke studije otkrile značajan porast aktivnosti AST u serumu kod mastitičnih krava u usporedbi s naizgled zdravim kravama, te ove povišene razine mogu biti indikativne za oštećenje stanica, osobito u jetri i miokardu, i naknadno curenje staničnih enzima u serum (Amany i Dina, 2008; Al-autaish i sur., 2018). Sukladno tome, promjene njihove aktivnosti u krvi i mlijeku mogu biti posljedica njihove povećane aktivnosti u stanicama (prvenstveno jetre), ali i odraz oštećenja stanične strukture. Broj somatskih stanica pozitivno je korelirao s koncentracijom AST u mlijeku ( $r = 0,398$ ;  $p = 0,001$ ) i GGT u mlijeku ( $r = 0,336$ ;  $p = 0,004$ ), što ukazuje na porast kataboličkih enzima u mlijeku životinja s povećanim brojem somatskih stanica. U skladu sa tim, neki autori su izvijestili da je dinamika razina aktivnosti AST u mlijeku viša od onih pronađenih u krvnom serumu (Batavani i sur., 2003; Liu i sur., 2012), te se sugerira da je glavni izvor AST u mlijeku, sekretorne stanice mliječne žlijezde. Nađena umjerena pozitivna korelacija između SCC i glukoze u plazmi ( $r = 0,329$ ;  $p = 0,005$ ) i triglicerida ( $r = 0,226$ ;  $p = 0,059$ ), ukazuje na povećanje koncentracije glukoze i triglicerida u plazmi ako se SCC poveća. Najveći i pozitivni korelacijski koeficijent utvrđen je između dnevnog udjela laktoze i glukoze u mlijeku ( $r = 0,307$ ;  $p = 0,009$ ), što ukazuje na istovremenu fluktuaciju. Utvrđena je negativna korelacija između glukoze u mlijeku u odnosu na SCC ( $r = -0,399$ ;  $p = 0,001$ ) i ISCC ( $r = -0,510$ ;  $p < 0,001$ ), a moguće objašnjenje je da se glukoza iz mlijeka prenosi u izvanstanični prostor kako bi se održala osmotska ravnoteža između izvanstanične okoline i mlijeka kada tijelo pati od mastitisa (Hu i sur., 2021). Osim toga, hipoglikemija može biti posljedica nakupljanja imunoloških stanica na mjestu infekcije, što smanjuje dostupnost glukoze u lokalnom području. Tijekom upale, zahtjevi imunološkog sustava za glukozom mogu se povećati do razina sličnih onima koje su potrebne za visoke prinose mlijeka (Habel i Sundrum, 2020). Upala mliječne žlijezde uzrokuje značajan porast koncentracije glukoze u krvnoj plazmi unatoč prilično značajnom smanjenju ekstrakcije glukoze iz mliječne žlijezde, a može se smatrati zaštitnim mehanizmom zbog podržane povećane energetske potrebe

imunološkog sustava mliječne žlijezde (Silanikove i sur., 2014). Viši negativni korelacijski koeficijent pronađen između SCC i albumina u mlijeku ( $r = -0,235$ ;  $p = 0,047$ ) u usporedbi s albuminom u plazmi ( $r = -0,038$ ;  $p = 0,751$ ) u skladu je s tvrdnjama da, iako je glavno mjesto sinteze albumina u jetri i da on ulazi u mlijeko curenjem kroz epitelni uski spoj iz krvotoka, glavni izvor povećanja sadržaja albumina u mlijeku u upalnim stanjima je sama žlijezda (Batavani i sur., 2007). Značajno ( $P < 0,05$ ) niža razina albumina zabilježena je u subkličički ( $2,44$  g/dl) i klinički ( $2,31$  g/dl) zaraženih životinja nego u životinja kontrolne skupine ( $2,94$  g/dl) (Singh i sur., 2014).  $\alpha$ -laktalbumin je dio laktoze sintetaze, a njegovo smanjenje, posebno s većim brojem leukocita, slaže se sa smanjenom sintezom laktoze tijekom mastičnih stanja (Haenlein i sur., 1973). Najveći utvrđeni (negativni) korelacijski koeficijent utvrđen je između SCC i koncentracije Fe u plazmi ( $r = -0,605$ ;  $p < 0,001$ ). Također su utvrđene umjerene korelacije između dnevnog sadržaja laktoze i Fe u mlijeku ( $r = 0,269$ ;  $p = 0,022$ ), te umjerene negativne korelacije između SCC i Fe u mlijeku ( $r = -0,277$ ;  $p = 0,019$ ), što ukazuje na smanjenje Fe u slučaju mastitisa. Serumske razine nekih minerala otkrivaju da subkličički mastitis uključuje smanjenje koncentracije željeza od  $9,9 \pm 0,8$  u usporedbi s kontrolom od  $18,6 \pm 1,4$  (Al-autaish i sur., 2018). Ograničenje dostupnosti Fe (hipoferemija) predstavlja jedan od antimikrobnih obrambenih mehanizama. Ganz (2018) je izvijestio da je uobičajeni mehanizam hipoferemije tijekom upale povećanje hepcidina uzrokovano citokinima, što smanjuje koncentraciju feroportina i time smanjuje fluktuaciju željeza u izvanstaničnu tekućinu. Utvrđena je slaba ili zanemariva povezanost između dnevnog sadržaja laktoze, SCC i ISCC u mlijeku i svih analiziranih hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi.



## 6.2 Varijabilnost ispitivanih pokazatelja ovisno o indikatorima pojavnosti mastitisa

Efekti faze laktacije, pariteta i mjeseci mjerenja, koji su uzeti u obzir u statističkom modelu, pokazali su statističku značajnost ( $P < 0,01$ ). Najviša procijenjena srednja vrijednost aspartat amino transferaze (AST) u plazmi utvrđena je kod zdravih životinja, za oba načina ocjenjivanja mastitisa. Najniža procijenjena vrijednost AST, sa značajnom razlikom ( $P < 0,05$ ), zabilježena je kod krava sa mastitisom (bodovano u skladu sa brojem somatskih stanica - SCC  $> 400.000$ ). Nasuprot tome, procijenjene srednje vrijednosti AST u uzorcima mlijeka nisu se značajno razlikovale ( $P > 0,05$ ), ali je interesantno da su najniže vrijednosti utvrđene kod zdravih životinja. U nekim studijama utvrđena je značajna pozitivna veza između AST i razvoja kliničkih formi mastitisa, ali bez razlika između zdravih i krava sa subkliničkim mastitisom (Moyes i sur., 2009), te isti autori naglašavaju da niska specifičnost AST može utjecati na korisnost upotrebe za procjenu rizika od mastitisa, te treba uključiti i druge pokazatelje. Puppel i Kuczynska (2016) navode da promjene aktivnosti AST mogu biti posljedica njihove povećane aktivnosti u stanicama ali i rezultat oštećenja strukture stanica, što je utvrđeno i od strane Batavani i sur. (2003), koji su izdvojili značajnu količinu AST iz homogenata zdravog tkiva mliječne žlijezde te su sugerirali da su glavni izvor AST u normalnom i mastitičnom mlijeku sekretorne stanice, a što je u skladu sa našim nalazom. Također su Tuskano i Suzuki (2020) ispitivali utjecaje funkcije jetre na upalne biokemijske markere seruma kod krava s akutnim mastitisom i utvrdili su da nema značajnijih razlika u serumskim aktivnostima AST ili GGT u vezi sa funkcijom jetre. Slično vrijednostima AST u plazmi, značajno ( $P < 0,05$ ) najniža vrijednost GGT primijećena je kod istih životinja (SCC  $> 400.000/ml$ ) a u odnosu na DLC je bila niža kod životinja u riziku, dok su najveće vrijednosti GGT u mlijeku utvrđene kod zdravih (DLC  $\geq 4,5\%$ ) i životinja u riziku od mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml). Mada neki autori navode da su razine AST veće u mlijeku u odnosu na krvni serum (Batavani i sur., 2003), naši nalazi se slažu s nalazima Liu i sur. (2012) koji su utvrdili da su aktivnosti AST u mlijeku, u usporedbi sa krvnom plazmom, bile značajno niže, dok su aktivnosti GGT u mlijeku bile značajno veće. Povećane aktivnosti različitih enzima u mlijeku nastaju uglavnom zbog povećane propusnosti kapilara u upaljenim područjima s istjecanjem iz degeneriranih/nekrotičnih parenhimskih stanica i leukocita. Značajno ( $P < 0,05$ ) najveća vrijednost glukoze u plazmi je utvrđena u grupi sa mastitisom (SCC  $> 400.000/ml$ ), a kada je skor mastitisa definiran u skladu s dnevnim sadržajem laktoze, kod zdravih krava utvrđena je neznatno veća vrijednost glukoze u plazmi. Suprotno tome,

značajno ( $P < 0,05$ ) najniža procijenjena srednja vrijednost glukoze u mlijeku utvrđena je kod životinja s mastitisom ( $SCC > 400.000/ml$ ) dok je u odnosu na DLC također najniža vrijednost detektirana kod životinja u riziku ( $DLC < 4,5\%$ ). Inflamatorni procesi u mliječnoj žlijezdi rezultiraju značajnim porastom koncentracije glukoze u krvnoj plazmi što je posljedica relativno veće stope proizvodnje glukoze, a održavanjem visoke stope proizvodnje glukoze i smanjenjem ekstrakcije iz krvne plazme ka epitelnim stanicama mliječne žlijezde, povećana potražnja imuno sistema za energijom biva zadovoljena (Silanikove i sur., 2014). Značajan porast glukoze u krvi mastitičnih krava, mogao bi se pripisati i višim razinama kortizola, jer goveda imaju tendenciju stvaranja izražene stresne hiperglikemije (Saleh i sur., 2022). Vrijednost ureje u plazmi se nije značajno razlikovala ( $P > 0,05$ ) u pogledu mastitisa, ali je veća vrijednost utvrđena kod zdravih životinja prema sadržaju laktoze, a kod rizičnih životinja prema SCC, što se podudara sa nalazom koncentracije ureje u mlijeku. Mastitis povećava propustljivost epitelne barijere u mliječnoj žlijezdi, pa to može dovesti do prelaska komponenti krvi u mlijeko. Pokazalo se da vrijednost ukupnih proteina, i u plazmi i u mlijeku, varira u odnosu na skor mastitisa, ali razlika nije bila značajna ( $P > 0,05$ ), mada je u odnosu na SCC najveća vrijednost u plazmi zabilježena kod normalnih krava dok je u mlijeku kod iste grupe zabilježena najniža vrijednost. Ovaj nalaz je u skladu sa istraživanjem Turk i sur. (2021), koji su otkrili da većina proteina u mlijeku pokazuje povećanje u krava sa subkliničkim i kliničkim mastitisom u usporedbi sa zdravim kravama, dok je suprotan trend u serumu. Povećana količina proteina u mlijeku može se objasniti kombinacijom lokalne sinteze u mliječnoj žlijezdi i curenjem proteina iz krvi u mliječnu žlijezdu kroz barijeru, dok ukupno smanjenje količine serumskih proteina može biti uzrokovano potrošnjom tijekom sistemskog upalnog odgovora u odgovoru proteina akutne faze (APP) i/ili curenjem i transferom proteina u mliječnu žlijezdu. Albumin je pokazao neznatnu varijabilnost, ali su razine u plazmi i mlijeku zabilježene kod istih skupina životinja: najmanje kod krava u riziku od mastitisa prema sadržaju laktoze, te krava u grupi  $SCC < 200.000/ml$ , i suprotno od toga najveće su otkrivene kod krava sa  $DLC \geq 4,5\%$  i  $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ . Značajno smanjenje serumskog ukupnog proteina, albumina i globulina, kod krava sa mastitisom je prijavljeno od strane više istraživača (Krishnappa i sur., 2016; Sadek i sur., 2017; Saleh i sur., 2022), koji smatraju da je zbog povećane vaskularne propustljivosti to povezano s istjecanjem albumina i drugih serumskih proteina u mlijeko. Albumin je sistemski protein negativne akutne faze koji migrira u upaljena tkiva putem povećane vaskularne propusnosti i obavlja niz fizioloških aktivnosti, uključujući antioksidante, te se smatra markerom upala (Kaneko i sur., 2008). Tijekom odgovora akutne faze, proizvodnja albumina je potisnuta, a aminokiseline u

jetri preusmjerene su na sintezu proteina akutne faze; nadalje razgradnja albumina se ubrzava u prisutnosti povišenih glukokortikoida te stres zbog bolesti i povećani kortizol mogu rezultirati padom razine albumina u krvi (Sadek i sur., 2017). S druge strane prijavljeno je i značajno povećanje razine ukupnog proteina u slučajevima subkliničkog mastitisa u usporedbi sa zdravim životinjama, međutim sa neznčajnim povećanjem u životinja sa kliničkom formom, što bi mogla biti posljedica povišenih razina proteina akutne faze nakon upalnog odgovora u tijelu mastitičnih goveda (Sarvesha i sur., 2016). Utvrđena je neznatna ( $P > 0,05$ ) varijabilnost koncentracije triglicerida i  $\beta$ -hidroksibutirata u plazmi. U skladu sa našim vrijednostima u odnosu na SCC, Guan i sur. (2020) su prijavili da su krave sa višim SCC imale i više koncentracije BHB. Isti autori naglašavaju da iako su više koncentracije BHB povezane s rizikom od kliničkog ili subkliničkog mastitisa, bolji su pokazatelj ketoze jer uzrokuju relativno minimalne promjene u imunološkim odgovoru, te ne mogu izravno odražavati upalne procese. U skladu sa tim, Costa i sur. (Costa, Lopez-Villalobos, i sur., 2019) ističu da pošto sadržaj laktoze izravno ovisi o koncentraciji glukoze u cirkulaciji, mlijeko (sub)ketotičnih krava ima tendenciju da ima niži postotak laktoze i višu razinu BHB od zdravih životinja. Mada utvrđena varijabilnost Fe i u plazmi i u mlijeku nije bila značajna ( $P > 0,05$ ), najmanje vrijednosti zabilježene su u grupama  $DLC < 4,5\%$  i  $SCC > 400.000/ml$ , što je u skladu sa nalazima drugih autora (Erschine i Bartlett, 1993; Baydar i Dabak, 2014). Željezo, nakon adsorpcije iz probavnog sustava, prelazi u krvotok i tamo se prenosi, vezano za glikoprotein transferin, protein koji veže željezo. Ovaj protein nikada nije u potpunosti zasićen željezom i na taj način osigurava da u cirkulaciji ne ostane slobodnog željeza (Ratledge i Dover, 2000). Patogeni mikroorganizmi razvili su specijalizirane mehanizme za dobivanje željeza od domaćina tijekom infekcija, ali domaćin sisavac razvio je višestruke mehanizme urođenog imuniteta koji ograničavaju dostupnost esencijalnog hranjivog željeza infektivnim mikrobima (Ganz, 2018). Tsukano i Suzuki (Tsukano i Suzuki, 2020) naglasili su da jetra prilikom upalnih stanja, utječe na koncentraciju Fe u krvi kod krava, te su ukazali na ulogu tih biomarkera za procjenu težine akutnog mastitisa. Koncentracija Ca u plazmi, bila je značajno veća ( $P < 0,05$ ) kod rizičnih životinja u odnosu na sadržaj laktoze. Shodno tome, prema klasama SCC, najveća vrijednost Ca u plazmi utvrđena je kod krava sa SCC u granicama od 200.000 – 400.000/ml, koje su u riziku od pojave mastitisa. Što se tiče sadržaja Ca u mlijeku, značajno ( $P < 0,05$ ) najmanja vrijednost je zabilježena kod zdravih krava ( $SCC < 200.000/ml$ ), dok je u odnosu na sadržaj laktoze koncentracija bila veća, ali ne značajno ( $P > 0,05$ ), kod zdravih životinja ( $DLC \geq 4,5\%$ ). U literaturi su pronađeni suprotni navodi, tj. razine Ca u krvi i mlijeku krava sa pozitivnim nalazom mastitisa su bile značajno niže u

odnosu na zdrave životinje (Yildiz i Kaygusuzoğlu, 2005; El Zubeir i sur., 2005). Utvrđena je neznatna ( $P > 0,05$ ) varijabilnost procijenjenih srednjih vrijednosti sedimentacije nakon 8, 24 i 48 sati kao i broja leukocita u odnosu na oba načina bodovanja. Značajno ( $P < 0,05$ ) najniže vrijednosti su ustanovljene za eritrocite, hemoglobin i hematokrit kod krava sa SCC  $< 200.000/\text{ml}$ , dok su u odnosu na sadržaj laktoze, neznatno veće vrijednosti pronađene kod normalnih ( $\text{DLC} \geq 4,5\%$ ). Mnogi istraživači izvijestili su niže vrijednosti hematoloških pokazatelja, kao što su RBC, HGB i HTC u krava oboljelih od mastitisa nego kod zdravih, dok je broj WBC bio viši (Zannatul i sur., 2015; Tripathy i sur., 2018; Rathaur i sur., 2020; Ramesh i sur., 2021), što je u skladu sa našim procijenjenim srednjim vrijednostima u odnosu na dnevni sadržaj laktoze.

### 6.3 Rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa

Čimbenici poput sezone, veličine stada, sustava držanja, prosječnog prinosa mlijeka po kravi, broja somatskih stanica u mlijeku, mogu biti povezani i s patogenima koji uzrokuju mastitis, te sa stopom incidencije slučajeva kliničkih mastitisa u mliječnim stadima (Tomazi i sur., 2018). Stopa laktoze u mlijeku sama po sebi može djelovati kao pokazatelj zdravlja mliječne žlijezde, budući da je osjetljivija na povećanja SCC od drugih komponenti, a to je posljedica propuštanja krvno-mliječne barijere, kao i smanjene sposobnosti sinteze sekretornih stanica (Nóbrega i Langoni, 2011). Znači prisutnost intramamarnih upalnih procesa dovodi do smanjenja proizvodnje laktoze u epitelnim stanicama mliječne žlijezde, kao i povećanja propusnosti uskih spojeva između alveolarnih epitelnih stanica, što rezultira gubitkom laktoze i njenim prelaskom u krvotok. Costa i sur. (Costa, Lopez-Villalobos, i sur., 2019) iznose podatak da su krave s udjelom laktoze od  $\leq 4,553\%$  imale veću stopu oštećenja zdravlja u usporedbi s kravama s udjelom laktoze od  $\geq 5,045\%$ . Također navode da je subklinički mastitis genetski povezan s laktozom u mlijeku, te da su produktivnije krave genetski osjetljivije na mastitis od manje produktivnih krava. Povećanje broja somatskih stanica i smanjenje koncentracije laktoze izravno su povezani s prisutnošću uzročnika subkliničkog mastitisa goveda, a promjene u postotku laktoze mogu nastati ne samo zbog oštećenja sekretornih stanica uzrokovanih upalom i infekcijom, nego i zbog korištenja mlijeka kao supstrata za rast subkliničkih uzročnika mastitisa (Antanaitis i sur., 2021).

Iz rezultata je vidljivo da se pojavnost i rizik pojavnosti mastitisa, ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze, te prema broju somatskih stanica povećava sa brojem pariteta kod obje pasmine, što je u suglasnosti sa brojnim autorima. Kod holstein pasmine vrijednosti za oba načina vrednovanja su na nešto većem nivou u odnosu na simental pasminu. Znači sadržaj laktoze se smanjuje, dok broj somatskih stanica ima tendenciju povećanja sa porastom broja pariteta (Antanaitis i sur., 2021; Costa i sur., 2019). Prevalencija mastitisa raste s povećanjem broja laktacija, vjerojatno kao posljedica pogoršavanja imuno sustava organizma, anatomskih promjena u vimenu i sisama te opetovane izloženosti postupcima mužnje (Girma i Tamir, 2022).

Što se tiče stadija laktacije, iz tablica je vidljivo da se pojavnost i rizik pojavnosti mastitisa, ovisno o klasama DLC i SCC, nešto veći u prvom stadiju laktacije, te slijedi nagli pad u drugom stadiju da bi se postepeno povećavao kako laktacija napreduje te dostizao maksimum na kraju laktacije, kod obje pasmine. Kod holstein pasmine, vrednovano klasama DLC, vrijednosti u prvom stadiju laktacije su mnogo veće od vrijednosti nego kod simental

pasmine, te dostižu sličnu vrijednost u kasnijem stadiju. U odnosu na SCC, kod obje pasmine je sličan obrazac, mada su vrijednosti nešto veće za holstein pasminu. Sličan obrazac je zabilježen i u literaturi, pa tako po navodima Sharma i sur. (2018) životinje u kasnoj fazi laktacije pokazale su visoku stopu prevalencije mastitisa nakon čega slijede u rana pa srednja faza laktaciji, a to bi mogla biti posljedica činjenice da je ovo razdoblje osjetljivije na infekcije. Vjerojatnost mastitisa u mliječnih krava bila je 1,59 puta veća u ranoj laktaciji nego u srednjoj i kasnoj laktaciji, ali je u razdoblju involucije mliječne žlijezde i prevalencija mastitisa bila češća (Girma i Tamir, 2022). U istraživanju Goncalves i sur. (2022), stopa incidencije (prvi slučaj bolesti) bila je veća u starijih krava (paritet  $\geq 3$ ) i tijekom prvih 100 dana laktacije. Također je istaknuto da je veća je vjerojatnost da će krave prvog i drugog pariteta u ranoj laktaciji ostati u stadu nakon dijagnoze bolesti u usporedbi sa starijim kravama i kravama u kasnijim fazama laktacije. Mada većina starijih krava kojima je dijagnosticiran mastitis u kasnijoj laktaciji budu izlučene su prije završetka laktacije.

Rizik pojavnosti mastitisa ovisno o klasama DLC, u rezultatima istraživanja je najveći u jesenjim mjesecima kontrole, dok su najniže vrijednosti tokom proljeća za obje pasmine. Kod krava holstein pasmine su tokom ljeta zabilježene nešto veće vrijednosti u odnosu na zimske mjesece kontrole, dok su kod krava simentalske pasmine vrednosti nešto veće zimi u odnosu na ljetni period. Vrijednosti su na sličnim nivoima za obje pasmine. Pojavnost i rizik pojavnosti mastitisa, prema SCC, kod krava holstein pasmine je najniži u proljeće, te najviši u jesen (SCC = 200.000 – 400.000/ml) odnosno u ljeto (SCC > 400.000/ml). Kod krava simentalske pasmine najniže vrijednosti su zabilježene tokom ljetnih mjeseci kontrole, te najviši zimi (SCC = 200.000 – 400.000/ml) odnosno u proljeće (SCC > 400.000/ml). Kod obje pasmine su veće vrijednosti kod grla kod kojih je SCC > 400.000/ml u odnosu na krave u riziku (SCC = 200.000 – 400.000/ml). U literaturi su navedeni različiti nivoi DLC i SCC po sezonama, te pojavnosti mastitisa što je razumljivo zbog izrazite varijabilnosti čimbenika koji imaju utjecaj (različite klimatske zone, način i uslovi držanja, kvalitet ishrane, prilagođenost, utjecaj pasmine ...). U istraživanju Nobrega i Langoni (2011) je ustanovljeno da su krave imale višu razinu laktoze u suhoj nego u kišnoj sezoni. Incidencija mastitisa bila najveća tijekom rane jeseni ili zime i kišne sezone, a rizik od mastitisa tijekom zimskog teljenja može se objasniti slobodnim i otvorenim smještajem koji se koristio na farmi, čime se povećava rizik od infektivnih agenasa u stelji krava (Sharma i sur., 2018). Mjeseci sa najvišim temperaturama i vlagom u okolišu, što je kombinacija koja pogoduje toplinskom stresu kod mliječnih krava, povećavaju rizik od intramamarnih infekcija, osobito onih uzrokovanih patogenima iz okoliša (Tomazi i sur., 2018). Čimbenik koji može pridonijeti objašnjenju

varijacija u mjesečnoj proizvodnji mlijeka i sadržaju laktoze u zavisnosti od godišnjih doba je toplinski stres koji utječe na krave u laktaciji ljeti i u jesen (Haygert-Velho i sur., 2018). U istraživanju provedenom u Brazilu, kod holstein pasmine je niži postotak laktoze zabilježen tokom ljeta i jeseni, sukladno većem SCC u istom (Weber i sur., 2020). Pored toga, sezona ima izraziti utjecaj na sastav i kvalitet mlijeka. U radu Weber i sur. (2020) je utvrđeno da je zimi i u proljeće mlijeko bilo višega kvaliteta, dok su u vreljim mjesecima ljeta i jeseni kvalitet i raspoloživost krme i učestalost mastitisa (povećan SCC) negativno uticali na kvalitet mlijeka. Neke studije također su pokazale da je među godišnjim dobima ljeto najkritičnije vrijeme za pojavu uzročnika subkliničkog mastitisa u uzorcima mlijeka, mada mogu biti povezani sa sustavima upravljanja ishranom i smještajem tijekom različitih godišnjih doba (tijekom sezone na otvorenom vjerojatnije je da će mlijeko sadržavati veće udjele bakterija iz okoliša) (Antanaitis i sur., 2021).

Najveći rizik pojavnosti i pojavnost mastitisa (DLC i SCC), je kod gazdinstava koja imaju do 5 grla u kontroli mliječnosti, te on opada sa povećanjem stada za obje pasmine, što je u skladu sa navodima iz literature. Istraživanje koje je obuhvatilo više od 70% populacije mliječnih krava u Sjedinjenim Državama pokazalo je da je mala veličina stada (30-99 krava) povezana s većom prevalencijom bilo koje bolesti unutar stada, uključujući mastitis (Hill i sur., 2009). Učestalost subkliničkog mastitisa koja je bila je veća u malim stadima u usporedbi s farmama sa srednjim i velikim stadima je prijavljena i od strane Fesseha i sur. (2021), koji smatraju da bi to vjerojatno moglo biti zbog male pažnje koja se pridaje upravljanju kravama kada je farma mala.

Iz rezultata je uočljivo da su krave holstein pasmine imale nešto veće vrednosti rizika pojavnosti i pojavnost mastitisa u odnosu na krave simentalske pasmine. Utjecaj pasmine na prevalenciju mastitisa je potvrđen i od strane drugih autora. Krave holstein pasmine imale veće povećanje SCC u usporedbi s kravama Jersey pasmine, što se tumači razlikama između pasmina krava u nekim aspektima imunološkog odgovora (Nóbrega i Langoni, 2011), kao što je primijećeno i u drugim studijama. Prevalencija mastitisa raste usporedno s razvojem novih visoko mliječnih pasmina krava (Sharma i sur., 2018). Značajno veća infekcija vimena otkrivena je kod Jersey krava i krava križanaca nego kod autohtonih pasmina, dok su krave holstein pasmine, podložnije mastitisu zbog veličine vimena, položaja sise i anatomije sisnog kanala (Fesseha i sur., 2021). Isti autor navodi da su visoko-proizvodna mliječna goveda osjetljivija na upalu vimena od nisko-proizvodnih krava, zbog posljedica mogućnosti ozljeda za koje je vjerojatnije da će se dogoditi kod većih vimena i to stvara predispoziciju vimena za infekciju jer stvara ulaz patogena, a stres zbog velike količine mlijeka također može

poremetiti obrambeni sustav krave. U meta-analizi Girma i Tamir (2022) je ustanovljen utjecaj pasmine, broja pariteta te stadija laktacije na pojavnost mastitisa. Autori tvrde da su križane krave imale 2,17 puta veću vjerojatnost da će imati mastitis od krava lokalnih pasmina. To može biti zato što na prevalenciju mastitisa utječu različite nasljedne karakteristike kao što su sposobnost proizvodnje mlijeka, karakteristike sisa i oblik vimena, te genetska sposobnost pasmine da se odupre bolestima, poteškoćama u prilagodbi na novu okolinu i anatomskom veličinom vimena u križanaca koje je ogromno i lako se zarazi bakterijskim uzročnicima.



#### 6.4 Utjecaj pojavnosti mastitisa pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti

Utjecaj rizika pojavnosti mastitisa, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa, sukladno dnevnom sadržaju laktoze  $< 4,5\%$ , te broju somatskih stanica 200.000/ml – 400.000/ml, dobiven je temeljem procijenjenih dnevnih količina mlijeka, te razlikama pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, u populaciji krava holstein i simentalske pasmine. Utjecaj pojavnosti mastitisa, kod krava s utvrđenim mastitisom, sukladno broju somatskih stanica  $> 400.000/ml$ , dobiven je temeljem procijenjenih dnevnih količina mlijeka, te razlikama pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, u populaciji krava holstein i simentalske pasmine.

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ), ovisno o redosljedu laktacije, pokazale su najmanje razine u skupinama prve laktacije, te najveće u skupinama treće laktacije, kod krava obje pasmine. Sadržaj laktoze se smanjuje s redosljedom laktacija, dok prinos mlijeka raste kod krava holstein pasmine (Costa i sur., 2020). Učestalost krava simentalske pasmine s utvrđenim zdravstvenim poremećajima povećava se s porastom broja laktacija, nasuprot trendu sadržaja laktoze koji se smanjuje, te su starije krave sklonije obolijevanju (Costa, Egger-Danner, i sur., 2019).

Najniže razine DKM, zabilježene su u inicijalnoj (D-0) kontroli mliječnosti u svim laktacijskim skupinama krava holstein pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-4 kontroli mliječnosti u skupini krava 1. 2. i 3 laktacije, te u A-1 kontroli u skupini krava  $\geq 4$ . laktacija, krava holstein pasmine. Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ), pokazuju postepen rast razina DKM tijekom narednih kontrola mliječnosti u skupinama 1., 2. i 3. laktacije. Nadalje, kod krava u skupini  $\geq 4$ . laktacija, povećanje razina DKM prisutno je već u A-1 kontroli, te opada u narednim kontrolama. Sukladno tome, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ) između A-1 i D-0 kontrole mliječnosti zabilježene su u svim laktacijskim skupinama, nadalje između A-4 i A-3 kontrole, te značajno negativna razlika ( $p < 0,001$ ) između A-2 i A-3 kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalske pasmine, najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u skupini 1. laktacije, te u A-4 kontroli u ostalim laktacijskim skupinama, nadalje najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli u svim laktacijskim skupinama. Krave simentalske pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ), pokazuju naglo povećanje razina DKM već u A-1 kontroli mliječnosti, te pad razina u narednim kontrolama u svim laktacijskim skupinama. Sukladno tome, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ) između A-1 i D-0 kontrole mliječnosti zabilježene su u svim laktacijskim skupinama, te su ostale razlike negativne, sa različitom statističkom značajnošću.

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), ovisno o redosljedju laktacije, pokazale su najmanje razine u skupinama prve laktacije, te najveće u skupinama treće laktacije, kod krava obje pasmine.

Najniže razine DKM, zabilježene su u inicijalnoj (D-0) kontroli, odnosno najviše razine DKM, zabilježene su u A-4 kontroli mliječnosti u svim laktacijskim skupinama, kod krava obje pasmine. Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), pokazuju postepeno povećanje DKM tokom narednih kontrola mliječnosti u svim laktacijskim skupinama. Povećanje razina raste kod krava u skupinama od 1. do 3. laktacije, te je rast razina najmanji u skupini krava  $\geq 4$ . laktacije. Kod krava simentalske pasmine, povećanje razina DKM je najizraženije kod krava u skupini 1. laktacije, te je kod ostalih laktacijskih skupina dosta niže. Sukladno tome, sve zabilježene razlike između kontrola mliječnosti su pozitivne, te vrlo visoko signifikantne ( $p < 0,001$ ), između A-1 i D-0 kontrole mliječnosti, u svim laktacijskim skupinama, kod krava obje pasmine. Negativne razlike zabilježene samo između A-2 i A-1 kontrole mliječnosti kod krava simentalske pasmine u skupinama 2., 3. i  $\geq 4$ . laktacija, ali bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ).

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), ovisno o redosljedju laktacije, pokazale su najmanje razine u skupinama krava prve laktacije, te najveće u skupinama treće laktacije, kod krava holstein pasmine, odnosno najmanje razine u skupinama krava prve laktacije, te najveće u skupinama krava druge laktacije, kod krava simentalske pasmine.

Najniže razine DKM, zabilježene su u inicijalnoj (D-0) kontroli mliječnosti u svim laktacijskim skupinama, kod krava obje pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-2 kontroli mliječnosti u skupinama krava 1. 2. i 3 laktacije, te u A-1 kontroli u skupini krava  $\geq 4$ . laktacija, krava holstein pasmine. Kod krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), zabilježen je postepen rast razina DKM do A-2 kontrole mliječnosti u skupinama krava 1., 2. i 3. laktacije. Nadalje, u skupini krava  $\geq 4$ . laktacija, povećanje razina DKM prisutno je već u A-1 kontroli, te opada u narednim kontrolama. Kod krava simentalske pasmine, najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli kod skupine krava 3. laktacije, te u A-4 kontroli, u ostalim laktacijskim skupinama. Značajno pozitivna razlika ( $p < 0,001$ ) između A-1 i D-0 kontrole mliječnosti zabilježena je u svim laktacijskim skupinama, kod obje pasmine. Ostale razlike, u svim laktacijskim skupinama kod krava holstein i simentalske pasmine, nisu pokazale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ). Krave u mastitisu, s većim brojem laktacija, imaju tendenciju veće proizvodnje (Seegers i sur., 2003), što je u suglasju sa zabilježenim razinama DKM, koje su najveće u trećoj laktaciji. Manje razine DKM, kod

krava u skupinama  $\geq 4$ . laktacija, se mogu objasniti anatomskim promjenama vimena, kako navode i drugi autori (Girma i Tamir, 2022).

Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC i SSC) u skupini 1. laktacije, pokazuju isti obrazac razina DKM: rast razina tijekom svih sukcesivnih kontrola. Obrazac je isti i kod krava kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC), te mastitis (sukladno SCC), u skupini  $\geq 4$ . laktacija: rast razina DKM zabilježen je u A-1 kontroli, te slijedi pad razina u narednim sukcesivnim kontrolama. Krave simentalske pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno SSC), te mastitis (sukladno SCC), u skupinama 2. i 3 laktacija, pokazuju isti obrazac razina DKM: rast razina tijekom svih kontrola, s beznačajnim padom u A-2 kontroli. Kod krava obje pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC) u skupini  $\geq 4$ . laktacija, pokazuju isti obrazac razina DKM: rast razina zabilježen je u A-1 kontroli, te slijedi pad razina u narednim sukcesivnim kontrolama. Kod krava obje pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno SCC) u skupini 1. laktacije, pokazuju isti obrazac razina DKM: rast razina zabilježen je u svim sukcesivnim kontrolama

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ), ovisno o sezoni kontrole, pokazale su najmanje razine u jesenjim mjesecima, te najveće u proljeće, kod krava holstein pasmine, odnosno najmanje u zimskim mjesecima, te najveće u ljeto, kod krava simentalske pasmine. Kod krava holstein pasmine, niži sadržaji masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku, zabilježeni u proljeće, mogu se objasniti visokim prinosom mlijeka u toj sezoni u odnosu na ostale sezone. (Kul i sur., 2019). Nadalje, u nekim istraživanjima, niske razine laktoze bile su povezane s jesenjom sezonom dok su visoke razine pokazale povezanost sa proljetnom sezonom, te nije bilo povezanosti s pasminom (Alessio i sur., 2016).

Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u svim sezonama, kod krava holstein pasmine, nadalje najviše razine DKM, zabilježene su u A-2 kontroli mliječnosti u jesenjoj sezoni, te u A-4 kontroli u ostalim sezonama. Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC  $< 4,5\%$ ) u proljeće, pokazuju rast razina DKM tijekom svih narednih kontrola, nadalje kad je rizik od mastitisa utvrđen u jesen, rast razina DKM zabilježen je u A-1 i A-2 kontroli, te slijedi pad razina u naredne dvije kontrole. Kod krava holstein pasmine, kod kojih je rizik od mastitisa ustanovljen tokom zime i ljeta, razine u narednim kontrolama neujednačeno variraju. Najniže razine DKM, zabilježene su u A-4 kontroli u jesenjoj i zimskoj sezoni, te u D-0 kontroli u proljeće i ljeto, kod krava simentalske pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli u svim sezonama, kod krava simentalske pasmine. Trend razina DKM, kod krava simentalske pasmine, u svim sezonama pokazuje isti obrazac:

nakon početnog povećanja slijedi postepeni pad razina, osim kod krava kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) u ljeto, gde su prisutne manje varijacije. Sukladno trendu razina, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u svim sezonama, kod obje pasmine, te značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su i između A-4 i A3 kontrole tokom zime, proljeća i ljeta, kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalke pasmine, značajno negativne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-3 i A-2 kontrole tokom jesenje sezone, te između A-4 i A-3 kontrole tokom proljeća, odnosno u zimskim mjesecima kontrole, posle zabilježene početne pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), naredne razlike su značajno negativne ( $p < 0,001$ ).

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $SCC \equiv 200.000 - 400.000/ml$ ), ovisno o sezoni kontrole, pokazale su najmanje razine u jesenjim mjesecima, te najveće u proljeće, kod krava holstein pasmine, odnosno najmanje u zimskim mjesecima, te najveće u ljeto, kod krava simentalke pasmine. Niže razine DKM, zabilježene u zimskim mjesecima su u skladu sa tvrdnjom da je učestalost mastitisa veća zimi kada se krave drže u zatvorenom nego ljeti kada su krave na pašnjaku (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984).

Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u svim sezonama, kod obje pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-3 kontroli mliječnosti u jesenjoj sezoni, te u A-4 kontroli u ostalim sezonama, kod krava holstein pasmine, odnosno u A-3 kontroli tokom ljeta i jeseni, te u A-4 kontroli tokom zime i proljeća, kod krava simentalke pasmine. Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) u zimu i proljeće, zabilježen je dalji rast razina u narednim kontrolama mliječnosti, te što se tiče jeseni i ljeta trend je uglavnom pozitivan. Trend razina DKM, kod krava simentalke pasmine, uglavnom je pozitivan. Sukladno tome, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u svim sezonama, kod krava obje pasmine, te značajno pozitivna razlika, ( $p < 0,001$ ), zabilježena je i između A-4 i A3 kontrole tokom zime, kod krava holstein pasmine.

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ), ovisno o sezoni kontrole, pokazale su najmanje razine u jesenjim mjesecima, te najveće u proljeće, kod krava holstein pasmine. Nadalje, procijenjene DKM pokazale su najmanje u zimskim mjesecima, te najveće u proljeće, kod krava simentalke pasmine. Najveća rasprostranjenost uzročnika mastitisa, kod krava holstein pasmine, utvrđena je tokom ljeta i jeseni (Antanaitis i sur., 2021).

Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u svim sezonama, kod obje pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-2 kontroli mliječnosti u jesenjoj i zimskoj sezoni, u

A-4 kontroli u proljeće, te u A-1 kontroli u ljeto, kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalne pasmine, najviše razine DKM, zabilježene su u A-3 kontroli tokom jeseni, u A-4 kontroli tokom zime i proljeća, te u A-1 kontroli u ljeto. Sukladno razinama DKM, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u svim sezonama, te ostale razlike, između kontrola mliječnosti, nisu pokazale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ), kod krava obje pasmine.

Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC i SSC), te mastitis (sukladno SCC), u proljeće, pokazuju isti obrazac: rast razina DKM tijekom svih sukcesivnih kontrola. Obrazac je isti i kod krava kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC), te mastitis (sukladno SCC), u jesen: rast razina DKM zabilježen je u A-1 i A-2 kontroli, te slijedi pad razina u naredne dvije kontrole. Krave simentalne pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno SSC), te mastitis (sukladno SCC), u jesen, pokazuju isti obrazac: rast razina DKM tijekom svih narednih kontrola, te neznatan pad u A-4 kontroli. Obrazac je isti i kod krava kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno SSC), te mastitis (sukladno SCC), u zimu i proljeće: rast razina DKM zabilježen je u A-1, neznatan pad u A-2 kontroli, te rast u A-3 i A-4 kontroli. Kod krava holstein pasmine, sve procijenjene razine DKM su na veće u odnosu na krave simentalne pasmine. Trendovi razina DKM, pokazali veću varijabilnost između istih sezona kontrole. Razlog je možda povezan sa razlikama u sustavima upravljanja, hranidbom te držanjem tijekom različitih godišnjih doba (Antanaitis i sur., 2021).

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa (DLC < 4,5%), ovisno o veličini stada, pokazale su najmanje razine u stadima < 5 krava, te najveće u stadima 200 – 500 krava, kod krava obje pasmine. U stadima male veličine, krava holstein pasmine, zabilježeno je veće izlučenje zbog mastitisa, u odnosu na veća stada (J. W. Smith i sur., 2000).

Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u svim skupinama, kod krava holstein pasmine, nadalje najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli u stadima < 5, 5 -10 i 10 – 50 krava, te u A-4 kontroli u stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava, kod krava holstein pasmine. Trend razina DKM, poslije početnog povećanja u A-1 kontroli mliječnosti pokazuje pad tokom narednih kontrola u stadima < 5, 5 -10 i 10 – 50 krava, te dalji rast u stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava, kod krava holstein pasmine. Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u stadima < 5 i 50 – 200 krava, te u A-4 kontroli u stadima 5 – 10, 10 -50 i 200 – 500 krava, kod krava simentalne pasmine. Nadalje kod krava simentalne pasmine, najviše razine DKM, zabilježene su u A-1, u svim stadima. Trend razina DKM, poslije

početnog povećanja u A-1 kontroli mliječnosti pokazuje pad tokom narednih kontrola u svim stadima krava simentalke pasmine. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u svim stadima, odnosno između A-2 i A-1 kontrole u stadima 200 – 500 krava, te između A-4 i A-3 kontrole u stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava, kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalke pasmine, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između D-0 i A-1 kontrole u svim stadima osim u stadima 200 – 500 krava, gde je također zabilježena pozitivna razlika ali bez statističke značajnosti ( $p > 0,05$ ). Značajno negativne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-3 i A-2 kontrole u stadima 10 – 50 krava, kod krava holstein pasmine, odnosno kod krava simentalke pasmine, između A-2 i A-1 u stadima 10 – 50 krava, te između A-4 i A-3 kontrole u stadima 5 – 10 i 10 – 50 krava.

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), ovisno o veličini stada, pokazale su najmanje razine u stadima < 5 krava, kod krava obje pasmine. Najveće razine, zabilježene su u stadima 200 – 500 krava, kod krava holstein pasmine, odnosno u stadima 50 – 200 krava, kod krava simentalke pasmine. Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u svim stadima, kod obje pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-4 kontroli mliječnosti u svim stadima, kod krava holstein pasmine. Trend razina DKM, poslije početnog povećanja u A-1 kontroli mliječnosti pokazuje dalji rast u stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava, te uglavnom rast tokom narednih kontrola u stadima < 5, 5 -10 i 10 – 50 krava, kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalke pasmine, najviše razine DKM, zabilježene su u A-4, u svim stadima, osim u stadima 200 – 500 krava, gdje je najviša razina DKM zabilježena u A-3 kontroli mliječnosti. Trend razina DKM, kod krava simentalke pasmine, poslije početnog povećanja u A-1 kontroli mliječnosti pokazuje dalji rast u svim stadima, osim u stadima 200 – 500 krava gde pokazuje varijabilnost ali bez statističke značajnosti. Sukladno razinama DKM, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u svim stadima, kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalke pasmine, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u stadima < 5, 5 – 10, 10 – 50 i 50 – 200 krava.

Procijenjene dnevne količine mlijeka (DKM), kod krava sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ), ovisno o veličini stada, pokazale su najmanje razine u stadima < 5 krava, kod krava obje pasmine. Najveće razine, zabilježene su u stadima > 500 krava, kod krava holstein pasmine, odnosno u stadima 200 – 500 krava, kod krava simentalke pasmine.

Najniže razine DKM, zabilježene su u D-0 kontroli u svim stadima, kod obje pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli mliječnosti u stadima 5 – 10, 10 – 50 i > 500 krava, nadalje u A-2 kontroli u stadima 50 – 200 krava, te u A-3 kontroli u stadima < 5 i 200 – 500 krava, kod krava holstein pasmine. Najviše razine DKM, zabilježene su u A-1 kontroli mliječnosti u stadima 10 – 50 krava, nadalje u A-3 kontroli u stadima 5 – 10 i 50 – 200 krava, te u A-4 kontroli u stadima < 5 i 200 – 500 krava, kod krava simentalske pasmine. Trend razina DKM, poslije početnog povećanja u A-1 kontroli mliječnosti pokazuje varijabilnost bez statističke značajnosti u sljedećim sukcesivnim kontrolama mliječnosti, u svim stadima, kod obje pasmine. Značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u svim stadima, kod krava holstein pasmine. Kod krava simentalske pasmine, značajno pozitivne razlike ( $p < 0,001$ ), zabilježene su između A-1 i D-0 kontrole u stadima < 5, 5 – 10, 10 – 50 i 50 – 200 krava, te je u stadima 200 – 500 krava također zabilježena pozitivna razlika ali bez statističkog značaja ( $p > 0,05$ ).

Kod krava obje pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC) u stadima < 5, 5 – 10 i 10 – 50 krava, pokazuju isti obrazac razina DKM: rast razina zabilježen je u A-1 kontroli, te slijedi pad razina u narednim sukcesivnim kontrolama.

Kod krava holstein pasmine, sve procijenjene razine DKM su na veće u odnosu na krave simentalske pasmine. Kao što je ranije istaknuto, razlike među pasminama, temelje se razlikama u anatomiji vimena, te zbog stresa uvjetovanog višim razinama dnevne količine mlijeka koje mogu poremetiti obrambeni sustav krave. Procijenjene razine DKM, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa (sukladno DCL i SCC), te kod krava u mastitisu (sukladno SCC), rastu sa povećanjem veličine stada, kod krava obje pasmine. Povećanje veličine stada, povezano je s povećanom proizvodnjom mlijeka te produktivnošću (Hill i sur., 2009).

## 6.5 Procjena smanjenja direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka

Direktni gubici u proizvodnji mlijeka, prikazani su kao izostala proizvodnja uslijed rizika pojavnosti mastitisa izražena kao količina (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein i simentalske pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ;  $SCC 200.000 - 400.000/ml$ ), te kao izostala proizvodnja uslijed pojavnosti mastitisa izražena kao količina (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein i simentalske pasmine sa mastitisom ( $SCC > 400.000/ml$ ). Iz rezultata je uočljivo da su najmanje razine dnevne količine mlijeka, utvrđene u inicijalnoj (D-0) kontroli, kada je i ustanovljen rizik pojavnosti te sama pojavnost mastitisa. Nivoi razina DKM, tokom naredne kontrole mliječnosti (A-1), su značajno veći u odnosu na inicijalnu kontrolu (D-0). Razlika između razina DKM u A-1 i D-0 kontroli, pokazatelj je izostale proizvodnje mlijeka (gubitak). Trend razina DKM, zabilježenih tokom sukcesivnih kontrola mliječnosti (D-0, A-1, A-2, A-3 i A-4), te njihove međusobne razlike (pozitivne/negativne), pokazatelj su izostale/nadoknađene proizvodnje mlijeka kroz vremenski interval između kontrola mliječnosti.

U studiji povezanosti prve pojave patogena specifičnog kliničkog mastitisa sa prinosom mlijeka te SCC i laktozom, uočen je gubitak mlijeka uz povećanje SCC i smanjenje laktoze, te su razlike u zavisnosti od laktacije i vrste patogena (Kayano i sur., 2018). U preglednom radu Seegers i sur. (2003) ukazuju na smanjenje od 0,5 kg po dvostrukom povećanju SCC-a počevši od preko 50 000 stanica/mL.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), ovisno o redosljedu laktacija, zabilježen je u skupinama krava 1. laktacije, kod krava obje pasmine, te iznosi 27,911 kg (14,51 eur) kod krava holstein pasmine, odnosno 4,098 kg (2,13 eur) kod krava simentalske pasmine. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq 4$ . laktacije, kod krava holstein pasmine, te iznosi 10,043 kg (5,22 eur).

Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim laktacijskim skupinama, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u skupini krava 3. laktacije i iznosi 22,597 kg (11,75 eur), a najmanji u skupini krava 1. laktacije i iznosi 16,085 kg (8,36 eur). Kod krava simentalske pasmine, najveći je u skupini krava 3. laktacije i iznosi 7,709 kg (4,01 eur), a najmanji u skupini krava  $\geq 4$ . laktacije te iznosi 6,798 kg (3,53 eur).

Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), gubitak je najizraženiji u skupine krava 1. laktacije, te se smanjuje kroz naredne laktacijske skupine i



najmanji je u skupini krava  $\geq 4$ .laktacija. Kod krava simentalke pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) gubitak je najizraženiji u skupini krava 1. laktacije, te se smanjuje kroz naredne laktacijske skupine.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), ovisno o redoslijedu laktacija, zabilježen je u skupini krava 3. laktacije i iznosi 25,600 kg (13,34 eur), kod krava holstein pasmine, te u skupini krava 1. laktacije kod krava simentalke pasmine i iznosi 12,141 kg (6,31 eur). Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq 4$ . laktacija, kod krava obje pasmine, te iznosi 16,194 kg (8,42 eur) kod krava holstein pasmine, odnosno 6,773 kg (3,52 eur) kod krava simentalke pasmine. Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim laktacijskim skupinama kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u skupini krava 1. laktacije i iznosi 11,779 kg (6,12 eur), te najmanji u skupini krava  $\geq 4$ . laktacija i iznosi 9,144 kg (4,76 eur). Kod krava simentalke pasmine najveći je u skupini krava 3. laktacije i iznosi 6,594 kg (3,43 eur), a najmanji u skupini krava 2. laktacije te iznosi 4,399 kg (2,29 eur).

Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) gubitak je najizraženiji u skupini krava 3. laktacije, odnosno gubitak pokazuje trend povećanja u skupinama krava od 1 do 3. laktacije, te je najmanji u skupini krava  $\geq 4$ . laktacija. Ovi nalazi su u skladu sa rezultatima istraživanja, kod krava holstein pasmine, koji su pokazali da se razine gubitaka u proizvodnji mlijeka povećavaju sa povećanjem broja laktacija (Atasever i Erdem, 2008).

Kod krava simentalke pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) gubitak je najizraženiji u skupini krava 1. laktacije, te se smanjuje kroz naredne laktacijske skupine i najmanji je u skupini krava  $\geq 4$ .laktacija.

Gubici mlijeka po jedinici povećanja ISCC kod krava holstein pasmine su varirali od 0,33 do 0,52 kg/dan u 1. laktaciji, te od 0,76 do 1,80 kg/dan kod krava od 2. do 4. laktacije (Dürr i sur., 2008). Nadalje, kod krava holstein pasmine u prvoj laktaciji zabilježen je gubitak 1,75 kg/dan pri razini SCC 100.000/ml, te gubitak 2,21 kg/dan pri razini SCC 200.000/ml, uz napomenu da su krave u 2. i 3. laktaciji imale veći gubitak od krava u 1. laktaciji (Gonçalves i sur., 2018). Kod razina SCC 200.000/ml, kod krava holstein pasmine, zabilježeni su gubici u prvoj laktaciji od 0,35 do 0,80 kg/dan, u dugoj laktaciji od 0,61 do 1,07 kg/dan i u trećoj laktaciji od 0,63 do 1,09 kg/dan (Hand i sur., 2012). Mada su navedeni gubici, na različitim

nivoima, vidljivo je da se povećavaju sa porastom broja laktacija, što potvrđuje procijenjene gubitke u istraživanju.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), ovisno o redosljedu laktacija, zabilježen je u skupini krava 1. laktacije i iznosi 44,915 kg (23,36 eur), kod krava holstein pasmine, te u skupini krava 2. laktacije i iznosi 25,808 kg (13,43 eur), kod krava simentalske pasmine. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u skupini krava  $\geq$  4. laktacija, kod krava obje pasmine, te iznosi 31,271 kg (16,26 eur) kod krava holstein pasmine, odnosno 17,919 kg (9,32 eur) kod krava simentalske pasmine.

Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim laktacijskim skupinama kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u skupini krava 3. laktacije i iznosi 48,800 kg (25,38 eur), te najmanji u skupini krava 1. laktacije i iznosi 39,929 kg (20,76 eur). Kod krava simentalske pasmine najveći je u skupini krava 3. laktacije i iznosi 24,890 kg (12,94 eur), a najmanji u skupini krava  $\geq$  4. laktacije, te iznosi 17,358 kg (9,03 eur). U skladu sa nalazima iz istraživanja, gde se procijenjeni gubitak u periodu do A-1 kontrole, povećavao sa redosljedom laktacija, potvrđeno je da krave sa većim brojem laktacija pokazuju veći gubitak (Valdrina i sur., 2014).

Kod krava holstein pasmine, sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) gubitak je najizraženiji u skupini krava 1. laktacije, te se smanjuje kroz naredne laktacijske skupine i najmanji je u skupini krava  $\geq$  4. laktacija.

Kod krava simentalske pasmine, sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) gubitak je najizraženiji u skupini krava 2. laktacije, te se smanjuje kroz naredne laktacijske skupine i najmanji je u skupini krava  $\geq$  4. laktacija.

Kod razina SCC 500.000/ml, kod krava holstein pasmine, zabilježeni su gubici u prvoj laktaciji od 0,80 do 1,87 kg/dan, u dugoj laktaciji od 1,42 do 2,49 kg/dan i u trećoj laktaciji od 1,46 do 2,52 kg/dan (Hand i sur., 2012). Navedeno povećanje razina gubitaka kroz redosljed laktacija, potvrđuje procijenjene gubitke u istraživanju, u periodu do A-1 kontrole mliječnosti, koji rastu u skupinama krava od prve do treće laktacije.

Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC), te mastitis (sukladno SCC), pokazuju isti obrazac: smanjenje ukupnih gubitaka povezano sa redosljedom laktacija.

Krave simentalske pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC i SSC), pokazuju isti obrazac: smanjenje ukupnih gubitaka povezano sa redosljedom laktacija.

Kod krava obje pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC), utvrđen je isti obrazac gubitaka kroz periode sukcesivnih kontrola mliječnosti: smanjenje ukupnih gubitaka povezano sa redosljedom laktacija.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), ovisno o sezoni kontrole, zabilježen je u proljeće, kod krava holstein pasmine, te iznosi 34,616 kg (18,00 eur), odnosno u ljeto kod krava simentalke pasmine, te iznosi 4,347 kg (2,26 eur). Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u ljeto, kod krava holstein pasmine, te iznosi 18,181 kg (9,45 eur).

Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama kontrole, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u zimskoj sezoni i iznosi 24,040 kg (12,50 eur), a najmanji u ljeto i iznosi 11,648 kg (6,06 eur). Kod krava simentalke pasmine, najveći je u proljeće i iznosi 10,314 kg (5,36 eur), a najmanji u jesen, te iznosi 3,943 kg (2,05 eur).

Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) gubitak je najizraženiji u proljeće, gde su zabilježeni gubici u svim periodima sukcesivnih kontrola mliječnosti, nasuprot jesenjoj sezoni, gde je početni gubitak samo malo uvećan kroz naredni period kontrola.

Kod krava simentalke pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) gubitak je najizraženiji u ljeto, nasuprot zimskoj i jesenjoj sezoni, gde je početni gubitak anuliran kroz naredni period kontrola.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), ovisno o sezoni kontrole, zabilježen je u zimu, kod krava obje pasmine, te iznosi 21,267 kg (11,06 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno 10,653 kg (5,54 eur) kod krava simentalke pasmine. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u ljeto, kod krava obje pasmine, te iznosi 13,100 kg (6,81 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno 6,226 kg (3,24 eur) kod krava simentalke pasmine. Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama kontrole, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je jesen i iznosi 13,266 kg (6,90 eur), a najmanji u proljeće i iznosi 6,484 kg (3,37 eur). Kod krava simentalke pasmine, najveći je u zimskim mjesecima i iznosi 6,320 kg (3,29 eur), a najmanji u proljeće, te iznosi 4,391 kg (2,28 eur).

Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), gubitak je najizraženiji u zimu, gde su zabilježeni gubici u svim periodima

sukcesivnih kontrola mliječnosti, nasuprot ljeta, gde je početni gubitak samo malo uvećan kroz naredni period kontrola.

Kod krava simentalne pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ), gubitak je najizraženiji u zimskim mjesecima, nasuprot ljeta, gde je početni gubitak neznatno uvećan kroz naredni period kontrola.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ), ovisno o sezoni kontrole, zabilježen je u zimu, kod krava obje pasmine, te iznosi 44,918 kg (23,36 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno 26,689 kg (13,88 eur) kod krava simentalne pasmine. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u jesen, kod krava holstein pasmine, te iznosi 30,823 kg (16,03 eur), odnosno u ljeto, kod krava simentalne pasmine, te iznosi 17,709 kg (9,21 eur).

Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim sezonama kontrole, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u zimskim mjesecima i iznosi 51,802 kg (26,94 eur), te najmanji u proljeće i iznosi 37,529 kg (19,52 eur). Kod krava simentalne pasmine, najveći je u ljeto i iznosi 22,099 kg (11,49 eur), te najmanji u jesen i iznosi 17,839 kg (9,28 eur).

Kod krava holstein pasmine, sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ) gubitak je najizraženiji u proljeće, gde su zabilježeni gubici u svim periodima sukcesivnih kontrola mliječnosti, nasuprot ostalih sezona, gde je početni gubitak smanjen kroz naredni period kontrola. Utjecaj sezone je potvrđen i u drugim istraživanjima. Najveći gubitak mlijeka tijekom mastitisa, zabilježen je u proljeće, te slijede ljeto pa jesen (Wani i sur., 2022), što se slaže sa zabilježenim gubicima u istraživanju.

Kod krava simentalne pasmine, sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ) gubitak je najizraženiji u zimskim mjesecima, nasuprot ljeta, gde je početni gubitak smanjen kroz naredni period kontrola.

Krave simentalne pasmine, kod kojih je utvrđen rizik pojavnosti mastitisa (sukladno SSC), pojavnost mastitisa (sukladno SCC), pokazuju isti obrazac: najveći ukupni gubici zabilježeni su u zimu, nasuprot ljeta, gde su zabilježeni najmanji gubici.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ), ovisno o veličini stada, zabilježen je u stadima 200 – 500 krava, kod krava holstein pasmine, te iznosi 51,905 kg (26,99 eur), odnosno u stadima  $< 5$  krava, kod krava simentalne pasmine, te iznosi 1,230 kg (0,64 eur). Najmanji

ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u stadima < 5 krava, kod krava holstein pasmine, te iznosi 2,529 kg (1,32 eur).

Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim stadima, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u stadima 200 – 500 krava i iznosi 30,387 kg (15,80 eur), a najmanji u stadima < 5 krava i iznosi 9,274 kg (4,82 eur). Kod krava simentalke pasmine, najveći je u stadima 200 – 500 krava i iznosi 12,820 kg (6,67 eur), a najmanji u stadima 5 – 10 krava, te iznosi 4,580 kg (2,38 eur).

Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC < 4,5%) gubitak je najizraženiji u stadima 200 – 500 i > 500 krava, gde su zabilježeni gubici u svim periodima sukcesivnih kontrola mliječnosti, nasuprot stadima < 5, 5 – 10 i 10 – 50 krava, gde su početni gubici samo smanjeni kroz naredni period kontrola.

Kod krava simentalke pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC < 4,5%) gubitak je najizraženiji u stadima < 5 krava, te je u ostalim početni gubitak anuliran kroz naredni period kontrola.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava s utvrđenim rizikom mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml), ovisno o veličini stada, zabilježen je u stadima 200 – 500 krava, kod krava obje pasmine, te iznosi 27,817 kg (14,46 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno 35,100 kg (18,25 eur), kod krava simentalke pasmine. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u stadima < 5 krava i iznosi 5,922 kg (3,08 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno u stadima 5 – 10 krava i iznosi 5,163 kg (2,68 eur), kod krava simentalke pasmine. Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim stadima, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u stadima 200 – 500 krava i iznosi 15,115 kg (7,86 eur), a najmanji u stadima < 5 krava i iznosi 5,046 kg (2,62 eur). Kod krava simentalke pasmine, najveći je u stadima 200 – 500 krava i iznosi 16,010 kg (8,33 eur), a najmanji u stadima < 5 krava, te iznosi 4,424 kg (2,30 eur).

Kod krava holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC < 4,5%) gubitak je najizraženiji u stadima 50 – 200, 200 – 500 i > 500 krava, gde su zabilježeni gubici u svim periodima sukcesivnih kontrola mliječnosti, nasuprot stadima < 5, 5 – 10 i 10 – 50 krava, gde su početni gubici neznatno povećani kroz naredni period kontrola.

Kod krava simentalke pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (DLC < 4,5%) gubitak je najizraženiji u stadima 200 - 500 krava, te je i u ostalim stadima početni gubitak povećan kroz naredni period kontrola.

Najveći ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, kod krava sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml), ovisno o veličini stada, zabilježen je u stadima 200 – 500 krava, kod krava obje pasmine, te iznosi 66,654 kg (34,66 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno 78,757 kg (40,95 eur), kod krava simentalske pasmine. Najmanji ukupni procijenjen gubitak, u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka, zabilježen je u stadima < 5 krava kod krava obje pasmine, te iznosi 22,304 kg (11,60 eur), kod krava holstein pasmine, odnosno 14,422 kg (7,50 eur), kod krava simentalske pasmine. Najveći procijenjeni gubitak, zabilježen je u periodu do A-1 kontrole mliječnosti u svim stadima, kod krava obje pasmine. Kod krava holstein pasmine, najveći je u stadima 200 – 500 krava i iznosi 64,239 kg (33,40 eur), a najmanji u stadima < 5 krava i iznosi 20,587 kg (10,71 eur). Kod krava simentalske pasmine, najveći je u stadima 200 – 500 krava i iznosi 45,195 kg (23,50 eur), a najmanji u stadima < 5 krava, te iznosi 13,857 kg (7,21 eur).

Kod krava holstein pasmine, sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) gubitak je najizraženiji u stadima 200 – 500 krava, pa slijede stada < 5 krava, gde su zabilježeni početni gubici povećani do kraja perioda. U ostalim stadima su početni gubici uglavnom smanjeni do kraja ispitivanog perioda.

Kod krava simentalske pasmine, sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) gubitak je najizraženiji u stadima 200 - 500 krava, te je i u stadima < 5 i 5 – 10 krava, početni gubitak povećan kroz naredni period kontrola. U stadima 10 -50 i 50 – 200 krava, početni gubici su smanjeni do kraja ispitivanog perioda.

Krave holstein pasmine, kod kojih je utvrđen rizik mastitisa (sukladno DLC i SCC), te mastitis (sukladno SCC), pokazuju isti obrazac: povećanje ukupnih gubitaka od stada < 5 krava do stada 200 – 500 krava, redom, te nešto niže ukupne gubitke u stadima > 500 krava u odnosu na stada 200 – 500 krava, ali opet veće u odnosu na ostala stada. Uzgajivači krava holstein pasmine, s većim prinosom mlijeka i dobro vođenom praksom kontrole mastitisa gube više mlijeka kada dođe do povećanja SCC-a (Sadeghi-Sefidmazgi i Amer, 2015).

## 7 ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja rizika pojavnosti, pojavnosti te posljedica pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava holstein i simentalske pasmine može se zaključiti sljedeće:

- Utvrđeno je postojanje varijabilnosti i kovarijabilnosti dnevnih proizvodnih svojstava (dnevna količina mlijeka, dnevni sadržaj laktoze i broj somatskih stanica) i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka krava te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava;
  - Utvrđena je varijabilnost svih analiziranih svojstava u ovisnosti o redoslijedu laktacije, te mjesecu uzorkovanja;
  - Utvrđena je jača korelacija između broja somatskih stanica sa biokemijskim pokazateljima plazme i mlijeka u odnosu na korelaciju dnevnog sadržaja laktoze sa istima parametrima. Korelacija sa hematološkim pokazateljima bila je zanemariva do slaba;
- Utvrđeno je postojanje varijabilnosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi ovisno o klasama dnevnog sadržaja laktoze (koji ukazuju na rizik pojavnosti mastitisa) te klasama broja somatskih stanica (koji ukazuje na zdravstveni status životinje);
  - Značajno najviše vrijednosti glukoze i kalcija, u uzorcima plazme, utvrđene su kod životinja u mastitisu (prema broju somatskih stanica), te u riziku (prema dnevnom sadržaju laktoze);
  - Značajno najniže vrijednosti aspartat amino transferaze i  $\gamma$ -glutamil transferaze, u uzorcima plazme, te glukoze, u uzorcima mlijeka, utvrđene su kod životinja u mastitisu (prema broju somatskih stanica);
  - Značajno najniže vrijednosti kalcija, u uzorcima mlijeka, utvrđene su kod zdravih životinja (prema broju somatskih stanica);
  - Značajno najniže vrijednosti eritrocita, hemoglobina i hematokrita, u uzorcima krvi, utvrđene su kod zdravih životinja (prema broju somatskih stanica).
- Utvrđeno je postojanje varijabilnosti u riziku pojavnosti, te pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalske pasmine) u ovisnosti o redoslijedu te stadiju laktacije, zatim sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada;

- Najveći rizik pojavnosti / pojavnost mastitisa utvrđen je kod krava u 4. i višim laktacijama, te je naniži utvrđen kod krava u 1. laktaciji, kod krava obje pasmine;
  - Najveći rizik pojavnosti mastitisa sukladno sadržaju laktoze utvrđen je u 11. klasi stadija laktacije (> 300 dana), te najmanji u 2. klasi stadija laktacije (30 – 60 dana), kod krava obje pasmine;
  - Najveći rizik pojavnosti / pojavnost mastitisa sukladno broju somatskih stanica utvrđen je u 9. i 8. klasi stadija laktacije, odnosno u 5. i 6. klasi stadija laktacije (holstein pa simental);
  - Najveći rizik pojavnosti mastitisa sukladno dnevnom sadržaju laktoze utvrđen je u jesen, te najmanji u proljeće, kod krava obje pasmine
  - Najveći rizik pojavnosti mastitisa sukladno broju somatskih staniva utvrđen je u jesen u holstein i zimu u simentalske, te najmanji u proljeće u holstein i ljeto u simentalske pasmine;
  - Najveći rizik pojavnosti mastitisa sukladno sadržaju laktoze utvrđen je u stadima sa < 5 krava, kod krava obje pasmine;
  - Najveći rizik pojavnosti / pojavnost mastitisa sukladno broju somatskih stanica u obje pasmine, utvrđen je u najmanjim stadima, te najniži u najvećim stadima.
- Utvrđena je varijabilnost u utjecaju rizika pojavnosti i pojavnosti mastitisa na proizvodnost pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalske pasmine) u ovisnosti o redoslijedu laktacije, sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada;
- Najviša dnevna količina mlijeka kod krava u riziku pojavnosti (DCL i SCC), utvrđena je u 3. laktaciji, te najniže u 1. laktaciji, kod krava obje pasmine;
  - Najviša dnevna količina mlijeka krava u mastitisu (SCC) utvrđena je u 3. i 2. laktaciji (holstein pa simental), te najniža u 1. laktaciji, kod krava obje pasmine;
  - Najviša dnevna količina mlijeka krava u riziku pojavnosti (DCL i SCC), utvrđena je u proljeće i ljeto, odnosno najniža u jesen i zimu (holstein pa simental);
  - Najviša dnevna količina mlijeka krava u mastitisu (SCC) utvrđena je u proljeće, kod krava obje pasmine, te najniže u jesen i zimu (holstein pa simental);
  - Najviša dnevna količina mlijeka krava u riziku pojavnosti (DCL), utvrđena je u stadima sa 200 – 500 krava, a najniža u stadima sa < 5 krava, kod krava obje pasmine
  - Najviša dnevna količina mlijeka krava u riziku pojavnosti (SCC) utvrđene su u stadima sa 200 – 500 i sa 50 – 200 krava (holstein pa simental), te najniže u stadima sa < 5 krava, kod krava obje pasmine;



- Najviša dnevna količina mlijeka krava u mastitisu (SCC) utvrđene su u najvećim stadima, te najniže u najmanjim stadima, kod krava obje pasmine.
- Utvrđena je varijabilnost direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka, pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalske pasmine) u ovisnosti o redoslijedu laktacije, sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada;
- Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava obje pasmine u riziku pojavnosti (DCL) utvrđen je u 1. laktaciji, te najmanji u  $\geq 4$ . laktaciji;
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava obje pasmine u riziku pojavnosti (SCC) utvrđen je u 3. i 1. laktaciji (holstein pa simental), te najmanji u  $\geq 4$ . laktaciji;
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava obje pasmine u mastitisu (SCC) utvrđen je u 1. i 2. laktaciji (holstein pa simental), te najmanji u  $\geq 4$ . laktacije;
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava u riziku pojavnosti (DCL) utvrđen je u proljeće i ljeto, te najmanji u ljeto i zimu (holstein pa simental);
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava obje pasmine u riziku pojavnosti (SCC) utvrđen je u zimu, te najmanji u ljeto;
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava u mastitisu (SCC) utvrđen je u zimu, kod krava obje pasmine, te najmanji u jesen i ljeto (holstein pa simental);
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava u riziku pojavnosti (DCL) utvrđen je u stadima sa 200 – 500 i  $< 5$  krava, te najmanji u stadima sa  $< 5$  i sa 200 – 500 (holstein pa simental);
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava obje pasmine u riziku u riziku (SCC) utvrđen je u stadima sa 200 – 500 krava, te najmanji u stadima sa  $< 5$  i sa 5 – 10 (holstein pa simental);
  - Najveći gubitak u proizvodnji mlijeka krava obje pasmine u mastitisu (SCC) utvrđen je u stadima sa 200 – 500 krava, te najmanji u stadima sa  $< 5$  krava.

U konačnici, temeljem provedenog istraživanja možemo zaključiti da se dnevni sadržaj laktoze te broj somatskih stanica mogu preporučiti kao individualni indikatori rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa na farmama mliječnih krava uz uvažavanje utjecaja stadija i redoslijeda laktacije te sezone kontrole mliječnosti uvažavajući veličinu stada u kojem se procjena vrši. Nadalje, može se zaključiti kako se prihvaća postavljena hipoteza da postoji povezanost dnevnog sadržaja laktoze i broja somatskih stanica te rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa krava u proizvodnji mlijeka.

## 8 LITERATURA

1. Abbas, K. A., Lichtman, H. A., & Pillai, S. (2018). *Celular and molecular immunology* (9th ed.). Elsevier Inc.
2. Adkins, P. R. F., & Middleton, J. R. (2018). Methods for Diagnosing Mastitis. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 34(3), 479–491. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.07.003>
3. Ahmad, S. F., & Dar, A. H. (2020). Precision Farming for Resource Use Efficiency. In *Resources Use Efficiency in Agriculture* (Springer N, pp. 109–135). <https://doi.org/10.1007/978-981-15-6953-1>
4. Al-ataish, H. H., Al-salmany, A. K. M., & Al-saad, I. A. (2018). Serological study of sub-clinical mastitis in local Cows / Basra-Iraq. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(1), 1416–1419.
5. Al Manir, M. S., Spencer, B., & Baker, C. J. O. (2018). Decision support for agricultural consultants with semantic data federation. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 9(3), 87–99. <https://doi.org/10.4018/IJAEIS.2018070106>
6. Alessio, D. R. M., Neto, A. T., Velho, J. P., Pereira, I. B., Miquelluti, D. J., Knob, D. A., & Da Silva, C. G. (2016). Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4), 2641–2652. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2641>
7. Alhussien, M., Manjari, P., Sheikh, A. A., Seman, S. M., Reddi, S., Mohanty, A. K., Mukherjee, J., & Dang, A. K. (2016). Immunological attributes of blood and milk neutrophils isolated from crossbred cows during different physiological conditions. *Czech Journal of Animal Science*, 61(5), 223–231. <https://doi.org/10.17221/63/2015-CJAS>
8. Alhussien, M. N., & Dang, A. K. (2018). Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Veterinary World*, 11(5), 562–577. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.562-577>
9. Amany, Y. M. R., & Dina, Y. H. E.-S. (2008). Effect of some strains of Mycoplasma on serum and milk biochemistry of dairy cows. *Egypt J. Comp. Path. & Clinic. Path.*, 21(3), 230–249.
10. Andjelić, B., Djoković, R., Cincović, M., Bogosavljević-Bošković, S., Petrović, M., Mladenović, J., & Čukić, A. (2022). Relationships between Milk and Blood

- Biochemical Parameters and Metabolic Status in Dairy Cows during Lactation. *Metabolites*, 12(8), 733.
11. Antanaitis, R., Juozaitienė, V., Jonike, V., Baumgartner, W., & Paulauskas, A. (2021). Milk lactose as a biomarker of subclinical mastitis in dairy cows. *Animals*, 11(6), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani11061736>
  12. Argaw, A. (2016). Review on Epidemiology of Clinical and Subclinical Mastitis on Dairy Cows. *Food Science and Quality Management*, 52, 2224–6088.
  13. Atasever, S., & Erdem, H. (2008). An investigation on the determination of mastitis risk levels and milk production traits in holstein cows. *Journal of Applied Animal Research*, 34(1), 13–16. <https://doi.org/10.1080/09712119.2008.9706932>
  14. Auldist, M. J. (2020). Milk Quality and Udder Health | Effect on Processing Characteristics. In *Reference Module in Food Science*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818766-1.00003-9>
  15. Auldist, M. J., Coats, S., Rogers, G. L., & McDowell, G. H. (1995). Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35(4), 427–436. <https://doi.org/10.1071/EA9950427>
  16. Balaine, L., Dillon, E. J., Läßle, D., & Lynch, J. (2020). Can technology help achieve sustainable intensification? Evidence from milk recording on Irish dairy farms. *Land Use Policy*, 92(104437), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104437>
  17. Barrett, D. (2002). High somatic cell counts - A persistent problem. *Irish Veterinary Journal*, 55, 173–178.
  18. Batavani, R. A., Asri, S., & Naebzadeh, H. (2007). The effect of subclinical mastitis on milk composition in dairy cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 8(3), 205–211.
  19. Batavani, R. A., Mortaz, E., Falahian, K., & Dawoodi, M. A. (2003). Study on frequency, etiology and some enzymatic activities of subclinical ovine mastitis in Urmia, Iran. *Small Ruminant Research*, 50(1–2), 45–50. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00122-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00122-6)
  20. Baydar, E., & Dabak, M. (2014). Serum iron as an indicator of acute inflammation in cattle. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 222–228. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6939>
  21. Beluhova-Uzunova, R. P., & Dunchev, D. M. (2019). Precision Farming – Concepts and Perspectives. *Problems of Agricultural Economics*, 360(3), 142–155. <https://doi.org/10.30858/zer/112132>
  22. Benedet, A., Manuelian, C. L., Zidi, A., Penasa, M., & De Marchi, M. (2019). Invited

- review:  $\beta$ -hydroxybutyrate concentration in blood and milk and its associations with cow performance. *Animal*, 13(8), 1676–1689. <https://doi.org/10.1017/S175173111900034X>
23. Bewley, J. (2010). Precision dairy farming: Advanced analysis solutions for future profitability. *The First North American Conference on Precision Dairy Management*, 16.
  24. Blackburn, P. S. (1966). The variation in the cell count of cow's milk throughout lactation and from one lactation to the next. *Journal of Dairy Research*, 33(2), 193–198. <https://doi.org/10.1017/S0022029900011857>
  25. Bobbo, T., Penasa, M., & Cassandro, M. (2020). Combining total and differential somatic cell count to better assess the association of udder health status with milk yield, composition and coagulation properties in cattle. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 697–703. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1784804>
  26. Bobos, S., & Vidic, B. (2003). Pathogenesis of ruminant mastitises. *Veterinarski Glasnik*, 57(5–6), 279–290. <https://doi.org/10.2298/vetgl0306279b>
  27. Boutinaud, M., & Jammes, H. (2002). Potential uses of milk epithelial cells: A review. *Reproduction Nutrition Development*, 42(2), 133–147. <https://doi.org/10.1051/rnd:2002013>
  28. Burvenich, C., Van Merris, V., Mehrzad, J., Diez-Fraile, A., & Duchateau, L. (2003). Severity of *E. coli* mastitis is mainly determined by cow factors. *Veterinary Research*, 34(5), 521–564. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003023>
  29. Calgaro, J. L. B., Fioresi, J., Velho, J. P., Stroehrer, F. H., Alessio, D. R. M., Piuco, M. A., Weber, C. T., & Haygert-Velho, I. M. P. (2020). Production and composition of milk per Holstein and Jersey cow from two farms in northwest Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Saude e Producao Animal*, 21. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402121212020>
  30. Cattin-Vidal., P. (1990). Milk Recording in Top Form for its Hunderedth Birthday. In *Animal Genetic Resources Information* 11, FAO 1993 (p. 37). ICAR.
  31. Cerutti, R. D., Scaglione, M. C., Arfuso, F., Rizzo, M., & Piccione, G. (2018). Seasonal variations of some hematochemical parameters in Holstein bovine under the same livestock conditions. *Veterinarski Arhiv*, 88(3), 309–321. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170404>
  32. Chen, H., Wersnik, A., Kelton, D., & von Massow, M. (2021). Estimating milk loss based on somatic cell count at the cow and herd level. *Journal of Dairy Science*, 104(7).

33. Costa, A., Bovenhuis, H., & Penasa, M. (2020). Changes in milk lactose content as indicators for longevity and udder health in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11574–11584. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18615>
34. Costa, A., De Marchi, M., Cassandro, M., Visentin, G., Lopez-Villalobos, N., & Penasa, M. (2018). Genetic association between milk lactose, freezing point and somatic cell score in Italian Holstein cows. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*.
35. Costa, A., Egger-Danner, C., Mészáros, G., Fuerst, C., Penasa, M., Sölkner, J., & Fuerst-Waltl, B. (2019). Genetic associations of lactose and its ratios to other milk solids with health traits in Austrian Fleckvieh cows. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4238–4248. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15883>
36. Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N. W., Shalloo, L., Franzoi, M., De Marchi, M., & Penasa, M. (2019). Invited review: Milk lactose—Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 5883–5898. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15955>
37. Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, F., Stefani, A. L., Contiero, B., Moro, L., Brscic, M., & Dalvit, P. (2011). Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 3895–3901. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3687>
38. Dana, S., Tomić, K., Lazendic, G., Telekom, F., Hörmann, S., Handler, F., Wöber, W., Schulmeister, K. G., Otte, M., Tomic, S. D. K., Drenjanac, D., Lazendic, G., Hörmann, S., Handler, F., Wöber, W., Schulmeister, K. G., Otte, M., & Auer, W. (2014). Semantic Services for Adaptive Processes in Livestock Farming. *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering*, 6–10.
39. DeGraves, F. J., & Fetrow, J. (1993). Economics of mastitis and mastitis control. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 9(3), 421–434. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30611-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30611-3)
40. Djokovic, R., Cincovic, M., Kurcubic, V., Ilic, Z., Lalovic, M., Jasovic, B., & Petrovic, M. (2017). Serum enzyme activities in blood and milk in the different stage of lactation in holstein dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 33(2), 193–200. <https://doi.org/10.2298/bah1702193d>
41. Djoković, R., Cincović, M., Kurcubic, V., Ilić, Z., Petrović, M., Petrovic, M., & Andjelic, B. (2019). DETERMINATION OF BLOOD SERUM CALCIUM, INORGANIC PHOSPHORUS AND MAGNESIUM IN DIFFERENT PRODUCTIVE

- STAGES OF HOLSTEIN DAIRY COWS. *Veterinarski Glasnik*, 73(1), 10–13.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2298/VETGL180226008D>
42. Đoković, R., Cincović, M., & Belić, B. (2014). Fiziologija i patofiziologija metabolizma krava u peripartalnom periodu (M. Popović (ed.); Pomoćni ud).
  43. Dürr, J. W., Cue, R. I., Monardes, H. G., Moro-Méndez, J., & Wade, K. M. (2008). Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle. *Livestock Science*, 117(2–3), 225–232.  
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.004>
  44. Dzitsiuk, V., & Kovtun, S. (2019). Cytological characteristics of blood of cows with different levels of milk productivity. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25, 37–40.
  45. El Zubeir, I. E. M., Elowni, O. A. O., & Mohamed, G. E. (2005). Effect of mastitis on macro-minerals of bovine milk and blood serum in Sudan. *Journal of the South African Veterinary Association*, 76(1), 22–25. <https://doi.org/10.4102/jsava.v76i1.389>
  46. Encyclopædia Britannica. (2020). macrophage structure. Encyclopædia Britannica.  
<https://www.britannica.com/science/macrophage/images-videos#/media/1/355443/138573>
  47. Erskine, R. J., & Bartlett, P. C. (1993). Serum Concentrations of Copper, Iron, and Zinc During *Escherichia coli*-Induced Mastitis. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 408–413.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77360-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77360-9)
  48. FAO. (n.d.). Food and Agriculture Organization statistical database. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Retrieved June 9, 2022, from  
<https://www.fao.org/faostat/en/#compare>
  49. Fesseha, H., Mathewos, M., Aliye, S., & Wolde, A. (2021). Study on Prevalence of Bovine Mastitis and Associated Risk Factors in Dairy Farms of Modjo Town and Suburbs, Central Oromia, Ethiopia. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, Volume 12, 271–283. <https://doi.org/10.2147/vmrr.s323460>
  50. Gantner, V., & Barać, Z. (2016). “Uzgojno-selekcijski rad u stočarstvu” (P. fakultet Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (ed.)).
  51. Gantner, V., Bobić, T., Gantner, R., Gregić, M., Kuterovac, K., Novaković, J., & Potocnik, K. (2017). Differences in response to heat stress due to production level and breed of dairy cows. *International Journal of Biometeorology*, 61(9), 1675–1685.  
<https://doi.org/10.1007/s00484-017-1348-7>
  52. Gantner, V., & Jovanovac, S. (2004). Metode kontrole mliječnosti. *Stočarstvo*, 58(6),

431–442.

53. Gantner, V., Jovanovac, S., Klopčič, M., Cassandro, M., Raguž, N., & Kuterovac, K. (2009). Methods for estimation of daily and lactation milk yields from alternative milk recording scheme in Holstein and Simmental cattle breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 8(4), 519–530. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.519>
54. Gantner, V., Jovanovac, S., Raguz, N., Klopčic, M., & Solic, D. (2008). Prediction of lactation milk yield using various milk recording methods. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24(3–4), 9–18. <https://doi.org/10.2298/bah0804009g>
55. Ganz, T. (2018). Iron and infection. *International Journal of Hematology*, 107(1), 7–15. <https://doi.org/10.1007/s12185-017-2366-2>
56. Girma, A., & Tamir, D. (2022). Prevalence of Bovine Mastitis and Its Associated Risk Factors among Dairy Cows in Ethiopia during 2005-2022: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Veterinary Medicine International*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7775197>
57. Gonçalves, J. L., Cue, R. I., Botaro, B. G., Horst, J. A., Valloto, A. A., & Santos, M. V. (2018). Milk losses associated with somatic cell counts by parity and stage of lactation. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4357–4366. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13286>
58. Gonçalves, J. L., de Campos, J. L., Steinberger, A. J., Safdar, N., Kates, A., Sethi, A., Shutske, J., Suen, G., Goldberg, T., Cue, R. I., & Ruegg, P. L. (2022). Incidence and Treatments of Bovine Mastitis and Other Diseases on 37 Dairy Farms in Wisconsin. *Pathogens*, 11(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/pathogens11111282>
59. Guan, R. W., Wang, D. M., Wang, B. B., Jiang, L. Y., & Liu, J. X. (2020). Prognostic potential of pre-partum blood biochemical and immune variables for postpartum mastitis risk in dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02314-6>
60. Gutiérrez-Méndez, N. (2020). Introductory Chapter: Lactose. In *Lactose and Lactose Derivatives* (IntechOpen, pp. 1–5). <https://doi.org/10.5772/intechopen.93837>
61. Habel, J., & Sundrum, A. (2020). Mismatch of glucose allocation between different life functions in the transition period of dairy cows. *Animals*, 10(6), 1–21. <https://doi.org/10.3390/ani10061028>
62. Hadrich, J. C., Wolf, C. A., Lombard, J., & Dolak, T. M. (2018). Estimating milk yield and value losses from increased somatic cell count on US dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3588–3596. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13840>
63. Haenlein, G. F. W., Schultz, L. H., & Zikakis, J. P. (1973). Composition of Proteins in

- Milk with Varying Leucocyte Contents. *Journal of Dairy Science*, 56(8), 1017–1024. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(73\)85299-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(73)85299-3)
64. Haile-Mariam, M., & Pryce, J. E. (2017). Genetic parameters for lactose and its correlation with other milk production traits and fitness traits in pasture-based production systems. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 3754–3766. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11952>
  65. Hamann, J. (1996). Somatic cells: factors of influence and practical measures to keep a physiological level. *Mastitis Newsletter, Newsletters of the IDF*, 144, 9–11.
  66. Hand, K. J., Godkin, A., & Kelton, D. F. (2012). Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1358–1362. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4927>
  67. HAPIH, H. A. za P. i H. (2020). Označavanje, kontrola proizvodnosti i procjena uzgojnih vrijednosti goveda (M. Špehar & J. Pavčić (eds.)). Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu.
  68. HAPIH, H. A. za P. i H. (2022a). Godišnje izvješće 2021. Croatian Agency for Agriculture and Food.
  69. HAPIH, H. A. za P. i H. (2022b). Izvještaji i funkcionalnosti u web aplikaciji za posjednike goveda (ePosjednik).
  70. Harmon, R. J. (1994). Physiology of Mastitis and Factors Affecting Somatic Cell Counts. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 2103–2112. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77153-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77153-8)
  71. Harmon, R. J. (2001). Somatic Cell Counts: A Primer. *Proceedings of the 40th Annual Meeting of the National Mastitis Council*, 3–9.
  72. Haygert-Velho, I. M. P., da Conceição, G. M., Cosmam, L. C., Alessio, D. R. M., Busanello, M., Sippert, M. R., Damiani, C., Almeida, A. P. A., & Velho, J. P. (2018). Multivariate analysis relating milk production, milk composition, and seasons of the year. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 90(4), 3839–3852. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180345>
  73. Henao-Velásquez, A. F., Múnera-Bedoya, O. D., Herrera, A. C., Agudelo-Trujillo, J. H., & Cerón-Muñoz, M. F. (2014). Lactose and milk urea nitrogen: Fluctuations during lactation in Holstein cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(9), 479–484. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000900004>
  74. Hettinga, K. A. (2019). Lactose in the dairy production chain. In M. Paques & C. Lindner (Eds.), *Lactose Evolutionary Role, Health Effects, and Applications* (Academic



- P, pp. 231–266). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811720-0.00006-4>
75. Hill, A. E., Green, A. L., Wagner, B. A., & Dargatz, D. A. (2009). Relationship between herd size and annual prevalence of and primary antimicrobial treatments for common diseases on dairy operations in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 88(4), 264–277. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.12.001>
  76. Hodgson, R. E. (1956). Dairy Production Research in the United States Department of Agriculture. *Journal of Dairy Science*, 39(6), 674–682. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(56\)91188-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(56)91188-2)
  77. Hodgson, R. E. (1964). Past, Present, and Future of the Dairy Herd Improvement Section. *Journal of Dairy Science*, 47(3), 310–315. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(64\)88651-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(64)88651-3)
  78. Hogeveen, H., & Steeneveld, W. (2013). Integrating it all: making it work and pay at the farm. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo, January 2013*, 113–121.
  79. Hogeveen, H., Steeneveld, W., & Wolf, C. A. (2019). Production Diseases Reduce the Efficiency of Dairy Production: A Review of the Results, Methods, and Approaches Regarding the Economics of Mastitis. In *Annual Review of Resource Economics* (Vol. 11, pp. 289–312). Annual Reviews Inc. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-093954>
  80. Hu, H., Fang, Z., Mu, T., Wang, Z., Ma, Y., & Ma, Y. (2021). Application of Metabolomics in Diagnosis of Cow Mastitis: A Review. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(October). <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.747519>
  81. Hur, T. Y., Kang, S. J., Jung, Y. H., Lee, H. J., Ki, K. S., Choe, C. Y., & Suh, G. H. (2013). Classification of acute clinical mastitis on the base of vital signs and complete blood count test in dairy cows. *Korean Journal of Veterinary Research*, 53(1), 19–23. <https://doi.org/10.14405/kjvr.2013.53.1.019>
  82. Hutchins, J., Gong, Y., & Du, X. (2021). The Role of Animal Breeding in Productivity Growth : Evidence from Wisconsin Dairy Farms. In *2021 Annual Meeting, August 1-3, Austin, Texas*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.313882>
  83. ICAR. (2017). *Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording*. In *Guidelines*.
  84. ICAR. (2018). *General Rules for ICAR Guidelines*. 1–15.
  85. Ivanov, G. Y., Bilgucu, E., Ivanova, I. V., Uzaticı, A., & Balabanova, T. B. (2016). Monitoring of the Somatic Cells Count for Improving Milk and Dairy Products Quality. *Scientific Works of University of Food Technologies*, 63(1), 90–97.

86. Ivanyuk, V. P., Chernenok, V. V, Krivopushkina, E. A., Bobkova, G. N., & Tkachev, M. A. (2021). Etiopathogenesis , Diagnostics , And Treatment Of Bovine Mastitis. *Nat. Volatiles & Essent. Oils*, 8(4), 7875–7893.
87. Ivkić, Z. (2020). STRUČNE AKTIVNOSTI HAPIH-A U GOVEDARSTVU. *Zbornik Predavanja 15. Savjetovanja Uzgajivača Goveda u Republici Hrvatskoj*, 51–58.
88. Jamali, H., Barkema, H. W., Jacques, M., Lavallée-Bourget, E. M., Malouin, F., Saini, V., Stryhn, H., & Dufour, S. (2018). Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 4729–4746. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13730>
89. Józwiak, A., Strzałkowska, N., Bagnicka, E., Grzybek, W., Krzyzewski, J., Poławska, E., Kołataj, A., & Horbańczuk, J. O. (2012). Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 57(8), 353–360. <https://doi.org/10.17221/6270-cjas>
90. Jurinić Kojić, M., & Mišćević, Z. (2023). Sirovo mlijeko i mliječni proizvodi.
91. Kamal, R. M., Bayoumi, M. A., & Abd El Aal, S. F. A. (2014). Correlation between some direct and indirect tests for screen detection of subclinical mastitis. *International Food Research Journal*, 21(3), 1249–1254.
92. Kaneko, J. J., Harvey, J., & Bruss, M. L. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, (6th ed.). Academic Press. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.X0001-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.X0001-3)
93. Karthick, G. S., Sridhar, M., & Pankajavalli, P. B. (2020). Internet of Things in Animal Healthcare (IoTAH): Review of Recent Advancements in Architecture, Sensing Technologies and Real-Time Monitoring. *SN Computer Science*, 1(5), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00310-z>
94. Kayano, M., Itoh, M., Kusaba, N., Hayashiguchi, O., Kida, K., Tanaka, Y., Kawamoto, K., & Gröhn, Y. T. (2018). Associations of the first occurrence of pathogen-specific clinical mastitis with milk yield and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 85(3), 309–316. <https://doi.org/10.1017/S0022029918000456>
95. Kessell, A. (2015). Bovine haematology and biochemistry. In P. Cockroft (Ed.), *Bovine medicine* (Vol. 7, Issue 1, pp. 146–160). Wiley-Blackwell.
96. Kitchen, B. J. (1981). Review of the progress of dairy science: Bovine mastitis: Milk compositional changes and related diagnostic tests. *Journal of Dairy Research*, 48(1), 167–188. <https://doi.org/10.1017/S0022029900021580>
97. Kleen, J. L., & Guatteo, R. (2023). Precision Livestock Farming: What Does It Contain

- and What Are the Perspectives? *Animals*, 13(5), 1–15.  
<https://doi.org/10.3390/ani13050779>
98. Knight, C. H., Peaker, M., & Wilde, C. J. (1998). Local control of mammary development and function. *Reviews of Reproduction*, 3(2), 104–112.  
<https://doi.org/10.1530/ror.0.0030104>
  99. Krishnappa, S., Satyanarayana, M.L. Narayanaswamy, H. D., Rao, S., Yathiraj, S., Isloor, S., Mukartal, S. Y., Gupta, S., Singh, S. V., & Elattuvalappil, A. M. (2016). Haemato-biochemical profile and milk leukocyte count in subclinical and clinical mastitis affected buffaloes. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4(12), 642–647. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14737/journal.aavs/2016/4.12.642.647>
  100. Kul, E., Şahin, A., Atasever, S., Uğurlutepe, E., & Soydaner, M. (2019). The effects of somatic cell count on milk yield and milk composition in Holstein cows. *Veterinarski Arhiv*, 89(2), 143–154. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0168>
  101. Kwak, H. S., Mijan, M. Al, & Ganesan, P. (2014). Application of Nanomaterials, Nano- and Microencapsulation to Milk and Dairy Products. *Nano- and Microencapsulation for Foods*, 9781118292(October 2017), 273–300.  
<https://doi.org/10.1002/9781118292327.ch11>
  102. Läpple, D., Holloway, G., Lacombe, D. J., & O’Donoghue, C. (2017). Sustainable technology adoption: A spatial analysis of the Irish Dairy Sector. *European Review of Agricultural Economics*, 44(5), 810–835. <https://doi.org/10.1093/erae/jbx015>
  103. Lasser, J., Matzhold, C., Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., Steininger, F., Wittek, T., & Klimek, P. (2021). Integrating diverse data sources to predict disease risk in dairy cattle—a machine learning approach. *Journal of Animal Science*, 99(11), skab294.  
<https://doi.org/10.1093/jas/skab294>
  104. Lievaart, J. (2011). Somatic cell count in dairy herds. *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde*, 136(3), 166–169.
  105. Lipkens, Z., Piepers, S., De Visscher, A., & De Vliegher, S. (2019). Evaluation of test-day milk somatic cell count information to predict intramammary infection with major pathogens in dairy cattle at drying off. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4309–4321.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15642>
  106. Liu, P., He, B. X., Yang, X. L., Hou, X. L., Han, J. Bin, Han, Y. H., Nie, P., Deng, H. F., & Du, X. H. (2012). Bioactivity Evaluation of Certain Hepatic Enzymes in Blood Plasma and Milk of Holstein Cows. *Pakistan Veterinary Journal*, 32(4), 601–604.
  107. Lokhorst, C., De Mol, R. M., & Kamphuis, C. (2019). Invited review: Big Data in

- precision dairy farming. *Animal*, 13(7), 1519–1528.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731118003439>
108. Malik, T. A., Mohini, M., Mir, S. H., Ganaie, B. A., Singh, D., Varun, T. K., Howal, S., & Thakur, S. (2018). Somatic cells in relation to udder health and milk quality-A review. In *Journal of Animal Health and Production* (Vol. 6, Issue 1, pp. 18–26). Nexus Academic Publishers. <https://doi.org/10.17582/journal.jahp/2018/6.1.18.26>
  109. Maloku, D. (2020). Adoption of Precision Farming Technologies: USA and EU Situation. *SEA: Practical Application of Science*, VIII(22 (1/2020)), 7–14.
  110. Maltz, E. (2010). Novel technologies: sensors, data and precision dairy farming. *The First North American Conference on Precision Dairy Management*.
  111. Mardones, L., & Villagrán, M. (2020). Lactose Synthesis. In N. Gutiérrez-Méndez (Ed.), *Lactose and Lactose Derivatives* (IntechOpen, Issue March 2020). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91399>
  112. Mekroud, M., Arzour-Lakehal, N., Ouchene-Khelifi, N. A., Ouchene, N., Titi, A., & Mekroud, A. (2021). Seasonal variations in hematological profile of Holstein dairy cows as an indicator for physiological status assessment. *Agricultural Science and Technology*, Volume 13, Issue 1, 28–33. <https://doi.org/10.15547/ast.2021.01.005>
  113. Miglior, F., Sewalem, A., Jamrozik, J., Lefebvre, D. M., & Moore, R. K. (2006). Analysis of milk urea nitrogen and lactose and their effect on longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4886–4894. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72537-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72537-1)
  114. Mikó, E., Atasever, S., Gráff, M., & Erdem, H. (2016). Influence of Somatic Cell Count on Daily Milk Yield and Milk Production Losses in Primiparous Hungarian Holstein Cows. In *Memoriam Ferenc Kovács International Congress on Veterinary and Animal Science*.
  115. Milan, H. F. M., Perano, K. M., & Gebremedhin, K. G. (2018). Survey and future prospects in precision dairy farming. 10th International Livestock Environment Symposium, ILES 2018, Iles X, 1–8. <https://doi.org/10.13031/iles.ILES18-053>
  116. Mohamed, G. A. E. (2014). Investigation of Some Enzymes Level in Blood and Milk Serum in Two Stages of Milk Yield Dairy Cows At Assiut City. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 60(142), 110–120. <https://doi.org/10.21608/avmj.2014.170982>
  117. Mosser, D. M., & Edwards, J. P. (2008). Exploring the full spectrum of macrophage activation. *Nat Rev Immunology*, 8(12), 958–969. <https://doi.org/10.1038/nri2448>
  118. Moyes, K. M., Larsen, T., Friggens, N. C., Drackley, J. K., & Ingvarsen, K. L. (2009).

- Identification of potential markers in blood for the development of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle at parturition and during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 92(11), 5419–5428. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2088>
119. Mukhamadieva, N., Julanov, M., Zainettinova, D., Stefanik, V., Nurzhumanova, Z., Mukataev, A., & Suychinov, A. (2022). Prevalence, Diagnosis and Improving the Effectiveness of Therapy of Mastitis in Cows of Dairy Farms in East Kazakhstan. *Veterinary Sciences*, 9(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080398>
  120. Naidu, T. G., & Newbould, F. H. (1973). Glycogen in leukocytes from bovine blood and milk. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 37(1), 47–55.
  121. Nantapo, C. T. W., & Muchenje, V. (2013). Winter and spring variation in daily milk yield and mineral composition of Jersey, Friesian cows and their crosses under a pasture-based dairy system. *South African Journal of Animal Sciences*, 43(5). <https://doi.org/10.4314/sajas.v43i5.3>
  122. Narváez-Semanate, J. L., Daza-Bolaños, C. A., Valencia-Hoyos, C. E., Hurtado-Garzón, D. T., & Acosta-Jurado, D. C. (2022). Diagnostic methods of subclinical mastitis in bovine milk: an overview. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 75(3), 10077–10088. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n3.100520>
  123. Ng-Kwai-Hang, K. F., Hayes, J. F., Moxley, J. E., & Monardes, H. G. (1984). Variability of Test-Day Milk Production and Composition and Relation of Somatic Cell Counts with Yield and Compositional Changes of Bovine Milk. *Journal of Dairy Science*, 67(2), 361–366. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81309-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81309-0)
  124. Nir, O. (2003). What are production diseases, and how do we manage them? *Acta Veterinaria Scandinavica, Supplement*, 98, 21–32. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-s1-s21>
  125. Nóbrega, D. B., & Langoni, H. (2011). Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(12), 1045–1052. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011001200002>
  126. Norton, T., & Berckmans, D. (2017). Developing precision livestock farming tools for precision dairy farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 18–23. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0104>
  127. Osorio, J. S., Lohakare, J., & Bionaz, M. (2016). Biosynthesis of milk fat, protein, and lactose: Roles of transcriptional and posttranscriptional regulation. *Physiological Genomics*, 48(4), 231–256. <https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.00016.2015>
  128. Paape, M. J., Bannerman, D. D., Zhao, X., & Lee, J. W. (2003). The bovine neutrophil:

- Structure and function in blood and milk. In *Veterinary Research* (Vol. 34, Issue 5, pp. 597–627). <https://doi.org/10.1051/vetres:2003024>
129. Paixão, M. G., Abreu, L. R., Richert, R., & Ruegg, P. L. (2017). Milk composition and health status from mammary gland quarters adjacent to glands affected with naturally occurring clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7522–7533. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12547>
130. Petzer, I. M., Karzis, J., Donkin, E. F., Webb, E. C., & Etter, E. M. C. (2017). Validity of somatic cell count as indicator of pathogen-specific intramammary infections. *Journal of the South African Veterinary Association*, 88(1). <https://doi.org/10.4102/jsava.v88i0.1465>
131. Pfützner, M., & Ózsvári, L. (2016). The Economic Impact Of Decreased Milk Production Due To Subclinical Mastitis In East German Dairy Herds. *World Buiatrics Congress*.
132. Puppel, K., & Kuczyńska, B. (2016). Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(13), 4321–4328. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7779>
133. Radovic, B., Jotanovic, S., Savic, D., & Nitovski, A. (2011). Blood biochemical parameters of simmental cows in different phases of reproductive cycle. *Veterinarski Glasnik*, 65(3–4), 191–201. <https://doi.org/10.2298/vetgl1104191r>
134. Ramesh, K., Lakshmi, K., Ambica, G., & Swathi, B. (2021). Studies of sub clinical mastitis in buffaloes. *Asian Journal of Dairy Science*, 1(1), 108–112.
135. Rathaur, A., Prakash, V., Gupta, P. K., Singh, S. J., & Bhatshwar, V. (2020). Effect of subclinical mastitis in compositional change in milk and blood parameter of crossbred dairy cow. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 10–12. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2a.9247>
136. Ratledge, C., & Dover, L. G. (2000). Iron metabolism in pathogenic bacteria. *Annual Review of Microbiology*, 54(October), 881–941. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.881>
137. Romero, J., Benavides, E., & Meza, C. (2018). Assessing financial impacts of subclinical mastitis on Colombian Dairy Farms. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(NOV). <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00273>
138. Sadeghi-Sefidmazgi, A., & Amer, P. R. (2015). Milk losses and quality payment associated with somatic cell counts under different management systems in an arid climate. *Canadian Journal of Animal Science*, 95(3), 351–360.

<https://doi.org/10.4141/CJAS-2014-128>

139. Sadek, K., Saleh, E., & Ayoub, M. (2017). Selective, reliable blood and milk biomarkers for diagnosing clinical and subclinical bovine mastitis. *Tropical Animal Health and Production*, 49(2), 431–437. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1190-7>
140. Saleh, N., Allam, T., Omran, A., & Abdelfattah, A. (2022). Evaluation of Changes in Hemato-Biochemical, Inflammatory, and Oxidative Stress Indices as Reliable Diagnostic Biomarkers for Subclinical Mastitis in Cows. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 72(2), 23–34. <https://doi.org/10.5455/ajvs.140786>
141. Sarvesha, K., Satyanarayana, M. L., Narayanaswamy, H. D., Rao, S., Yathiraj, S., Isloor, S., Mukartal, S. Y., Srikanth, M., Anuradha, M. E., & Kamal, H. (2016). Effect of Subclinical and Clinical Mastitis on Haemato- Biochemical Profile and Milk Leukocyte Count in Indigenous Cows. *Journal of Cell and Tissue Research*, 16(3), 5829–5834. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11155.63527>
142. SAS Institute Inc. (2019). *SAS User ’ s Guide , Version 9.4*. SAS Institute Inc. Cary, NC.
143. Sasaki, M., Eigel, W. N., & Keenan, T. W. (1978). Lactose and major milk proteins are present in secretory vesicle-rich fractions from lactating mammary gland. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 75(10), 5020–5024. <https://doi.org/10.1073/pnas.75.10.5020>
144. Schukken, Y. H., Wilson, D. J., Welcome, F., Garrison-Tikofsky, L., & Gonzalez, R. N. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research*, 34(5), 579–596. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003028>
145. Schultz, L. H. (1977). Somatic Cells in Milk-Physiological Aspects and Relationship to Amount and Composition of Milk. *Journal of Food Protection*, 40(2), 125–131. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-40.2.125>
146. Seegers, H., Fourichon, C., & Beaudeau, F. (2003). Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. In *Veterinary Research* (Vol. 34, Issue 5, pp. 475–491). <https://doi.org/10.1051/vetres:2003027>
147. Shanwad, U., Patil, V., Dasog, G., Mansur, C., & Shashidhar, K. (2002). Global Positioning System (GPS) in Precision Agriculture. *The Asian GPS Conference*, November 2014, 24–25.
148. Sharma, N., Gurdeep Singh, S., Sharma, S., Misri, J., Gupta, S., & Hussain, K. (2018). Mastitis Occurrence Pattern in Dairy Cows and Importance of Related Risk Factors in the Occurrence of Mastitis. *Journal of Animal Research*, 2(April), 315–326.

<https://doi.org/10.30954/2277-940X.04.2018.23>

149. Silanikove, N., Merin, U., Shapiro, F., & Leitner, G. (2014). Milk metabolites as indicators of mammary gland functions and milk quality. *Journal of Dairy Research*, 81(3), 358–363. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000260>
150. Singh, R., Bhardwaj, R. K., Azad, M. S., & Beigh, S. A. (2014). Effect of mastitis on haemato-biochemical and plasma mineral profile in crossbred cattle. *Indian Journal of Animal Research*, 48(1), 63–66. <https://doi.org/10.5958/j.0976-0555.48.1.013>
151. Smith, J. W., Ely, L. O., & Chapa, A. M. (2000). Effect of region, herd size, and milk production on reasons cows leave the herd. *Journal of Dairy Science*, 83(12), 2980–2987. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75198-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75198-8)
152. Smith, K. L., Hillerton, J. E., & Harmon, R. J. (2001). Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and signs of clinical mastitis. *National Mastitis Council*, 9, 11–13.
153. Sordillo, L. M., & Aitken, S. L. (2021). Mammary Resistance Mechanisms: Endogenous. In P. McSweeney & J. McNamara (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (3rd ed.). Elsevier Ltd.
154. Sordillo, L. M., Shafer-Weaver, K., & DeRosa, D. (1997). Immunobiology of the Mammary Gland. *Journal of Dairy Science*, 80(8), 1851–1865. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76121-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76121-6)
155. Stelwagen, K. (2011). Lactose. In J. W. Fuquay, P. F. Fox, & P. L. H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (2nd ed., pp. 367–372). Academic Press is an imprint of Elsevier.
156. Stelwagen, K. (2016). Mammary Gland, Milk Biosynthesis and Secretion: Lactose. In *Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.00885-4>
157. Stocco, G., Summer, A., Cipolat-Gotet, C., Zanini, L., Vairani, D., Dadousis, C., & Zecconi, A. (2020). Differential somatic cell count as a novel indicator of milk quality in dairy cows. *Animals*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/ani10050753>
158. Stojević, Z., Piršljina, J., Milinković-Tur, S., Zdelar-Tuk, M., & Ljubić, B. B. (2005). Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Veterinarski Arhiv*, 75(1), 67–73.
159. Sumon, M. R., Parvin, S., Ehsan, A., & Islam, T. (2020). Dynamics of somatic cell count and intramammary infection in lactating dairy cows. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(2), 314–319.



<https://doi.org/10.5455/JAVAR.2020.G423>

160. Targowski, S. P. (1983). Role of Immune Factors in Protection of Mammary Gland. *Journal of Dairy Science*, 66(8), 1781–1789. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)82006-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)82006-2)
161. Tomazi, T., Ferreira, G. C., Orsi, A. M., Gonçalves, J. L., Ospina, P. A., Nydam, D. V., Moroni, P., & dos Santos, M. V. (2018). Association of herd-level risk factors and incidence rate of clinical mastitis in 20 Brazilian dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 161(April), 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.007>
162. Tripathy, R. K., Rath, P. K., Mishra, B. P., Panda, S. K., & Jena, B. (2018). Clinico-Pathological and Compositional Changes in Milk of Mastitis Cows. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(06), 1680–1687. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.706.199>
163. Tsukano, K., & Suzuki, K. (2020). Serum iron concentration is a useful biomarker for assessing the level of inflammation that causes systemic symptoms in bovine acute mastitis similar to plasma haptoglobin. *Journal of Veterinary Medical Science*, 82(10), 1440–1444. <https://doi.org/10.1292/jvms.20-0388>
164. Turk, R., Rošić, N., Kuleš, J., Horvatić, A., Gelemanovic, A., Galen, A., Ljubić, B. B., Benić, M., Stevanović, V., Mrljak, V., Chadwick, C. C., & Eckersall, P. D. (2021). Milk and serum proteomes in subclinical and clinical mastitis in Simmental cows. *Journal of Proteomics*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2021.104277>
165. Tustin, P. B. (1926). Progres in the Dairy Industry. *Journal of the Royal Sanitary Institute*, 47(5), 361–365.
166. United Nations Department of Economic and Social Affairs, P. D. (2021). Global Population Growth and Sustainable Development. In UN DESA/POP/2021/TR/NO. 2.
167. Valdrina, F., Dimitar, N., Besirm, J., & Metodija, T. (2014). Economics of milk yield losses in one dairy farm in Macedonia associated with clinical mastitis. *International Journal of Business & Technology*, 3(1), 42–50. <https://doi.org/10.33107/ijbte.2014.3.1.06>
168. Voelker, D. E. (1981). Dairy Herd Improvement Associations. *Journal of Dairy Science*, 64(6), 1269–1277. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82700-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82700-2)
169. Wani, S. A., Haq, R. I. U., Parray, O. R., Nazir, Q. U. A., Mushtaq, M., Bhat, R. A., Parrah, J. U., Chakraborty, S., Dhama, K., & Yatoo, M. I. (2022). A Brief Analysis of Economic Losses Due to Mastitis in Dairy Cattle. *Indian Veterinary Journal*, 99(2), 27–31.

170. Wankhade, P. R., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Ramesha, K. P., Sejian, V., Rajendran, D., & Varghese, M. R. (2017). Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. In *Veterinary World* (Vol. 10, Issue 11, pp. 1367–1377). Veterinary World. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1367-1377>
171. Weber, C. T., Corrêa Schneider, C. L., Busanello, M., Bandeira Calgaro, J. L., Fioresi, J., Gehrke, C. R., da Conceição, J. M., & Haygert-Velho, I. M. P. (2020). Season effects on the composition of milk produced by a Holstein herd managed under semi-confinement followed by compost bedded dairy barn management. *Semina: Ciências Agrárias*, 41(5), 1667–1678. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5p1667>
172. Weiss, G., & Schaible, U. E. (2015). Macrophage defense mechanisms against intracellular bacteria. *Immunological Reviews*, 264(1), 182–203. <https://doi.org/10.1111/imr.12266>
173. Xiao, C. T., & Cant, J. P. (2005). Relationship between glucose transport and metabolism in isolated bovine mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2794–2805. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72959-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72959-3)
174. Yadeta, W., Habte, D., Kassa, N., & Fetene, E. (2020). Dairy Farm Record Keeping with Emphasis on its Importance, Methods, Types, and Status in Some Countries. *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 8(4), 16–25. <https://doi.org/10.20431/2349-0365.0804003>
175. Yang, L., Yang, Q., Yi, M., Pang, Z. H., & Xiong, B. H. (2013). Effects of seasonal change and parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 6863–6869. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6846>
176. Yaqub, L. S., Kawu, M. U., & Ayo, J. O. (2013). Influence of reproductive cycle, sex, age and season on haematologic parameters in domestic animals: A review. *Journal of Cell and Animal Biology*, 7(4), 37–43. <https://doi.org/10.5897/jcab12.063>
177. Yildiz, H., & Kaygusuzoğlu, E. (2005). Investigation of Ca, Zn, Mg, Fe and Cu concentrations in blood and milk of cows with negative and positive CMT results. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 49(2), 209–213.
178. Zannatul, M., Siddiqe, F., Islam, S. S., & Das, C. (2015). Haematobiochemical changes in subclinical mastitis affected high yielding dairy cows in Chittagong district. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 2(4), 30–34.
179. Zhang, Q., Koser, S. L., Bequette, B. J., & Donkin, S. S. (2015). Effect of propionate on mRNA expression of key genes for gluconeogenesis in liver of dairy cattle. *Journal of*

Dairy Science, 98(12), 8698–8709. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9590>

180. Zhao, F. Q., & Keating, A. F. (2007). Expression and Regulation of Glucose Transporters in the Bovine Mammary Gland. *Journal of Dairy Science*, 90(S), E76–E86. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-470>

## 9 SAŽETAK

Provedba ovoga istraživanja podrazumijevala je terenski te analitički dio istraživanja. Terenski dio istraživanja je proveden na odabranoj farmi mliječnih goveda holstein pasmine prilikom čega je uzorkovana krv te mlijeko 25 odabranih životinja u cilju utvrđivanja kvalitete mlijeka, biokemijskih pokazatelja u krvi (aspartat amino transferaza,  $\gamma$ -glutamil transferaza, glukoza, trigliceridi,  $\beta$ -hidroksibutirat, urea, protein, albumin, željezo i kalcij) i mliječnoj plazmi (aspartat amino transferaza,  $\gamma$ -glutamil transferaza, glukoza, urea, protein, albumin, željezo i kalcij) te hematoloških (sedimentacija eritrocita nakon 8 h, sedimentacija eritrocita nakon 24 h, sedimentacija eritrocita nakon 48 h, broj leukocita, broj eritrocita, hemoglobin i hematokrit) pokazatelja. Biokemijski pokazatelji u krvi i mliječnoj plazmi određeni su automatskim kliničko-kemijskim analizatorom Beckman Coulter AU680. Koncentracija  $\beta$ -hidroksibutirata određena je pomoću komercijalnih kompleta enzimskom kolorimetrijskom metodom. Hematološki pokazatelji analizirani su na Poch 100Veff. Analitički dio istraživanja obuhvatio je i bazu podataka kontrole mliječnosti preuzetu od HAPIH-a. Nakon logične kontrole podataka baza podataka sadržavala je ukupno 3.953.637 zapisa na kontrolni dan krava holstein pasmine te 4.922.751 zapisa na kontrolni dan krava simentalske pasmine te se odnosila na period kontrole mliječnosti od 1/1/2005 do 31/12/2022. Obzirom na stadij laktacije krave su grupirane jedanaest razreda (< 30, 30 – 60, ..., 270 – 300, > 300), dok su obzirom na redosljed laktacije, krave su grupirane u 4 različita razreda: 1., 2., 3., i  $\geq$  4. Nadalje, obzirom na datum kontrole mliječnosti, zapisi na kontrolni dan su grupirani u četiri sezone (12., 1., 2. – zima; 3., 4., 5. – proljeće; 6., 7., 8. – ljeto; te 9., 10., 11. – jesen). U ovisnosti o veličini stada formirano je šest razreda: < 5 krava; 5 – 10 krava; 10 – 50 krava; 50 – 200 krava; 200 – 500 krava; > 500 krava.

Rizik pojavnosti i pojava mastitisa određen je sukladno dnevnom sadržaju laktoze (DLC) te broju somatskih stanica na dan (SCC). Dnevni sadržaj laktoze  $DLC \geq 4,5\%$  indicira zdrave životinje, dok  $DLC < 4,5\%$  indicira rizik pojavnosti mastitisa. Broj somatskih stanica na dan  $SCC < 200.000/ml$  indicira zdrave krave,  $SCC$  u intervalu od 200.000/ml do 400.000/ml indicira krave u riziku od mastitisa, dok  $SCC > 400.000/ml$  indicira krave u mastitisu. Rizik pojavnosti i pojava mastitisa u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalske pasmine) definiran je kao broj (N) te udio (%) krava u pojedinom razredu ocjene mastitisa (sukladno dnevnom sadržaju laktoze te broju somatskih stanica na dan) od ukupnog broja životinja. Nadalje, rizik pojavnosti i pojava izračunat je zasebno po razredima stadija i redosljeda laktacije, te sezone i veličine stada. Analiza utjecaj pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih

krava (holstein i simentalke pasmine) na proizvodne pokazatelje pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti, uključila je samo krave s utvrđenim rizikom mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ;  $SCC: 200.000/ml - 400.000/ml$ ) te krave sa utvrđenim mastitisom ( $SCC > 400.000/ml$ ). Dnevna količina mlijeka izmjerena na dan kontrole mliječnosti kada je utvrđen rizik pojavnosti / pojavnost mastitisa definirana je kao referentna. Nadalje, indeks mastitisa definiran je s obzirom na broj dana nakon utvrđenog rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa kako slijedi: D-0 = zapis na kontrolni kada je rizik pojavnosti / pojavnost mastitisa utvrđen, A-1 = unutar 35 dana, A-2 = između 36 i 70 dana, A-3 = između 71 i 105 dana, a A-4 = više od 105 dana. Utjecaj rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa na dnevnu količinu mlijeka analiziran je zasebno po razredima redosljeda laktacije, sezone i veličine stada pomoću uporabom odabranog statističkog modela. Signifikantnost razlika između procijenjenih srednjih vrijednosti testirana je Scheffeovom metodom višestrukih usporedbi koristeći MIXED proceduru u SAS-u. Nadalje, direktni gubitci u proizvodnji mlijeka prikazani su kao izostala proizvodnja uslijed rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa izražena kao količina (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein i simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ;  $SCC 200.000 - 400.000$ ) te pojavnosti mastitisa ( $SCC > 400.000$ ) zasebno po razredima redosljeda laktacije, sezone i veličine stada.

Temeljem provedenog istraživanja rizika pojavnosti, pojavnosti te posljedica pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava holstein i simentalke pasmine može se zaključiti sljedeće: utvrđeno je postojanje varijabilnosti i kovarijabilnosti dnevnih proizvodnih svojstava (dnevna količina mlijeka, dnevni sadržaj laktoze i broj somatskih stanica) i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka krava te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava; utvrđeno je postojanje varijabilnosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme i mlijeka te hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi ovisno o razredima dnevnog sadržaja laktoze (koji ukazuju na rizik pojavnosti mastitisa) te broja somatskih stanica (koji ukazuje na zdravstveni status životinje); utvrđeno je postojanje varijabilnosti u riziku pojavnosti, te pojavnosti mastitisa u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalke pasmine) u ovisnosti o redosljedu te stadiju laktacije, zatim sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada; utvrđena je varijabilnost u utjecaju rizika pojavnosti i pojavnosti mastitisa na proizvodnosti pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalke pasmine) u ovisnosti o redosljedu laktacije, sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada; utvrđena je varijabilnost direktnih gubitaka u proizvodnji mlijeka, pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti u populaciji mliječnih krava (holstein i simentalke pasmine) u ovisnosti o redosljedu laktacije, sezoni kontrole mliječnosti te veličini stada. U

konačnici, temeljem provedenog istraživanja možemo zaključiti da se dnevni sadržaj laktoze te broj somatskih stanica mogu preporučiti kao individualni indikatori rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa na farmama mliječnih krava uz uvažavanje utjecaja stadija i redoslijeda laktacije te sezone kontrole mliječnosti uvažavajući veličinu stada u kojem se procjena vrši. Nadalje, može se zaključiti kako se prihvaća postavljena hipoteza da postoji povezanost dnevnog sadržaja laktoze i broja somatskih stanica te rizika pojavnosti / pojavnosti mastitisa krava u proizvodnji mlijeka.

**Ključne riječi:** mliječna goveda, mastitis, pojavnost, indikatori

## 10 SUMMARY

The implementation of this research included a field and analytical part of the research. The field part of the research was conducted on a selected farm of dairy cattle of the Holstein breed, during which the blood and milk of 25 selected animals were sampled to determine the quality of the milk, biochemical indicators in the blood (aspartate aminotransferase,  $\gamma$ -glutamyl transferase, glucose, triglycerides,  $\beta$ -hydroxybutyrate, urea, protein, albumin, iron and calcium) and milk plasma (aspartate aminotransferase,  $\gamma$ -glutamyl transferase, glucose, urea, protein, albumin, iron and calcium) and haematological (erythrocyte sedimentation after 8 h, erythrocyte sedimentation after 24 h, erythrocyte sedimentation after 48 h, number of leukocytes, number of erythrocytes, haemoglobin and haematocrit) parameters. Biochemical parameters in blood and milk plasma were determined with an automatic clinical chemistry analyser Beckman Coulter AU680. The concentration of  $\beta$ -hydroxybutyrate was determined using commercial kits by the enzymatic colorimetric method. Haematological parameters were analysed at Poch 100Veff. The analytical part of the research included the milk recording database taken from HAPIH. After logical data control, the database contained a total of 3,953,637 test-day records of Holstein cows and 4,922,751 test-day records of Simmental cows related to the milk recording period from 1/1/2005 to 31/12/2022. Considering the stage of lactation, the cows are grouped into eleven classes (< 30, 30 – 60, ..., 270 – 300, > 300) while considering the parity, the cows are grouped into 4 different classes: 1st, 2nd, 3rd, ..., 4th+). Furthermore, concerning the date of milk recording, test-day records were grouped into four seasons (12, 1, 2 - winter; 3, 4, 5 - spring; 6, 7, 8 - summer; and 9, 10, 11 – autumn). Depending on the size of the herd, six classes were formed: < 5 cows; 5-10 cows; 10 – 50 cows; 50 – 200 cows; 200 – 500 cows; > 500 cows.

The risk of occurrence and occurrence of mastitis was determined according to the daily lactose content (DLC) and the number of somatic cells per day (SCC). Daily lactose content  $\text{DLC} \geq 4.5\%$  indicates healthy animals, while  $\text{DLC} < 4.5\%$  indicates the risk of mastitis. The number of somatic cells on the day  $\text{SCC} < 200,000/\text{ml}$  indicates healthy cows,  $\text{SCC}$  in the interval from 200,000/ml to 400,000/ml indicates cows at risk of mastitis, while  $\text{SCC} > 400,000/\text{ml}$  indicates cows with mastitis. The risk of occurrence and occurrence of mastitis in the population of dairy cows (Holstein and Simmental breeds) was defined as the number (N) and the share (%) of cows in a particular grade of mastitis (according to the daily lactose content and the number of somatic cells per day) of the total number of animals. Furthermore, the risk of occurrence and occurrence of mastitis was calculated separately by stage of

lactation and parity classes, as well as by recording season and herd size classes. The analysis of the effect of the occurrence of mastitis in the population of dairy cows (Holstein and Simmental breeds) on production indicators during successive milk yield controls included only cows with a determined risk of mastitis ( $DLC < 4.5\%$ ;  $SCC: 200,000/ml - 400,000/ml$ ) and cows with determined mastitis ( $SCC > 400,000/ml$ ). The amount of milk measured on the milk recording date when the risk of occurrence/occurrence of mastitis was determined is defined as a reference. Furthermore, the mastitis index was defined with regard to the number of days after the established risk of occurrence/occurrence of mastitis as follows: D-0 = record on the control when the risk of occurrence/occurrence of mastitis is determined, A-1 = within 35 days, A-2 = between 36 and 70 days, A-3 = between 71 and 105 days, and A-4 = more than 105 days. The effect of the risk of occurrence/occurrence of mastitis on the daily amount of milk was analysed separately by parity, recording season and herd size classes using a selected statistical model. The significance of differences between estimated lsmeans was tested by Scheffe's method of multiple comparisons using the MIXED procedure in SAS. Furthermore, direct losses in milk production were shown as missing production due to the risk of occurrence/occurrence of mastitis expressed as the quantity (kg) and value (Euro) of milk of Holstein cows and Simmental breeds at risk of occurrence of mastitis ( $DLC < 4.5\%$ ;  $SCC 200,000 - 400,000$ ) and incidence of mastitis ( $SCC > 400,000$ ) separately by class of lactation order, season and herd size.

Based on the conducted research on the risk of occurrence/occurrence of mastitis and consequences of the mastitis occurrence in the population of Holstein and Simmental dairy cows, the following can be emphasised: the existence of variability and covariability of daily production traits (daily milk yield, daily lactose content and somatic cells counts) and biochemical indicators in plasma and milk samples of cows and hematological indicators in blood samples of cows; the existence of variability of biochemical indicators in plasma and milk samples and hematological indicators in blood samples depending on the classes of daily lactose content (which indicate the risk of mastitis occurrence) and the somatic cells counts (which indicates the health status of the animal); the existence of variability in the risk of occurrence and occurrence of mastitis in the population of dairy cows (Holstein and Simmental breeds) depending on the stage of lactation, parity, recording season and herd size classes; the existence of variability in the effect of the risk of occurrence/occurrence of mastitis on productivity during successive milk recordings in the population of dairy cows (Holstein and Simmental breeds) depending on the parity, recording season and herd size classes; the existence of variability of direct losses in milk production during successive milk



recordings in the population of dairy cows (Holstein and Simmental breeds) depending on the parity, recording season and herd size classes. Finally, based on the conducted research, it could be concluded that the daily lactose content and the somatic cells counts can be recommended as individual indicators of the risk of occurrence/occurrence of mastitis on dairy cattle farms, considering the effect of the stage of lactation, parity and the recording season, considering the size of the herd in which the assessment is performed. Furthermore, it could be concluded that the hypothesis that there is an association between the daily lactose content and the somatic cell counts and the risk of occurrence/occurrence of mastitis in cows in milk production is accepted.

**Keywords:** dairy cattle, mastitis, occurrence, indicators

## 11 PRILOG

### I POPIS TABLICA

Tablica 1. Standardi ICAR-a za intervale između kontrola (Izvor: Gantner i Jovanovac, 2004). .....	11
Tablica 2. Osnovni statistički parametri dnevnih svojstava mliječnosti krava holstein i simentalne pasmine ovisno o redoslijedu laktacije.....	39
Tablica 3. Osnovni statistički pokazatelji dnevnih svojstava mliječnosti ispitivanih krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije).....	42
Tablica 4. Osnovni statistički pokazatelji dnevnih svojstava mliječnosti ispitivanih krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole).....	43
Tablica 5. Osnovni statistički pokazatelji ispitivanih biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije).....	45
Tablica 6. Osnovni statistički parametri ispitivanih biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole).....	48
Tablica 7. Osnovni statistički pokazatelji biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije).....	50
Tablica 8. Osnovni statistički pokazatelji biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole).....	52
Tablica 9. Osnovni statistički pokazatelji hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine (po redoslijedu laktacije).....	56
Tablica 10. Osnovni statistički pokazatelji hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine (po mjesecima kontrole).....	57
Tablica 11. Koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti i biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine.....	59
Tablica 12. Koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti i biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava Holstein pasmine.....	60
Tablica 13. Koeficijenti korelacije između dnevnih svojstava mliječnosti i hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine.....	61
Tablica 14. Procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima plazme krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica.....	62

Tablica 15. Procijenjene srednje vrijednosti biokemijskih pokazatelja u uzorcima mlijeka krava holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica.....	63
Tablica 16. Procijenjene srednje vrijednosti hematoloških pokazatelja u uzorcima krvi krava Holstein pasmine u ovisnosti o razredima dnevnog sadržaja laktoze te broja somatskih stanica .....	64
Tablica 17. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o redoslijedu laktacije .....	66
Tablica 18. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o redoslijedu laktacije .....	67
Tablica 19. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o redoslijedu laktacije.....	67
Tablica 20. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o redoslijedu laktacije.....	67
Tablica 21. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o stadiju laktacije .....	68
Tablica 22. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o stadiju laktacije .....	68
Tablica 23. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o stadiju laktacije.....	69
Tablica 24. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o stadiju laktacije.....	69
Tablica 25. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o sezoni kontrole .....	70
Tablica 26. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o sezoni kontrole .....	70
Tablica 27. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o sezoni kontrole .....	71
Tablica 28. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o sezoni kontrole .....	71
Tablica 29. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o veličini stada .....	72
Tablica 30. Apsolutni i relativni broj krava simentalke pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno dnevnom sadržaju laktoze ovisno o veličini stada .....	72

Tablica 31. Apsolutni i relativni broj krava holstein pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o veličini stada.....	73
Tablica 32. Apsolutni i relativni broj krava simentalske pasmine u pojedinom razredu mastitis ocjene sukladno broju somatskih stanica na dan ovisno o veličini stada.....	73
Tablica 33. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o redoslijedu laktacija.....	75
Tablica 34. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalske pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o redoslijedu laktacija.....	75
Tablica 35. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o redoslijedu laktacija .....	76
Tablica 36. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalske pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o redoslijedu laktacija .....	77
Tablica 37. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o redoslijedu laktacija.....	78
Tablica 38. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalske pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o redoslijedu laktacija.....	79
Tablica 39. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole .....	80
Tablica 40. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalske pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole .....	81
Tablica 41. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole .....	82
Tablica 42. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalske pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole .....	83

Tablica 43. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ) ovisno o sezoni kontrole .....	84
Tablica 44. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ) ovisno o sezoni kontrole .....	85
Tablica 45. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) ovisno o veličini stada.....	86
Tablica 46. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) ovisno o veličini stada.....	87
Tablica 47. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) ovisno o veličini stada .....	88
Tablica 48. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) ovisno o veličini stada .....	89
Tablica 49. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ) ovisno o veličini stada.....	90
Tablica 50. Procijenjene dnevne količine mlijeka, te razlike pri sukcesivnim kontrolama mliječnosti krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa ( $SCC > 400.000 /ml$ ) ovisno o veličini stada.....	91
Tablica 51. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) ovisno o redoslijedu laktacije .....	92
Tablica 52. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $DLC < 4,5\%$ ) ovisno o redoslijedu laktacije .....	93
Tablica 53. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) ovisno o redoslijedu laktacije .....	93
Tablica 54. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa ( $SCC = 200.000 - 400.000/ml$ ) ovisno o redoslijedu laktacije .....	94

Tablica 55. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o redosljedu laktacije.....	95
Tablica 56. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o redosljedu laktacije.....	95
Tablica 57. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole.....	96
Tablica 58. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o sezoni kontrole.....	96
Tablica 59. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole .....	97
Tablica 60. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o sezoni kontrole .....	97
Tablica 61. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o sezoni kontrole.....	98
Tablica 62. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o sezoni kontrole.....	98
Tablica 63. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o veličini stada .....	99
Tablica 64. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (DLC < 4,5%) ovisno o veličini stada .....	99
Tablica 65. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o veličini stada .....	100
Tablica 66. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine u riziku pojavnosti mastitisa (SCC = 200.000 – 400.000/ml) ovisno o veličini stada .....	100
Tablica 67. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava holstein pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o veličini stada .....	101
Tablica 68. Procijenjeni gubici u količini (kg) i vrijednosti (eur) mlijeka krava simentalke pasmine sa pojavnošću mastitisa (SCC > 400.000 /ml) ovisno o veličini stada. ....	101

## II POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz sustava preciznog mliječnog govedarstva (Izvor: Kleen i Guatteo, 2023).....	7
Slika 2. Provedba kontrole mliječnosti (Izvor: HAPIH, 2020).....	13
Slika 3. Kemijska struktura laktoze (Izvor: Kwak i sur., 2014).....	17
Slika 4. Sinteza laktoze (Izvor: Hettinga, 2019) .....	18
Slika 5. Sinteza laktoze sa transporterima Golgijeve membrane. GT- galaktozil transferaza; LALB- $\alpha$ -laktalbumin (Izvor: Mardones i Villagrán, 2020). .....	19
Slika 6. Unos glukoze u epitelne stanice mliječne žlijezde sa transporterima glukoze (Izvor: Mardones i Villagrán, 2020). .....	20
Slika 7. Dijagramski prikaz zdrave i mastitične mliječne žlijezde. (Izvor: M. N. Alhussien i Dang, 2018).....	23
Slika 8. Mikroskopski pregled razmaza somatskih stanica mlijeka (Izvor: M. N. Alhussien i Dang, 2018).....	24
Slika 9. Struktura makrofaga (Izvor: Encyclopædia Britannica, 2020) .....	27
Slika 10. Glavne klase limfocita (Izvor: Abbas i sur., 2018). .....	28
Slika 11. Ključni procesi i funkcije neutrofila (Izvor: Sordillo i Aitken, 2021). .....	30

## ŽIVOTOPIS

Ivana Jožef rođena je 4. prosinca 1968. godine u Beogradu, Republika Srbija. Trenutno živi u Temerinu i radi u Novom Sadu (AP vojvodina, Republika Srbija). Od studenog 2018. godine zaposlena je kao stručni suradnik u Glavnoj odgajivačkoj organizaciji AP Vojvodina, pri Departmanu za stočarstvo Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu. Primarna djelatnost joj je ocjena uzgojne vrijednosti, te razvoj i implementacija softvera za tu svrhu. Također je uključena u edukaciju studenata kao stručnjak iz prakse i u koordinaciju rada Regionalnih i Osnovnih odgajivačkih organizacija na teritoriji AP Vojvodine. U periodu od 2012. do 2018. radila je na fami Spreča (Kalesija, Bosna i Hercegovina) kao šef proizvodnje u stočarstvu (sektor govedarstvo). Tijekom akademskih godina 2016/17, 2017/18 i 2018/19 sudjelovala je u svojstvu asistenta (istaknuti stručnjak iz prakse) u izvođenju vježbi na sljedećim predmetima: Selekcija i oplemenjivanje u stočarstvu, Ishrana preživača i Ishrana nepreživara na studijskom programu Agronomija – animalna proizvodnja, Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Tuzli, te je bila i voditelj stručne prakse studentima na istom Fakultetu. U periodu od 2005. do 2012. radila je kao selekcionar i pomoćnik direktora na farmi mliječnih krava Farmland i Holstein Repro-centar (Nova Topola, Bosna i Hercegovina). Nadalje, u periodu od 2000. do 2005. radila je u PIK-u Bečej (Bečej, Republika Srbija) kao selekcionar u testu (sektor svinjogojstvo). Nakon završetka studija bila je angažirana u periodu od 1997. do 1999. godine kao stručni suradnik na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu Univerziteta u Beogradu gdje je sudjelovala u provedbi projekata pri katedrama za mehanizaciju i ribarstvo.

Zvanje diplomirani inženjer poljoprivrede za stočarstvo je stekla u travnju 1997. godine. Nadalje, posjeduje certifikate: Standard dobre poljoprivredne prakse na farmi (USAID, 2014.); Nitratna direktiva 91/676/EEZ (USAID, 2013.); Kontrola proizvodnosti zapata (Jihočesky chovatel, 2006.). Napredni je korisnik MS Office (Word, Excel, PowerPoint; certifikat ID: 4039-15, Centar za poslovnu edukaciju), Google servisa, a upoznata je i sa osnovama programiranja (Java programing, 2017.) i upotrebom baza podataka (AfiFarm, AgroVision – PigVision, SQL).

Posjeduje vozačku dozvolu B kategorije. Udana je i ima tri sina.