

# Utjecaj strojne mužnje na temperaturne promjene tkiva vimena preživača

---

Lepoglavec, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

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:151:740453>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Valentina Lepoglavec

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**UTJECAJ STROJNE MUŽNJE NA TEMPERATURNE PROMJENE TKIVA  
VIMENA PREŽIVAČA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2023.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Valentina Lepoglavec

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**UTJECAJ STROJNE MUŽNJE NA TEMPERATURNE PROMJENE TKIVA  
VIMENA PREŽIVAČA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Tina Bobić, mentor
3. doc. dr. sc. Maja Gregić, član

**Osijek, 2023.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Izgled i građa mliječne žlijezde preživača.....	1
1.1.1. Mliječna žlijezda krava .....	1
1.1.2. Mliječna žlijezda koza.....	2
1.1.3. Mliječna žlijezda ovaca .....	3
1.2. Strojna mužnja .....	4
1.2.1. Strojna mužnja krava.....	5
1.2.2. Strojna mužnja koza .....	5
1.2.3. Strojna mužnja ovaca .....	6
1.3. Infracrvena termografija.....	7
1.4. Cilj i hipoteza rada .....	7
2. PREGLED LITERATURE.....	8
2.1. Primjena infracrvene termografije u stočarstvu.....	8
2.2. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na vimenu.....	9
2.3. Utjecaj strojne mužnje na promjene izgleda tkiva sisa vimena .....	11
2.4. Utjecaj strojne mužnje na širenje infekcije mliječne žlijezde .....	12
2.5. Genetska povezanost između kliničkog mastitisa i broja somatskih stanica.....	12
3. MATERIJALI I METODE.....	15
3.1. Lokacija i oprema korištena u istraživanju.....	15
3.2. Mjerenje sa infracrvenom termovizijskom kamerom .....	16
3.3. Analiza podataka.....	17
3.4. Statistička obrada podataka .....	19
4. REZULTATI .....	20
5. RASPRAVA .....	27

6. ZAKLJUČAK.....	29
7. POPIS LITERATURE .....	30
8. SAŽETAK.....	36
9. SUMMARY.....	37
10. POPIS TABLICA.....	38
11. POPIS SLIKA .....	39
12. POPIS GRAFIKONA.....	40

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## **1. UVOD**

### **1.1. Izgled i građa mliječne žlijezde preživača**

Vime je kožna žlijezda u kojoj se stvara mlijeko te kojom sisavci hrane potomstvo. Razvoj mliječne žlijezde vezan je uz spolni ciklus životinje. Veličina kao i oblik ovise o vrsti životinje. Kod goveda, koza i ovaca mliječna žlijezda je smještena u ingvinalnom području. Broj mliječnih žlijezda kod goveda je 4, kod koza i ovaca 2, a svaka sisa ima po jedan otvor (Akers, 2002.). Mliječne žlijezde vimena izravno su povezane s trbušnom šupljinom kroz prolaz u ingvinalnom kanalu. Ingvinalni kanal omogućuje protok krvi, limfe i živčanog tkiva (Džidić, 2013.).

#### **1.1.1. Mliječna žlijezda krava**

Vime krave čine četiri potpuno odvojena žljezdana dijela, koje se nazivaju četvrti (dvije prednje i dvije stražnje). Desne i lijeve četvrti su odvojene ligamentom, a prednje i stražnje odvojene su vezivnim tkivom (Džidić, 2013.). Četvrti su povezane u cjelinu i obavijene kožom. Baza vimena je konkavnog izgleda te je prilagođena trbušnoj stijenci za koju se vime veže. Vime s trbušnom stijenkom povezuju suspenzorni ligamenti vimena. Ligamenti idu prema natrag te se prihvaćaju za simfizu jakom vezivnotkivnom pločom. Suspenzorni ligament sastoji se od četiri lista i građen je od elastičnog tkiva. Unutarnja dva lista dijele vime na jednake polovice te kapsulasto obavijaju žljezdano tkivo vimena. Od unutrašnjeg lista odvajaju se vezivnotkivni tračci koji prstenasto prodiru u žljezdano tkivo vimena i tvore režnjeve. Žljezdano tkivo sadrži alveole. Alveole se sastoje od bazalne membrane, sloja kontraktilnih mioepitelnih (košarastih) stanica te sloja žljezdanog epitela (Havranek i Rupić, 2003.). Osnovne funkcije alveola su korištenje hranjivih tvari iz krvi i prenošenje istih u mlijeko (Džidić, 2013.). Skupina alveola oblikuje režnjić (lobulus). Više režnjića zajedno čini jedan režanj (lobus). Kanali unutar režnjića (intralobularni) sjedinjuju se u kanale iz režnjeva (interlobularne) koji se proširuju i odlaze u mliječnu cisternu. Mliječna cisterna sastoji se od žljezdane i sisne cisterne (Havranek i Rupić, 2003.). Između sisne cisterne i sisnog kanala nalazi se Fürstenbergova rozeta. Dužina sisnog kanala varira, prosječni promjer je 0,82 milimetra, a povećanjem broja laktacija povećava se i njegova dužina i širina (Bramley i sur.,

1992.). Sisni kanal predstavlja prvu, ali i glavnu barijeru ulaska raznih patogena, obložen je keratinom koji, osim za vrijeme i neposredno nakon mužnje, zatvara sisni kanal. Keratin ima antibakterijsko djelovanje te tako sprječava rast patogenih mikroorganizama i razvoj infekcije. Vanjska površina vimena pokrivena je finim dlačicama osim na sisama. Prednje sise vimena krave su obično duže nego zadnje (Slika 1.), ali količina mlijeka veća je u stražnjem dijelu i iznosi oko 60% ukupne količine mlijeka (Džidić, 2013.).



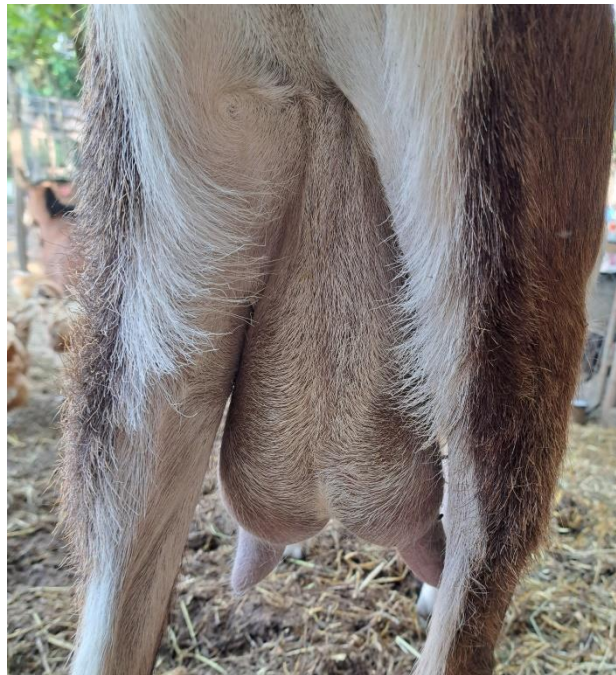
Slika 1. Mliječna žlijezda krave

Izvor: Phibro Animal Health Corporation, 2020.

### **1.1.2. Mliječna žlijezda koza**

Vime je kao i kod krava smješteno u ingvinalnom području između zadnjih nogu. Vime je prekriveno kožom koja je kod mliječnih pasmina tanka, fina i mekana, dok je kod ostalih pasmina nešto grublja i prekrivena dlakom. Najvažniji dio vimena je žljezdano tkivo, a prožeto je živcima te krvnim i limfnim žilama. Kozje vime sastoji se od dvije polovice koje su anatomske i fiziološke potpuno neovisne (Slika 2.). Različite pasmine koza imaju različite veličine i oblike vimena. Tri su osnovna oblika kozjeg vimena kruškoliko, ovalno i okruglasto. Kruškoliko vime najčešće je u visokomliječnim koza, prepoznatljivo je po neprimjetnom prijelazu cisterne u sisu. Kod kruškolikog oblika

vimena otežano je stavljanje sisnih čaša na sise. Ovalni odnosno jajoliki oblik vimena karakterističan je za alpske koze. Ovakav oblik vimena dobro je pričvršćen za abdomen i ima dobro razvijene sise blago nagnute prema naprijed te odvojene od cisterne i stoga pogodne za strojnu mužnju. Okruglasti ili loptasti oblik karakterističan je za sanske koze. Okruglasto vime je široko i dobro povezano s trbuhom. Sise su manje nego u druga dva tipa vimena, ali pogodne za strojnu mužnju. Na vimenu se mogu naći i dodatne sise ili pasise, koje mogu biti na različitim mjestima te imati ili nemati sisni kanal (Mioč i Pavić, 2002.).



Slika 2. Mliječna žlijezda koza

Izvor: V. Lepoglavec

### **1.1.3. Mliječna žlijezda ovaca**

Kao i kod drugih sisavaca i kod ovaca vime je vrlo važan organ. Ovčje vime također se nalazi u ingvinalnom području, sprijeda je povezano s trbuhom preko suspenzornih ligamenata vimena. Vime je prekriveno kožom koja je kod mliječnih pasmina fina, tanka i mekana. Dvije su mliječne žlijezde, tubuloalveolnog tipa. U svakoj mliječnoj žlijezdi nalazi se žljezdano tkivo u kojem su alveole u kojima se stvara i luči mlijeko. Žljezdano tkivo i sisa čine mamarni kompleks koji je okrugao te na medijalnoj strani blago



spljošten. Svaka sisa ima po jednu cisternu i jedan sisni kanal koji je izvana zatvoren kružnim mišićem. Ovce imaju kratke i postrano stršeće sise (Mioč i sur., 2007.). Mliječna cisterna je elastična te se u njoj nalazi 60 do 70% mlijeka između mužnji, što znači da tijekom mužnje oko 75% mlijeka dolazi iz cisterne, a ostatak iz alveola (Marnet i McKusick, 2001.).

## **1.2. Strojna mužnja**

Začetak mehanizirane mužnje javlja se početkom 19. stoljeća, od tada strojevi su se unaprjeđivali i dorađivali. Godine 1902., Alexander Gillies patentirao je stroj za mužnju kakav se koristi danas uz daljnja poboljšanja (Gillies, 1902.). Danas postoje tri osnovna načina strojne mužnje, a to su: s muznom kantom uz kravu u štali, s mljekovodom u štali i u izmuzištu. Kada se radi mužnja s muznom kantom uz kravu u štali mora postojati vakuumska cijev na koju se spaja muzna jedinica (Džidić, 2013.). Ovakav pokretni sustav za mužnju koristi se kada su krave na vezu, ali može se upotrebljavati i pri slobodnom načinu držanja i to na gospodarstvima s malim brojem krava (Havranek i Rupić, 2003.). Pomoću mljekovoda u štali, uz koji se nalaze vakuumska cijev i pulsator, krave se muzu direktno na mjestu, a mlijeko otječe do spremnika za mlijeko. Ovaj sustav je polupokretan i koristi se prilikom držanja krava na vezu. Mužnja strojevima na izmuzištu podrazumijeva da je sva oprema za mužnju na jednom mjestu, a krave dolaze do njega. Izmuzišta mogu biti statička i rotacijska. U statičkim izmuzištima može biti pojedinačan ulazak i izlazak krava kakav je u izmuzištu tipa tandem ili grupni kao kod paralelnog i izmuzišta tipa riblja kost. Kod rotacijskog izmuzišta ima unutarnja i vanjska radna površina, a može biti tipa roto-tandem, roto-riblja kost i roto-radijalno izmuzište. Rotacijska izmuzišta omogućuju mužnju većeg broja krava za određeno vrijeme te su samim time i ekonomičnija. Svaki stroj za mužnju sastoji se od sustava za proizvodnju vakuuma, pulsatora, muzne jedinice i sustava za prijenos mlijeka (Džidić, 2013.). Ovisno o vrsti životinje muzne jedinice na sebi imaju četiri ili dvije sisne čaše. Sisne čaše napravljene su od tvrdog vanjskog dijela i unutarnjeg mekanog gumenog dijela. Sisne čaše povezane su s kolektorom iz kojeg cijev mlijeko odvodi dalje u kantu ili mljekovod. Zrak iz sustava isisava podtlačna pumpa koju regulira podtlačni regulator. Tijekom mužnje sise su u unutrašnjosti sisne čaše gdje sisne gume naizmjenično pulsiraju primjenom podtlaka i atmosferskog tlaka. Kada su vanjska i unutarnja komora pod

podtlakom sisna guma je otvoren i mlijeko istječe iz sise. Kada zrak uđe u vanjsku komoru sisna guma na sisi se zatvara i mlijeko prestaje teći. Izmjenu ove dvije faze regulira pulsator (Havranek i Rupić, 2003.).

### **1.2.1. Strojna mužnja krava**

Za strojnu mužnju krava muzna jedinica sadrži četiri sisne čaše. Vrlo je važna pravilna priprema vimena za strojnu mužnju. Nužno je osigurati čistu štalu i izmuzište. Poznato je da stres utječe na sekreciju mlijeka i da je prilikom stresa smanjena sekrecija i količina pomuzenog mlijeka. Kako bi se smanjio stres krava treba mirno i sigurno mjesto za mužnju, potrebno je naviknuti kravu na mjesto mužnje, muzača, rutinu, ali i opremu za mužnju. Dugotrajna izloženost krave stresu ima za posljedicu pojavu upale vimena. Važna je i higijena vimena stoga se ono prije početka mužnje čiste i suše. Uz higijenu vimena i oprema važna je još i higijena muzača. Sve ove mjere poduzimaju se kako bi se smanjio broj bakterija u mlijeku, ali isto tako i mogući prijenos mastitisa s krave na kravu (Džidić, 2013.).

### **1.2.2. Strojna mužnja koza**

Strojna mužnja koza razvila se nakon strojne mužnje krava i to tako da su se muzni uređaji za krave prilagodili anatomskim i fiziološkim karakteristikama koza. Glavna prilagodba jest smanjenje broja sisnih čaša na jednoj muznoj jedinici s četiri na dvije. U Republici Hrvatskoj prevladava ručna mužnja, mali je broj mužnji stroja s kantom (uobičajeno za stada s više od deset koza) i izmuzišta (stado od 30 ili više). Uzimajući u obzir karakteristike strojne mužnje za koze spoznalo se da vakuumske pumpe moraju biti većeg kapaciteta nego za ovce. Lu i suradnici (1991.) procijenili su učinke različitih razina vakuuma u sisnim čašama, omjer i brzinu pulsiranja i njihov utjecaj na učinke mliječnosti koza. Otkrili su da je najbolji vakuum od 45 do 52 kPa, omjer pulsiranja 60:40 i brzina pulsiranja od 90 impulsa po minuti. Prilikom strojne mužnje vrlo je važan odabir sisnih guma kako bi one savršeno pristajale uz sise koze. Mužnja treba biti što jednostavnija, mirnija i brža kako bi se osiguralo zdravlje vimena i koza. Početak i završetak mužnje ključni su u osiguravanju zdravlja vimena. Važno je obaviti pravilnu pripremu vimena za mužnju, ona mora biti kratka odnosno ne duža od minute. Pravilnom pripremom osigurava se i kontinuirani protok mlijeka. Pri kraju mužnje, kada protok

mlijeka padne, potrebno je skinuti muzni uređaj. Preporučljivo je provoditi dnevnu kontrolu stroja za mužnju, kako bismo se uvjerali da su svi dijelovi ispravni i čitavi te da stroj radi pravilno (Džidić, 2013.).

### **1.2.3. Strojna mužnja ovaca**

Strojna mužnja koza i ovaca vrlo su slične (Slika 3.), ali postoje neke razlike u karakteristikama. Vakuumske pumpe nešto su manjeg kapaciteta nego za koze (34-38 kPa), povećanjem razine vakuuma može se postići veći protok mlijeka, ali je onda pojava mastitisa češća. Broj pulsacija u minuti veći je nego kod koza i iznosi 120-180 po minuti jer je tada veća količina mlijeka izmuzena te je veći sadržaj masti u mlijeku. I kod ovaca je važna pravilna priprema vimena za mužnju. Kada protok mlijeka padne započinje se s izmuzivanjem, vime se masira dok je muzni uređaj još na sisama. Pravilnom strojnom mužnjom dobiva se maksimalna količina mlijeka koje je higijenski ispravno (Džidić, 2013.).



Slika 3. Strojna mužnja ovaca

Izvor: Farmers weekly, 2016.

### **1.3. Infracrvena termografija**

Infracrvena tehnologija primjenjuje se na raznim poljima, u industriji, medicini, astronomiji, građevinarstvu i brojnim drugima. Infracrvena termografija je grana znanosti koja se bavi otkrivanjem i obradom nevidljivog infracrvenog zračenja. Svako tijelo na temperaturi iznad nule emitira infracrveno zračenje čime je omogućeno mjerenja temperature i njezine raspodjele na površini tijela (Švaić i sur., 2004.). Infracrvena termografija je beskontaktna metoda mjerenje intenziteta infracrvenog zračenja s površine tijela. Mjerenje je moguće jer ne zrače svi materijali istim intenzitetom. Infracrvena zračenja su ljudskom oku nevidljiva stoga se za mjerenje koriste posebne kamere. Elektroničkim putem stvara se termička slika koju je moguće analizirati (Petrović, 2016.). Mjerenje temperature na površini ljudskog i životinjskog tijela temelji se na mjerenju različitog intenziteta zračenja na površini kože. Temperatura na tim mjestima ovisi o protjecanju krvi, vlažnosti kože, staničnoj aktivnosti u koži i u nekim slučajevima o prisutnosti patoloških procesa. Razlike u temperaturi prikazuju se razlikama u tonovima boje ili različitim bojama. U novije vrijeme hladnija područja prikazana su plavom bojom, a toplija crvenom bojom. Termografija se može primjenjivati kao pomoć u dijagnosticiranju upalnih bolesti i bolesti krvnih žila, moguće je praćenje tijeka bolesti. Infracrvena termografija može se primjenjivati i ponavljati više puta jer nema štetne učinke (Termografija, 2021.).

### **1.4. Cilj i hipoteza rada**

Cilj ovog diplomskog rada bio je primjenom infracrvene termografije uočiti utjecaj strojne mužnje na temperaturne promjene tkiva vimena preživača.

Hipoteza rada je:

- Strojna mužnja će utjecati na promjenu tkiva vimena preživača
- Strojna mužnja će utjecati na promjenu temperature tkiva vimena preživača

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Primjena infracrvene termografije u stočarstvu

Infracrvena termografija kao neinvazivna beskontaktna metoda mjerenja temperature površine tijela pronašla je svoje mjesto i primjenu i u stočarstvu. U veterini i animalnim znanostima koristi se u dijagnostičke i znanstvene svrhe (Racewicz i sur., 2018.). Temperatura površine tijela životinje varira ovisno o uvjetima okoline i fiziološkim uvjetima, a pod utjecajem periferne cirkulacije. Značajna varijacija u temperaturi na određenim mjestima na tijelu smatra se važnim pokazateljem fiziološkog i zdravstvenog stanja životinje. Toplinski stres, uznemirenost i aktivnost životinje mogu se procijeniti mjerenjem pomoću infracrvenih termalnih kamera (Borah i sur., 2022.). Razvoj suvremenih detektora visoke razlučivosti i toplinske osjetljivosti te razvoj sustava za digitalnu konverziju slike pridonio je porastu primjene ove tehnike kao dijagnostičke metode za određivanje specifičnih bolesti domaćih životinja (Racewicz i sur., 2018.). Ova se tehnologija koristi za rano otkrivanje upala, ozljeda, tumora i drugih bolesti. Tijekom raznih istraživanja saznalo se da postoje varijacije periferne cirkulacije i površinske temperature na različitim mjestima na tijelu tijekom bolesti, infekcije, metaboličkog poremećaja te u različitim fazama reproduktivnog ciklusa. Pokazalo se da životinje pod stresom imaju nižu površinsku temperaturu ekstremiteta što bi moglo biti posljedica vazokonstrikcije uzrokovane simpatičkim djelovanjem (Borah i sur., 2022.). Brojne su prednosti korištenja infracrvene termografije, primjerice, mjerenjem temperature oka koza moguće je rano otkrivanje virusne infekcije i prisutnosti stresa (Bartolomé i sur., 2019.). Infracrvene toplinske slike vimena pogodne su za procjenu vimena i rano otkrivanje mastitisa kod goveda (Colak i sur., 2008.). Yadav i sur., (2017.) istraživali su povezanost temperature na površini bedra s rektalnom temperaturom i zaključili kako bi mjerenje temperature kože bedra moglo biti korisno kao alternativa, kao jednostavniji i po životinju manje stresan način mjerenja temperature. Vrijednosti temperature dobivene mjerenjem infracrvenom termografijom ovise o utjecaju okoline i termoregulacijskom odgovoru životinje. Osim o volumenu prokrvljenosti, temperatura kože ovisi o intenzitetu tkivnog metabolizma, vrsti, boji i gustoći dlake te debljini masnog tkiva (Fita i sur., 2007.). Tijekom termografskih mjerenja važno je da se mikroklimatski uvjeti održavaju što je moguće konstantnijima. Preporučuje se ograničiti

protok zraka u prostoru gdje se vrši mjerenje. Najpouzdaniji rezultati postižu se u slabo osvijetljenim prostorijama. Prilikom snimanja termografskih slika preporučuje se da životinja bude u fiksnom položaju i na fiksnoj udaljenosti od kamere (Racewicz i sur., 2018.). Na farmama se termovizijski sustavi mogu postaviti na takozvane mjerne stanice, na mjestu automatskog napajanja, u prolazu koji vodi do stroja za mužnju, kako bi se pravovremeno otkrili upalni procesi i infekcije. Prema istraživanju Stewarta i sur. (2008.), snimanje vrijednosti distribucije temperature oko kuta oka (na mjestu gdje se spajaju gornji i donji kapak) povezano je s unutarnjom temperaturom tijela. Često se ovo područje opisuje kao toplinski prozor tijela. U veterini i srodnim znanostima još uvijek postoji potreba za znanstvenim istraživanjima kako bi se standardizirale informacije testova koji se provode pomoću infracrvene termografije (Racewicz i sur., 2018.). Infracrvena termografija i procjene temperaturnih promjena osim za rano otkrivanje upale vimena važna je i u ranoj dijagnozi šepavosti goveda. Rano otkrivanje ovih upala posebice je važno tijekom rane laktacije kako bi se održala proizvodnja u stadu, ali i postigla maksimalna proizvodnja mlijeka (Alsaad i Buscher 2012.).

## **2.2.Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na vimenu**

Upala vimena ili mastitis je jedna od najčešćih i najskupljih zaraznih bolesti mliječnih životinja i uzrokuje ekonomske gubitke u proizvodnji diljem svijeta. Mastitis je upala mliječne žlijezde koja uzrokuje fiziološke, biokemijske i patološke promjene u parenhimu vimena, što dovodi do promjene kvalitete mlijeka, a ovisno o težini upale može biti subklinička, klinička ili kronična. Mastitis kod mliječnih životinja može se otkriti različitim metodama kao što su pregled vimena i boje mlijeka, promjene pH vrijednosti mlijeka, promjene električne vodljivosti mlijeka, pomoću Kalifornijskog testa mastitisa i broj somatskih stanica (Sinha i sur., 2018.). Kako bi se poboljšala dobrobit životinja i povećala proizvodnja čime se povećava i ekonomska dobit uzgajivači sve više usvajaju i primjenjuju nove tehnologije. Jedna od tih je i infracrvena termografija koja se sve više koristi za dijagnosticiranje upale mliječne žlijezde. Upala mliječne žlijezde odnosno vimena negativno utječe na proizvodnju mlijeka čak i do 50% (Martins i sur.,

2015.). Stoga je rano otkrivanje mastitisa ključno za učinkovito liječenje infekcije, ali i za smanjenje gubitaka mlijeka, osiguranja veće produktivnosti, poboljšanja kvalitete mlijeka te smanjenje ekonomskih gubitaka (Oliveira i sur., 2022.). Razvojem tehnologije, novije moderne kamere dovoljno su osjetljive da otkriju promjene topline čak i unutar malog područja na jednoj od četvrti vimena. Zahvaljujući termografskom praćenju mastitis se može otkriti u ranoj fazi bolesti (Sathiyabarathi i sur., 2016.). Prednosti otkrivanja mastitisa pomoću infracrvene termografije je brzina i sigurna procjena te procjena u stvarnom vremenu. Ova tehnologija može izmjeriti temperaturne promjene zbog upalnih reakcija čak i prije nego što se pojave simptomi mastitisa (Colak i sur., 2008.). U istraživanju koje su proveli Racewicz i sur. (2018.) snimanjem zdravog vimena, najviša temperatura zabilježena je na stražnjoj lijevoj četvrti vimena i iznosila je 36,8°C, a na vrhu sisa zabilježili su nižu temperaturu, 31,8 °C. Povećanje temperature vimena, u početku upale, povezano je s upalnim procesima u mliječnoj žlijezdi zbog patoloških promjena u žljezdanom tkivu (Sathiyabarathi i sur., 2016.). Oliveira i suradnici (2022.) termovizijskim mjerenjem temperature vimena otkrili su da se temperatura vimena krava oboljelih od subkliničkog mastitisa kretala od 38 do 40°C. Silva i suradnici (2020.) proveli su istraživanje u kojem su otkrili temperaturne razlike vimena između krava sa zdravim vimenom (28,7°C) i onih sa subkliničkim (32,6°C) i kliničkim (37,8°C) mastitisom, što pokazuje da životinje s mastitisom imaju povišenu površinsku temperaturu vimena. Infracrvena termografija može se koristiti za otkrivanje subkliničkog mastitisa mjerenjem temperature površine vimena zaključili su Polat i suradnici (2010.) uspoređujući rezultate infracrvene termografije s brojem somatskih stanica dobivenih Kalifornijskim mastitis testom jer kako se temperatura povećava linearno se povećava i broj somatskih stanica. Visoka je povezanost između broja somatskih stanica i površinske temperature kože vimena, povećanje temperature za više od 1°C pokazatelj je upalnih procesa (Colak i sur., 2008.). Martins i sur., (2012.) proveli su istraživanje na ovcama, mjerenjem temperature vimena infracrvenom termografijom otkrili su da ovce sa subkliničkim mastitisom imaju najvišu temperaturu vimena (oko 39°C). Upalni proces vimena počinje širenjem krvnih žila što povećava dotok krvi u vime, a u kroničnom stadiju edem smanjuje dotok krvi što objašnjava veću temperaturu vimena sa subkliničkim mastitisom u odnosu na vime s kliničkim mastitisom (McGavin i

Zachary, 2007.). Pokazalo se da je za najtočniju dijagnozu mastitisa, mjerenje temperature vimena ovaca najbolje na središnjem dijelu vimena, ali potrebna su daljnja ispitivanja kako bi se poboljšala točnost dijagnoze ovom metodom (Martins i sur., 2012.).

### **2.3.Utjecaj strojne mužnje na promjene izgleda tkiva sisa vimena**

Očuvanje zdravog tkiva vimena neophodno je za prevenciju od mastitisa. Sisno tkivo vimena najizloženije je promjenama tijekom strojne mužnje. Kada je tijekom strojne mužnje zatvorena sisna guma na sisi vimena tada je i najveći utjecaj na tkivo. Kao reakcija na strojnu mužnju, dolazi do zadebljanja tkiva sisa. Ako je zadebljanje malo, ono je prihvatljivo i smatra se fiziološkom reakcijom na mužnju, dok veća zadebljanja i hrapavo tkivo povećavaju mogućnost infekcije. Zbog praćenja stanja tkiva sisa nakon strojne mužnje znanstvenici su razvili metodu za ocjenu stanja tkiva sisa. Pregled tkiva preporučljivo je napraviti nakon svake mužnje. Pregledavaju se sve sise, što brže i sa što manje doticanja, ali detaljno. Sisu je potrebno pregledati sa svake strane što uključuje i pregled sisnog otvora. Ako dođe do tehničke greške na stroju ili loše mužnje može doći i do crvenila sisa, pa čak i pojave plave boje tkiva te zadebljanja većeg od 2 milimetra (Džidić, 2013.). U istraživanju koje su proveli Ramos i suradnici (2020.) otkrili su da je kod strojne mužnje koza niža mogućnost za pojavu neujednačenosti polovica vimena, dakle niži je rizik za pojavu polovice vimena s povećanim volumenom. Nasuprot tome, shvatili su da je viša mogućnost za smanjenjem veličine mliječne žlijezde. Ove dvije pojave primijećene su i za sise vimena. Isto tako, Ramos i suradnici (2020.) shvatili su da strojna mužnja, ako je nepravilna, utječe na povećanje tvrdoće vimena. Već nakon 2 minute prekomjerne mužnje dolazi do značajnog povećanja debljine stijenke i površine sisa, kraja sise i duljine sisnog kanala (Alejandro i sur., 2014.). Utjecaj prekomjerne mužnje na tkivo sisa vimena najizraženije je kod koza. Postoje muzni uređaji s automatskim skidanjem muzne jedinice s vimena životinje. Korištenje takvog uređaja kod mliječnih krava dovodi do smanjenja prekomjerne mužnje čime se poboljšava stanje tkiva sisa i vimena te zdravlja vimena (Rasmussen, 1993.). Također, pritisak na tkivo sisa i temperaturni parametri vimena bili su značajno manji kod automatskog skidanja muzne jedinice u usporedbi s ručnim skidanjem (Džidić i sur., 2019.).



#### **2.4.Utjecaj strojne mužnje na širenje infekcije mliječne žlijezde**

Visoka razina vakuuma u sisnoj čaši, dotrajale gume, nepravilno postavljanje i skidanje muznog uređaja s vimena mogu oštetiti sisne otvore i sfinkter zbog čega dolazi do hiperplazije sluznice i gubitka prve fizičke barijere mliječne žlijezde (Wójtowski i sur., 2006.). Koze pomuzene pomoću uređaja imale su vrijednost broja somatskih stanica iznad  $1 \times 10^6$  stanica po mililitru mlijeka, što je vjerojatno posljedica utjecaja opreme za mužnju na tkivo vimena. Otkriveno je povećanje broja somatskih stanica koje je povezano s povećanjem razine vakuuma u sisnim čašama kod strojne mužnje koza (Lu i sur., 1991.). Potvrđen je porast broja somatskih stanica i kod ovaca, kada se prilikom strojne mužnje koristi veći vakuum (Sinapis i sur., 2007.). Prilikom strojne mužnje postoji rizik i od prijenosa mastitisa sa zaražene životinje na zdravu, stoga treba takva grla pomusti posljednja i nakon njih obavezno dezinficirati opremu ili ih pomusti ručno (Menzies, 2018.). Ako se tijekom cijele laktacije životinje radi prekomjerna mužnje javlja se povećanje debljine tkiva sisa čime se pridonosi lakšem razvoju infekcija, posebice tijekom ljetnih mjeseci (Džidić i sur., 2019.). S druge strane, kada se radi prekratka mužnja u vimenu ostaje mlijeka koje može prouzročiti pojavu upale.

#### **2.5.Genetska povezanost između kliničkog mastitisa i broja somatskih stanica**

Kliničkim mastitisom smatra se ozbiljna upala i infekcija mliječne žlijezde. Postoje tri intenziteta kliničkog mastitisa. Kod pojave blagog kliničkog mastitisa životinja nije sustavno bolesna i nema promjena na vimenu, ali se mogu vidjeti promjenu u mlijeku kao što su ugrušci ili promjena boje. Isto tako, tijekom umjerenog kliničkog mastitisa životinja nije sustavno bolesna, ali postoje opipljive ili vizualne promjene na vimenu kao što su otok i crvenilo, te promijene u mlijeku. Prilikom teškog kliničkog mastitisa životinja je bolesna, ima vrućicu, dehidrirana je, odbija hranu, vidljive su promjene na vimenu i mlijeku, a moguć je i gangrenozni mastitis (Menzies, 2018.). Klinički mastiti razlikuje se i prema uzrocima i intenzitetu, može doći do poremećaja sekrecije vimena, latentne infekcije, kataralne upale, akutne žljezdane upale te gnojne upale (Havranek i Rupić, 2003.). Somatske stanice prirodni su sastojak mlijeka i kada su u rasponu

normalnih vrijednosti ne utječu na njegov sastav ili fizikalne osobine. Zdravo kozje mlijeko sadrži od 360 000 do više od jednog milijuna somatskih stanica po mililitru. Prema rezultatima istraživanja Skrzypek i suradnika (2004.) broj somatskih stanica mlijeka zdravog vimena krava varira između 50 000 do 100 000 stanica po mililitru. Povećanje broja somatskih stanica tijekom infekcije može biti posljedica činjenice da bakterijska infekcija u mliječnoj žlijezdi privlači cirkulirajuće polimorfne nuklearne neutrofile koji dodatno povećavaju mrtve i oljuštene epitelne stanice vimena (Radostits i sur., 2007.). Na broj somatskih stanica ne utječe samo mastitis već i drugi čimbenici kao što su vrsta, pasmina, redni broj i stadij laktacije (Sinha i sur., 2018.). Rezultati brojnih istraživanja pokazuju da je broj somatskih stanica točnija mjera zdravlja vimena od podataka o kliničkom mastitisu jer se češće i skoro svakodnevno bilježe informacije o somatskim stanicama (Rupp i Boichard 1999.). Izravna selekcija za otpornost na mastitis smatra se neučinkovitom jer je nasljednost niska (oko 0,02-0,03), ali se zato koristi nasljednost broja somatskih stanica (oko 0,05-0,19) (Lund i sur., 1994.). Učinkovitost broja somatskih stanica kao kriterija za otpornost na mastitis temelji se na korelaciji između ova dva svojstva i zato se u većini slučajeva poboljšanje zdravlja vimena postiže odabirom životinja s nižim brojem somatskih stanica. Međutim, somatske stanice prisutne su i u mlijeku zdravih životinja, a povećanje broja somatskih stanica normalna je stanična obrana od infekcije vimena. Stoga su provedena mnoga istraživanja isplativosti ovakve selekcije jer postoji mogućnost da životinja s niskim razinama broja somatskih stanica budu osjetljivije na mastitis nego krave s višom vrijednosti (Koivula i sur., 2005.). Genetska povezanost između broja somatskih stanica i kliničkog mastitisa varira od umjerene do visoke, prosječna procjena je 0,70 (Mrode i Swanson, 1996.). Koivula i suradnici (2005.) proveli su istraživanje na kravama i u svom istraživanju iznijeli da genetska i fenotipska povezanost navedenih svojstava ukazuju na to da visok broj somatskih stanica povećava osjetljivost na mastitis. Genetska povezanost ovih svojstava podrazumijeva da određeni geni utječu i na broj somatskih stanica i na klinički mastitis. Visoka pozitivna povezanost potvrđuje da su oboje izrazi zdravlja vimena, iz njihova linearna odnosa zaključeno je da je moguće poboljšati otpornost na mastitis odabirom životinja s niskim brojem somatskih stanica. Promatranjem kćeri od očeva koji prenose gen za viši broj somatskih stanica uvidjelo se da one imaju teži i dugotrajniji klinički

mastitis (Nash i sur., 2002.). Kombiniranje nasljednosti obje osobine postižu se bolji rezultati, ali često nema dovoljno zabilježenih podataka o kliničkom mastitisu.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Lokacija i oprema korištena u istraživanju

Istraživanje je provedeno na dvije lokacije. Na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Kozarstvo Lepoglavec se radilo istraživanje na kozama, dok je na komercijalnoj farmi rađeno snimanje krava. Istraživanje je provedeno tijekom svibnja i lipnja 2023. godine. Za potrebe rada istraživanje je provedeno na 19 muznih koza i 10 muznih krava. Mužnja koza je rađena pokretnim muznim uređajem, a mužnja krava je bila u izmuzištu. Životinje su bile različite dobi i rednog broja laktacije. Za mjerenje dimenzija sisa vimena koza i krava prije i nakon mužnje korišteno je pomično mjerilo.

Oprema koja je korištena za mjerenje temperature površine vimena je infracrvena termovizijska kamera TESTO 872 (Slika 4.) Infracrvena termovizijska kamera omogućava brzo, pouzdano i jednostavno mjerenje temperature, stoga ima široku primjenu u industriji, medicini, veterini pa tako i u poljoprivredi, točnije stočarstvu.

Nekoliko najvažniji karakteristika kamere TESTO 872 su:

- visoka kvaliteta slike zbog visoke rezolucije – 76 800 mjernih točaka temperature
- infracrvena razlučivost od 320 x 240 piksela uz moguće proširenje do 640 x 480 piksela
- slika 3,1 MP
- ekran 3,5"
- raspon temperature: -30 do +100 °C ili od 0 do +650 °C
- otkrivanje temperaturnih razlika od 0,06 °C
- ugrađeni digitalni fotoaparati i laserski marker generiraju stvarnu sliku paralelno s infracrvenom slikom
- kritični temperaturni uvjeti izravno su prikazani automatskim prepoznavanjem vruće i hladne točke
- TESTO ScaleAssist automatski osigurava optimalno podešavanje ljestvice infracrvene slike što znači da stvara objektivno usporedive infracrvene slike bez greške
- sadrži softver za procjenu infracrvene slike na računalu

- veliki kapacitet memorije za spremanje slika u dva formata (infracrvena i obična fotografija)



Slika 4. Infracrvena termovizijska kamera TESTO 872

Izvor: Testo SE & Co., 2023.

### **3.2.Mjerenje sa infracrvenom termovizijskom kamerom**

Kako bi se uočile promjene na tkivu sisa vimena koza nastalih kao posljedica strojne mužnje, na svakoj kozi se radilo snimanje temperature sisa s infracrvenom termovizijskom kamerom. Snimanje je provedeno prije i nakon mužnje na lijevoj polovici vimena. Tijekom provođenja istraživanja koze su samostalno ulazile u štalu na mužnju. Nakon očitavanja identifikacijskog broja uslikana je lijeva polovica vimena prije mužnje. Zatim je uslijedila mužnja pomoću muznog uređaja te je nakon skidanja uređaja s vimena ono ponovno uslikano. Snimke su bile automatski spremljene u memoriju kamere, a podatak o identifikacijskom broju i broju slike s kamere zapisan je na terenske liste.

Snimanje krava se radilo u izmuzištu tipa riblja kost. Snimanje je rađeno neposredno prije i poslije mužnje na prednjim lijevim sisama vimena. Snimke sisa su bile automatski spremane u memoriju kamere, a podaci o identifikacijskom broju i broju slike s kamere zapisani su na terenske liste.

### 3.3. Analiza podataka

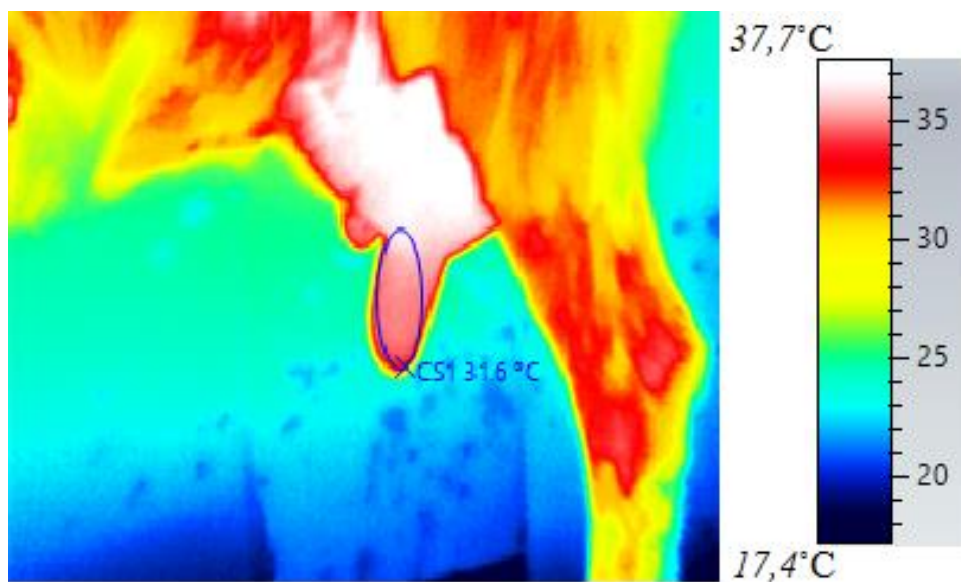
Nakon obavljenog snimanja prikupljene termo slike lijevih polovica vimena koza snimljenih prije i nakon mužnje, obrađene su pomoću programa TESTO IRSoft Software Version 4,5. To je računalni program koji omogućava laku obradu i analizu temperaturnih zapisa sa slika snimljenih pomoću infracrvene termovizijske kamere. Program omogućava određivanje i analiziranje maksimalnih i minimalnih vrijednosti, moguće je i izračunavanje srednje vrijednosti temperature određenog područja. Program, također, omogućuje postavljanje više mjernih točaka na slici za dobivanje željenih podataka. Program ima i mogućnost prilagodbe mjernih jedinica te pretvaranje i spremanje dobivenih rezultata u raznim oblicima.

Na infracrvenim slikama obilježeni su sljedeći parametri (Slike 5., 6. i 7.):

- topla točka (HotSpot – HS) – najtoplija točka u obilježenoj regiji na slici
- hladna točka (ColdSpot – CS) – najhladnija točka u obilježenoj regiji na slici
- prosjek temperature vrha sise (Average 1 – AV1) – prosjek temperature označene regije na vrhu sise
- prosjek temperature sredine sise (Average 2 – AV2) – prosjek temperature označene regije na sredini sise, podjednake udaljenosti između vrha i baze sise
- prosjek temperature baze sise (Average 3 – AV3) – prosjek temperature označene regije na bazi sise

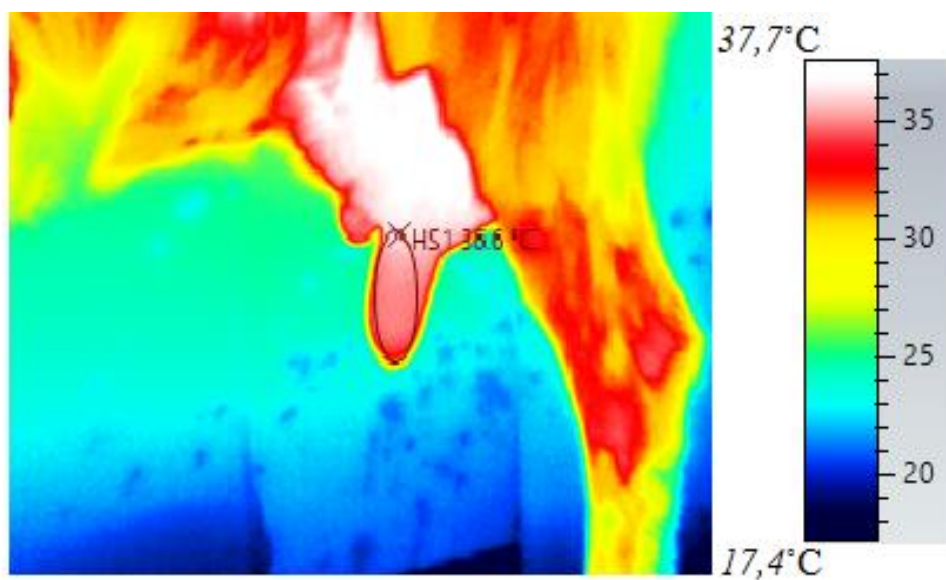
Nakon toga, izračunavale su se vrijednosti Delta 1, Delta 2 i Delta 3:

- Delta 1 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2
- Delta 2 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3
- Delta 3 – razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3



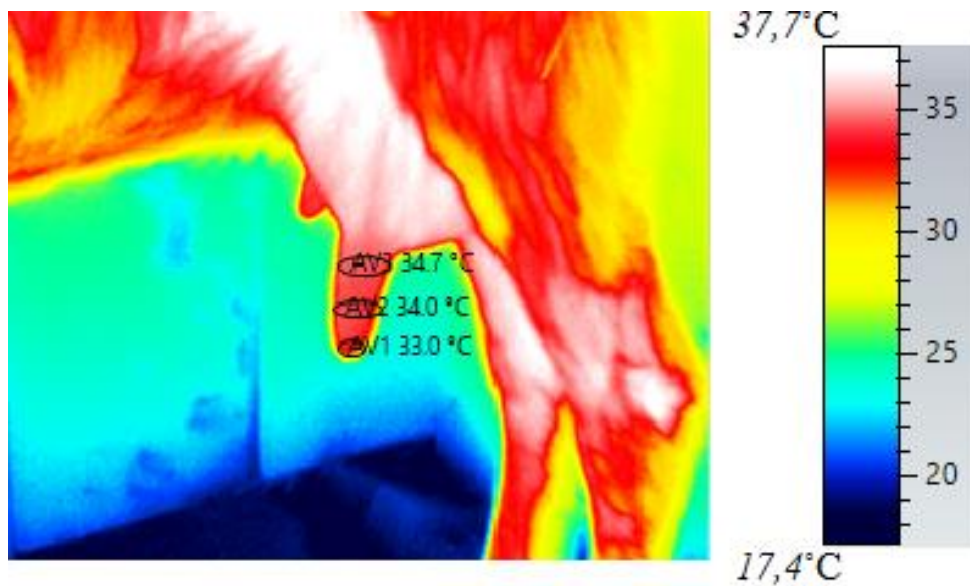
Slika 5. Mjerenje najhladnije točke (CS) u označenom području

Izvor: V. Lepoglavec



Slika 6. Mjerenje najtoplije točke (HS) u označenom području

Izvor: V. Lepoglavec



Slika 7. Mjesta mjerenja prosječnih vrijednosti temperatura na vrhu (AV1), sredini (AV2) i na bazi (AV3) sise

Izvor: V. Lepoglavec

### 3.4. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka napravljena je pomoću programa StatSoft Statistica 13, (2018). Za procjenu utjecaja strojne mužnje na temperaturne promjene na tkivu sise vimena korištena je One-way ANOVA, a značajnost razlika testirana je s Fisher LSD testom ( $P < 0,0001$ ).



#### 4. REZULTATI

Krave i koze obuhvaćene istraživanjem bile su različitog rednog broja laktacije, te različitog oblika vimena, širine i dužine sisa. Prema podacima u tablici 1. minimalna dužina sisa kod koza prije mužnje iznosila je 3,57 centimetara do maksimalno 8,80 centimetara. Prosječna dužina sisa koza prije mužnje iznosila je 5,22 centimetra, a širina 2,61 centimetar. Nakon mužnje kod koza prosječna dužina sisa iznosila je 4,66 centimetra, a širina 2,14 centimetara. U tablici 2. prikazani su rezultati mjerenja na kravama, prije mužnje prosječna dužina sisa iznosila je 5,43 centimetra, a nakon mužnje 5,41 centimetar. Prosječna širina sisa krava prije mužnje iznosila je 2,20 centimetara, a nakon mužnje 3,28 centimetara.

Tablica 1. Deskriptivna statistika dimenzija sisa vimena koza prije i nakon mužnje

Svojstva	n	mjerna jedinica	X	MIN	MAX	SD	SE
Broj laktacije	18	-	3,72	2,00	8,00	1,64	0,39
Dužina sise prije mužnje	18	cm	5,22	3,57	8,80	1,29	0,30
Širina sise prije mužnje	18	cm	2,61	1,66	4,42	0,72	0,17
Dužina sise poslije mužnje	18	cm	4,66	3,29	5,99	0,79	0,19
Širina sise poslije mužnje	18	cm	2,14	1,55	2,96	0,40	0,09

Tablica 2. Deskriptivna statistika dimenzija sisa vimena krava prije i nakon mužnje

Svojstva	n	mjerna jedinica	X	MIN	MAX	SD	SE
Broj laktacije	10	-	2,00	1,00	4,0	1,05	0,33
Dužina sise prije mužnje	10	cm	5,43	4,20	7,1	0,88	0,28
Širina sise prije mužnje	10	cm	2,20	1,60	3,2	0,58	0,18
Dužina sise poslije mužnje	10	cm	5,41	3,90	6,3	0,83	0,26
Širina sise poslije mužnje	10	cm	3,82	1,80	19,0	5,34	1,69

Prema prikazanim podacima o istraživanim svojstvima mjenim infracrvenom kamerom na vimenu koza prikazanima u tablici 3., prosječna temperatura vrha sise (AV1) iznosila je 35,01°C, prosječna temperatura sredine sise (AV2) iznosila je 34,54°C te je prosječna temperatura baze sise (AV3) iznosila 33,32°C. Srednja vrijednost najhladnije točke na sisi (CS) iznosila je 32,90°C, a srednja vrijednost najtoplije točke na sisi (HS) iznosila je 35,54°C. Rezultati su pokazali da je razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2 (Delta1) bila 0,65°C, razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3 (Delta2) bila je 1,81°C, a razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3 (Delta3) bila je 1,24°C.

Tablica 3. Deskriptivna statistika temperature sisa vimena koza

<b>Svojstva</b>	<b>Mjerna jedinica</b>	<b>X</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>
<b>AV1</b>	C°	35,01	31,10	37,60	1,32	0,22
<b>AV2</b>	C°	34,54	32,70	37,30	1,15	0,19
<b>AV3</b>	C°	33,32	30,70	36,60	1,18	0,19
<b>CS</b>	C°	32,90	30,70	35,60	1,19	0,20
<b>HS</b>	C°	35,54	33,60	38,00	1,18	0,19
<b>Delta1</b>	C°	0,65	0,00	2,00	0,49	0,08
<b>Delta2</b>	C°	1,81	0,50	4,10	0,96	0,16
<b>Delta3</b>	C°	1,24	0,20	2,60	0,71	0,12

\* AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi; X – srednja vrijednost; MIN- minimum; MAX – maksimum; SD – standardna devijacija; SE – standardna pogreška; Delta1 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2; Delta2 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3; Delta3 – razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3

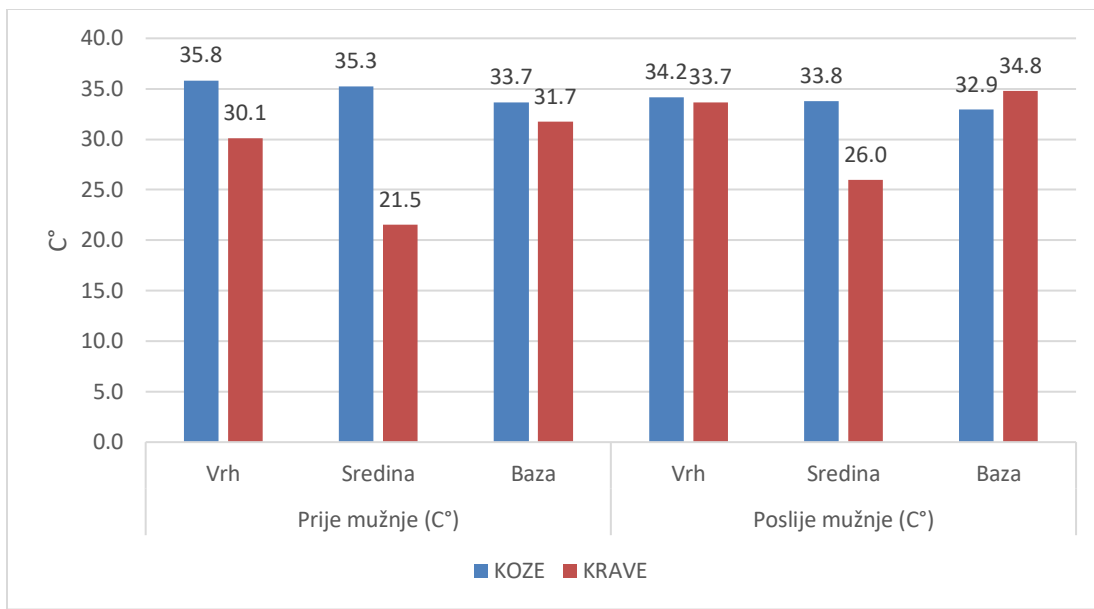
Prema prikazanim podacima o istraživanim svojstvima mjenim infracrvenom kamerom na vimenu krava prikazanima u tablici 4., prosječna temperatura vrha sise (AV1) iznosila je 31,75°C, prosječna temperatura sredine sise (AV2) iznosila je 23,67°C te prosječna temperatura baze sise (AV3) iznosila je 33,12°C. Srednja vrijednost najhladnije točke na

sisi (CS) iznosila je 26,96°C, a srednja vrijednost najtoplije točke na sisi (HS) iznosila je 30,34°C. Rezultati su pokazali da je razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2 (Delta1) bila -3,38°C, razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3 (Delta2) bila je -4,83°C, a razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3 (Delta3) bila je -1,41°C.

Tablica 4. Deskriptivna statistika temperature sisa vimena krava

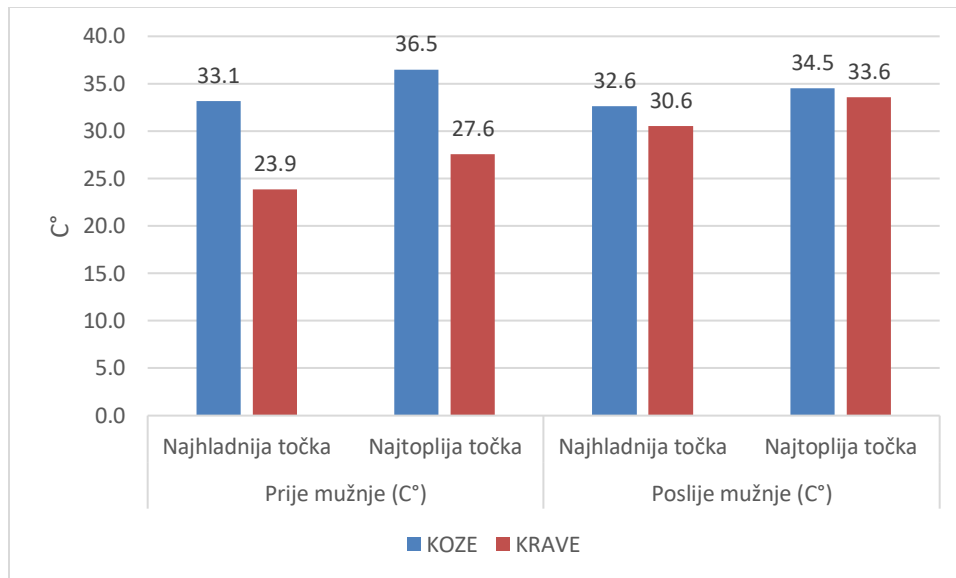
<b>Svojstva</b>	<b>Mjerna jedinica</b>	<b>X</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>
<b>AV1</b>	C°	31,75	22,2	34,70	3,05	0,70
<b>AV2</b>	C°	23,67	18,6	32,10	3,57	0,82
<b>AV3</b>	C°	33,12	23,9	35,10	2,79	0,64
<b>CS</b>	C°	26,96	21,1	34,00	4,11	0,94
<b>HS</b>	C°	30,34	20,3	34,50	3,86	0,88
<b>Delta1</b>	C°	-3,38	-7,5	0,80	1,98	0,45
<b>Delta2</b>	C°	-4,83	-10,9	-0,40	2,76	0,63
<b>Delta3</b>	C°	-1,41	-5,2	1,80	1,80	0,41

\* AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi; X – srednja vrijednost; MIN- minimum; MAX – maksimum; SD – standardna devijacija; SE – standardna pogreška; Delta1 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2; Delta2 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3; Delta3 – razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3



Grafikon 1. Prosječne vrijednosti temperatura tkiva sisa vimena prije i poslije mužnje

Prosječna vrijednost temperature tkiva vrha sise kod koza prije mužnje iznosila je 35,8°C, dok je ta ista vrijednost nakon mužnje u prosjeku iznosila 34,2°C. Prosječna vrijednost temperature tkiva vrha sise kod krava prije mužnje iznosila je 30,1°C, dok je ta ista vrijednost nakon mužnje u prosjeku iznosila 33,7°C. Prosječne vrijednosti sredine sise kod koza iznosile su prije mužnje 35,3°C, a poslije mužnje 33,8°C dok su kod krava te vrijednosti bile 21,5°C prije mužnje, odnosno 26,0°C nakon mužnje. Prosječna vrijednost baze sise prije mužnje iznosila je 33,7°C kod koza i 31,7°C kod krava, nakon mužnje temperatura kod koza iznosila je 32,9°C, a kod krava 34,8°C (Grafikon 1.).



Grafikon 2. Prosječne vrijednosti najhladnijih i najtoplijih dijelova tkiva sisa prije i poslije mužnje

U Grafikonu 2. prikazane su prosječne vrijednosti najhladnijih i najtoplijih dijelova tkiva sisa prije i poslije mužnje. Najtoplija i najhladnija područja na sisama krava i koza prije mužnje dosta su se razlikovala, te su kod koza nako mužnje vrijednosti opale, dok su kod krava porasle. Najhladnija područja sisa koza imala su vrijednosti oko 33°C prije i nakon mužnje. Vrijednosti najtoplijih područja na sisama koza prije mužnje iznosile su oko 37°C, a nakon mužnje 35°C. Najhladnija područja sisa krava imala su vrijednosti oko 24°C prije mužnje, dok su te vrijednosti nakon mužnje iznosile oko 31°C. Vrijednosti najtoplijih područja na sisama krava prije mužnje iznosile su oko 28°C, a nakon mužnje oko 34°C.

Tablica 5. Značajnost razlika između mjerenih svojstava sisa vimena koza

Svojstvo	Prije mužnje (°C)	Poslije mužnje (°C)	Razlika (°C)	P
<b>AV1</b>	35,81 <sup>a</sup>	34,17 <sup>b</sup>	1,64	p<0,0001
<b>AV2</b>	35,26 <sup>a</sup>	33,78 <sup>b</sup>	1,48	p<0,0001
<b>AV3</b>	33,68 <sup>a</sup>	32,93 <sup>ab</sup>	0,75	NS
<b>CS</b>	33,15 <sup>a</sup>	32,64 <sup>ab</sup>	0,51	NS
<b>HS</b>	36,51 <sup>a</sup>	34,52 <sup>b</sup>	1,99	p<0,0001

\* Vrijednosti s različitim slovima u istom redu statistički su visoko značajne (p<0,0001); NS – nema značajnih razlika; AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi

Kod koza utvrđene su visoko značajne (p<0,0001) razlike u vrijednostima za mjerenja prosječne temperature vrha i sredine sise te za najtopliju točku na sisi, dok za prosječnu temperaturu baze sise i najhladnije točke nisu utvrđene statistički značajne razlike svojstva tkiva sise nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje. Temperatura vrha sise (35,81°C ; 34,17°C) bila je za 1,64°C manja nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje, dok je ta razlika za sredinu sise (35,26°C ; 33,78°C) iznosila u prosjeku oko 1,5°C. Vrijednosti najtoplijih (36,51°C ; 34,52°C) točaka na sisama bile su značajno (p<0,0001) manje nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje u prosjeku za 2°C. Promjene u prosječnoj temperaturi prije i nakon mužnje na bazi sise (33,68°C ; 32,98°C) i najhladnije točke na sisi (33,15°C ; 32,64°C ) iznosile su manje od 1°C te one nisu statistički značajne (Tablica 5.).

Tablica 6. Značajnost razlika između mjerenih svojstava sisa vimena krava

Svojstvo	Prije mužnje (°C)	Poslije mužnje (°C)	Razlika (°C)	P
<b>AV1</b>	30,13 <sup>a</sup>	33,66 <sup>b</sup>	-3,53	p<0,01
<b>AV2</b>	21,53 <sup>a</sup>	25,98 <sup>b</sup>	-4,45	p<0,01
<b>AV3</b>	31,72 <sup>a</sup>	34,79 <sup>b</sup>	-3,07	p<0,01
<b>CS</b>	23,86 <sup>a</sup>	30,57 <sup>b</sup>	-6,71	p<0,0001
<b>HS</b>	27,60 <sup>a</sup>	33,55 <sup>b</sup>	-5,95	p<0,0001

\* Vrijednosti s različitim slovima u istom redu statistički su visoko značajne (p<0,0001); AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi

U tablici 6. prikazana je značajnost razlika između mjerenih svojstava sisa vimena krava. Utvrđene su značajne ( $p < 0,01$ ) i statistički visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje. Za temperature vrhova ( $30,13^{\circ}\text{C}$ ;  $33,66^{\circ}\text{C}$ ), sredine ( $21,53^{\circ}\text{C}$ ;  $25,98^{\circ}\text{C}$ ) i baze sisa ( $31,72^{\circ}\text{C}$ ;  $34,79^{\circ}\text{C}$ ), vrijednosti temperatura mjerenih dijelova sisa su značajno ( $p < 0,01$ ) veće, za vrhove i sredinu sise oko  $4^{\circ}\text{C}$ , a za bazu sise oko  $3^{\circ}\text{C}$ . Kada se promatraju najhladnije ( $23,86^{\circ}\text{C}$ ;  $30,57^{\circ}\text{C}$ ) i najtoplije ( $27,60^{\circ}\text{C}$ ;  $33,55^{\circ}\text{C}$ ) točke na sisama, uviđa se da su te vrijednosti statistički visoko značajno ( $p < 0,0001$ ) veće poslije mužnje u odnosu na iste prije mužnje, u prosjeku za  $7^{\circ}\text{C}$  za najhladniju točku te za  $6^{\circ}\text{C}$  za najtopliju točku.

Na osnovu dobivenih rezultata utvrđene su značajne promjene na tkivu vimena preživača nakon strojne mužnje te se prva hipoteza prihvaća. Nadalje, utvrđena je značajna promjena u temperaturi tkiva vimena preživača te se prihvaća i druga hipoteza rada.

## 5. RASPRAVA

Prema rezultatima istraživanja provedenog na stadu koza prosječna dužina sisa prije mužnje bila je 4,66 cm, a širina 2,61 cm. Te vrijednosti nakon mužnje su se smanjile i iznosile 4,66 cm za dužinu i 2,61 cm za širinu. Kod krava su prosječna dužina sisa prije i nakon mužnje približno iste oko 5,40 cm, dok se širina sisa nakon mužnje povećala za oko 1 cm. Ramos i suradnici (2020.) u svome istraživanju su naveli kako strojna mužnja kod koza utječe na smanjenje duljine i širine sisa. Mein i suradnici (1993.) su, u svome istraživanju utjecaja podtlaka na duljinu i širinu sisa kod krava, zaključili da više vrijednosti podtlaka prilikom mužnje uzrokuju skraćivanje duljine (3-6 milimetara) sise te povećanje debljine nakon mužnje. Bobić (2014.) je u svome istraživanju na kravama holstein i simentalske pasmine zaključila kako su prednje sise duže od stražnjih. U istraživanju provedenom na dvije farme krava holstein-friesian pasmine Špoljar i suradnici (2004.) dobili su značajne razlike u duljini i širini sisa na farmi s uređajem čija je muzna jedinica teža. Na toj farmi prosječna duljina sisa prije mužnje iznosila je 3,7-5,3 centimetara, a širina 2,5-2,7 centimetara. Nakon mužnje vrijednosti su se povećale na 4,1-5,1 centimetar za duljinu te se smanjile na 2,4-2,5 centimetara za širinu.

U stadu koza koje su obuhvaćene istraživanjem zabilježena je visoko značajna ( $p < 0,0001$ ) razlika u vrijednostima za mjerenja prosječne temperature vrha i sredine sise te za najtopliju točku na sisi, dok za prosječnu temperaturu baze sise i najhladnije točke nisu utvrđene statistički značajne razlike svojstva tkiva sise nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje. Sve temperaturne vrijednosti mjerenih svojstava kod koza su se nakon mužnje smanjile. Odorčić (2016.) u svome radu o istraživanju provedenom na kozama pasmine alpina, također navodi kako se temperatura površine sise smanjila nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje. U tom istraživanju koze su podijeljene u tri skupine ovisno o zadanom protoku mlijeka na automatskom skidaču muznog uređaja. Odorčić (2016.) navodi kako je najmanja temperaturna razlika, za  $0,16^{\circ}\text{C}$  ( $p < 0,05$ ), u skupini koza kojima se muzna jedinica skidala pri protoku od 500 ml/min. Pri takvom protoku mužnja je bila obavljena najbrže te je samim time imala i najmanji utjecaj na tkivo sise te promjenu temperature. Nadalje, Odorčić (2016.) navodi kako je najmanji pad temperature primijećen na sredini sise, a najveći u području baze sise te povišenje temperature na vrhu sise za  $0,05^{\circ}\text{C}$ . Navedeno se razlikuje od rezultata dobivenih u ovom istraživanju



gdje je najmanji pad temperature zamijećen na području baze sise, na kojem niti nema statistički značaj, a najveći u području vrha sise. U istraživanju koje su proveli Alejandro i sur. (2014.) nakon mužnje zabilježeno je povećanje temperature tkiva sise što u ovom istraživanju nije uočeno.

U grupi krava koje su obuhvaćene ovim istraživanjem zabilježena je značajna ( $p < 0,01$ ) i statistički visoko značajna ( $p < 0,0001$ ) razlika u temperaturnim vrijednostima prije i nakon mužnje. Junga i sur. (2016.) u svome istraživanju također su dobili statistički značajno povećanje temperature nakon mužnje, navode kako se prosječna temperatura povećala s  $29,5^{\circ}\text{C}$  na  $30,3^{\circ}\text{C}$ . Prosječna temperatura vrha sise prije mužnje iznosila je  $30,13^{\circ}\text{C}$ , a nakon mužnje  $33,66^{\circ}\text{C}$  što je povećanje od  $3,53^{\circ}\text{C}$ . Racewicz i sur. (2018.) su prilikom snimanja zdravog vimena krava zabilježili temperaturu od  $31,8^{\circ}\text{C}$  na vrhu sise. Kako za prosječnu promjenu temperature vrha sise, tako i za prosječnu promjenu temperature sredine ( $4,45^{\circ}\text{C}$ ) i baze sise ( $3,07^{\circ}\text{C}$ ), u ovom istraživanju dobiveno je značajno ( $p < 0,01$ ) povećanje temperature. Yang i sur. (2018.) su u svome istraživanju zaključili kako je povećanje temperature povezano s proizvodnjom mlijeka jer su krave s većom proizvodnjom mlijeka imale i veću temperaturu sisa vimena. Povećanje prosječne najhladnije i najtoplije točke na sisi u ovom istraživanju pokazalo se statistički visoko značajno ( $p < 0,0001$ ). Nadalje, rezultati ovog istraživanja pokazali su kako je najhladnije područje sredine sise, a prosječna najhladnija točka povećala se s  $23,86^{\circ}\text{C}$  prije mužnje na  $30,57^{\circ}\text{C}$  nakon mužnje. Prosječna najtoplija točka iznosila je  $27,60^{\circ}\text{C}$  prije mužnje, a nakon mužnje povećala se za oko  $6^{\circ}\text{C}$ . Racewicz i sur. (2018.) su u svome istraživanju primjene infracrvene termografije u stadima muznih krava izmjerili najvišu temperaturu ( $36,8^{\circ}\text{C}$ ) na stražnjoj lijevoj četvrti zdravog vimena.

Istraživanja promjena temperature na tkivu vimena preživača nakon mužnje pomoću infracrvene termografije, promjena u izgledu tkiva kao i praćenje broja somatskih stanica korisno je u ranom otkrivanju i prevenciji bolesti vimena.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je primjenom infracrvene termografije uočiti utjecaj strojne mužnje na temperaturne promjene tkiva vimena preživača. Dobiveni rezultati su analizirani i dobiveno je sljedeće:

- kod koza su utvrđene visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u vrijednostima za mjerenja prosječne temperature vrha i sredine sise, vrijednosti najtoplijih točaka na sisama bile su značajno ( $p < 0,0001$ ) manje nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje u prosjeku za  $2^{\circ}\text{C}$ . Promjene u prosječnoj temperaturi prije i nakon mužnje na bazi i najhladnije točke na sisi iznosile su manje od  $1^{\circ}\text{C}$  te one nisu statistički značajne.
- Kod krava utvrđene su značajne ( $p < 0,01$ ) i visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje. Vrijednosti temperatura bile su značajno ( $p < 0,01$ ) veće na vrhovima i sredinama sisa za oko  $4^{\circ}\text{C}$ , a na bazi sisa za oko  $3^{\circ}\text{C}$ . Najhladnije i najtoplije točke na sisama bile su statistički visoko značajno ( $p < 0,0001$ ) veće poslije mužnje u odnosu na iste prije mužnje, u prosjeku za  $7^{\circ}\text{C}$  za najhladniju točku te za  $6^{\circ}\text{C}$  za najtopliju točku.

Kod krava su zabilježene veće vrijednosti nakon mužnje u odnosu na koze. Kod koza je utvrđeno smanjenje temperature. Također, izmjerene su i uočene promjene u dužini i širini sisa. Kod koza je došlo je do smanjenja oba parametra nakon mužnje, dok je kod krava nakon mužnje došlo do povećanja širine. Na osnovu dobivenih rezultata rada hipoteze se prihvaćaju, čime se može pretpostaviti da strojna mužnja može utjecati na izgled i temperaturu tkiva sisa nakon mužnje. Tijekom mužnje, odnosno mehaničkog pritiska sisnih guma dolazi do promjena u temperaturu sisa. Promjene temperatura sisa prije i nakon mužnje treba nastaviti pratiti, kako bi se na vrijeme uočile i razjasnile promjene koje mogu dovesti do povećanja rizika od mastitisa.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Akers, R. M. (2002.) Lactation and the mammary gland. Blackwell, Iowa state press, SAD.
2. Alejandro M, Roca A., Romero G., Diaz J. R. (2014.) Effects of overmilking and liner type and characteristics on teat tissue in small ruminants. *Journal of Dairy Research* 81, 215–222.
3. Alejandro M., Romero G., Sabater J.M., Diaz J.R.(2013): Infrared rhermography as a tool to determine tissue changes caused by machine milking in Murciano-Granadina goats. *Livestock Science* 160: 178-185
4. Alsaad M., Buscher W., (2012.) Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95 (2), 735-742 (doi: 10.3168/jds.2011-4762).
5. Bartolomé E., Azcona F., Cañete-Aranda M., Perdomo-González D.I., Ribes-Pons J., Terán E.M. (2019.) Testing eye temperature assessed with infrared thermography to evaluate stress in meat goats raised in a semi-intensive farming system: a pilot study. *Arch. Anim. Breed.*, 62: 199- 204.
6. Bobić, Tina (2014.): Povezanost morfoloških, muznih i zdravstvenih značajki vimena krava. Doktorski rad.
7. Borah, S., Soren, S., Pame, K., Paul, D., Kalita L. (2022.) Application of infrared thermography for animal health study. *Emer Life Sci Res* (2022) 8(1): 152-157.
8. Bramley, A. J., Dodd, F. H., Mein, G.A. (1992.) *Machine Milking and Lactation*. Insight Books, Burlington.
9. Colak, A., Polat, B., Okumus, Z., Kaya, M., Yanmaz, L. E., Hayirli, A. (2008) Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 91: 4244-4248.
10. Džidić, A., Rovai, M., Poulet, J. L., Leclerc M., Marnet, P. G. (2019.) Milking routines and cluster detachment levels in small ruminants; Review. *Milking practices in small ruminants*. *Animal*, pp s86 s93, The Animal Consortium.
11. Džidić, Alen (2013.) *Laktacija i strojna mužnja*. Udžbenici sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.

12. Fita K., Dobrzyński M., Calkosiński I., Dudek K., Bader-Orłowska D., (2007.) The usefulness of the thermography in medical-dental diagnostic – the author's experiences. *Annales Academiae Medicae Stetinensis* 53, Suppl., 3, 34-38.
13. Gillies, A. (1902.) Improvements in milking apparatus. British patent 27894.
14. Havranek, J. i Rupić, V. (2003.) Mlijeko, od farme do mljekare. Udžbenici sveučilišta u Zagrebu, Udžbenici sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
15. Junga, P., Travnicek, P., Ruzbarsky, J (2016.): Monitoring of the machine milking process with application of infrared thermography. *MM Science Journal*. DOI: 10.17973/MMSJ.2016\_09\_201652.
16. Koivula M., Mañntysaari E. A., Negussie E., Serenius T. (2005.) Genetic and Phenotypic Relationships Among Milk Yield and Somatic Cell Count Before and After Clinical Mastitis; *Journal of Dairy Science* Vol. 88, No. 2, 827–833; American Dairy Science Association.
17. Lu, C.D.; Potchoiba, M.J.; Loetz, E.R. (1991.) Influence of vacuum level, pulsation ratio and rate on milking performance and udder health in dairy goats. *Small Ruminant Research*, Little Rock, v.5, n.1-2, p.1-8.
18. Lund, T., Miglior F., Dekkers J. C. M., Burnside E. B. (1994.) Genetic relationship between clinical mastitis, somatic cell count, and udder conformation in Danish Holsteins. *Livest. Prod. Sci.* 39:243–251.
19. Marnet, P. G., McKusick, B.C. (2001.) Regulation of milk ejection and milkability in small ruminants. *Livestock Production Science* 70, 125-133.
20. Martins R. F. S., do Prado Paim T., de Abreu Cardoso C., Dallago B. S. L., de Melo C. B., Louvandini H., McManus C. (2012.) Mastitis detection in sheep by infrared thermography. *Res. Vet. Sci.*
21. Martins, J.D.; Nicolau, E.S.; Mesquita, A.J.; Jardim, E.A.G.V. (2015.) Mastite subclínica em rebanhos leiteiros de propriedades rurais de Goiás. *Rev. Bras. Hig. Sanid. Anim.*, v.9, p.206- 214.
22. McGavin, D. i Zachary, J.F., (2007.) *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, fourth ed. MosbyElsevier, St.Louis, MO (pp. 1488).

23. Mein, G.A., Thompson, P. D.(1993.): Milking the 30,000-Pound Herd. *Journal of Dairy Science*, 76, 3294 – 3300.
24. Menzies, P. I. (2018.) Guide to udder health for dairy goats - Providing guidance for veterinarians and producers in improving milk quality; The American Association of Bovine Practitioners Proceedings-VOL. 51, NO. 2.
25. Mioč, B. i Pavić, V. (2002.) *Kozarstvo*. Udžbenici sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
26. Mioč, B., Pavić, V., Sušić, V. (2007.) *Ovčarstvo*. Udžbenici sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
27. Mrode, R. A., i Swanson, G. J. T. (1996.) Genetic and statistical properties of somatic cell count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy cattle. *Anim. Breed. Abstr.* 64:847–857.
28. Nash, D. L., Rogers G. W., Cooper J. B., Hargrove G. L., Keown J. F. (2002.) Relationships among severity and duration of clinical mastitis and sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. *J. Dairy Sci.* 85:1273–1284
29. Odorčić, Marina (2016.): Utjecaj strojne mužnje na temperaturu vimena koza koristeći change over pokusni plan. Diplomski rad.
30. Oliveira A. V. D., Reis E. M. B., Ferraz P. F. P., Barbari M., Santos G. S., Cruz M. V. R., Silva G. F., Silva A. O. L. (2022.) Infrared thermography as a technique for detecting subclinical bovine mastitis. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.74, n.6, p.992-998.
31. Petrović, K. (2016.) Infracrvena termografija – pravi izbor za redovito održavanje (I. dio). *Mjerna i regulacijska tehnika*, *Kem. Ind.* 65 (1-2) 110–113.
32. Polat, B.; Colak, A.; Cengiz, M.; Yanmaz, L.E.; Oral, H.; Bastan, A.; Kaya, S.; Hayirli, A. (2010.) Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.93, p.3525-3532.
33. Racewicz, P., Sobek, J., Majewski, M., Róžańska-Zawieja, J. (2018.) The use of thermal imaging measurements in dairy cow herds. *Scientific Annals of Polish Society of Animal Production - Vol. 14, No 1*, 55-69.

34. Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinchcliff, K.W., Constable, P.D. (2007.). *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10th ed., Saunders Company, London.
35. Ramos J. S., Gomes V., Porto Matazo M., da Costa e Silva C. P., Baldacim V. A. P., Madureira K. M. (2020.) Effect of the type of milking on mammary gland examination in Saanen goats; *Animal Pathology / Scientific Article; Arq. Inst. Biol.*, v.87, 1-7, e0802018.
36. Rasmussen, M. D. (1993.) Influence of switch-level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. *Journal of Dairy Research* 60, 287–297.
37. Rupp, R. i Boichard D. (1999.) Genetic Parameters for Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, Production, Udder Type Traits, and Milking Ease in First Lactation Holsteins. *Journal of Dairy Science* Vol. 82, No. 10: 2198–2204.
38. Sathiyabarathi M., Jeyakumar S., Manimaran A., Pushpadass H.A., Sivaram M., Ramesha K.P., Das D.N., Kataktalware M.A., Jayaprakash G., Patbandha T.K., (2016.) Investigation of body and udder skin surface temperature differentials as an early indicator of mastitis in Holstein Friesian crossbred cows using digital infrared thermography technique. *Veterinary World* 9 (12), 1386-1391.
39. Silva, R.A.B.; Pandorfi, H.; Almeida, G.L.P.; Silva, M.V. (2020.) Exploratory data inference for detecting mastitis in dairy cattle. *Acta. Sci. Anim. Sci.*, v.42, p.e46394.
40. Sinapis, E.; Marnet, P.G.; Skapetas, B. (2007.) Hatziminaoglou, I. Vacuum level for opening the teat sphincter and the change of the teat end wall thickness during the machine milking of mountainous Greek breed (Boutsiko) ewes. *Small Ruminant Research*, Little Rock, v.69, n.1-3, p.136-143.
41. Sinha, R., Bhakat M., Mohanty T. K., Ranjan A., Kumar R., Lone S. A., Rahim A., Paray A. R., Khosla K., Danish Z. (2018.) Infrared thermography as non-invasive technique for early detection of mastitis in dairy animals -A review. *Asian Journal Of Dairy And Food Research*. Volume 37 Issue 1: 1-6.
42. Skrzypek, R., Wójtowski, J., Fahr, R.D. (2004.). Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk – A case study from Poland. *J Vet Med.*, 127–131.

43. Stewart M., Schaefer A.L., Haley D.B., Colyn J., Cook N.J., Stafford K.J., (2008.) Infrared thermography as a non-invasive method for detecting fear-related responses of cattle to handling procedures. *Animal Welfare* 17, 387-393.
44. Špoljar, S., Džidić, A., Kapš, M., Havranek, J., Antunac, N. (2004.): Utjecaj načina strojne mužnje na tkivo sise krave, količinu mlijeka i trajanje mužnje. *Mljekarstvo*, 54, (2), 129 – 138.
45. Švaić, S., Boras, I., Dović, D., Suša, M., Drviš, P., Shejbal, D. (2004.) Infracrvena termografija - drugi par očiju, EGE, Energetika, Gospodarstvo, Ekologija, Etika. 1; 94-96.
46. Wójtowski, J., Ślósarz, P., Bielińska, S., Nowicki, S., Gut, A., Danków, R. (2006.) Ultrasound image of morphological changes of teat end in sheep caused by machine milking. *Archiv fur Tierzucht, Dummerstorf*, v.49, p.231-237, Special Issue.
47. Yadav, B., Singh, G., Wankar, A. (2017) The use of infrared skin temperature measurements for monitoring heat stress and welfare of crossbred cattle. *Indian J. Dairy Sci.*, 70: 127-131.
48. Yang, C., Li, G., Zhang, X., Gu, X. (2018.): Udder skin surface temperature variation pre- and post- milking in dairy cows as determined by infrared thermography. *Journal of Dairy Research*, 85 201–203

#### Internetske stranice

Farmers Weekly (2016.) How to get good returns from milking sheep. Dostupno na: <https://www.fwi.co.uk/livestock/sheep/get-good-returns-milking-sheep> (Pristupljeno: 16. 04. 2023.).

Phibro Animal Health Corporation, (2020.) Mastitis in dairy cows. Dostupno na: <https://europe.pahc.com/challenges/mastitis> (Pristupljeno 12. 04. 2023.).

Termografija (2021.) Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=60974> (Pristupljeno 21. 04. 2023.).

Testo SE & Co. KgaA. (2023.) Testo 872s - termovizijski uređaj s aplikacijom. Dostupno na: <https://www.testo.com/hr-HR/testo-872s/p/0560-8721> (Pristupljeno: 27. 07. 2023.)



## 8. SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je primjenom infracrvene termografije uočiti utjecaj strojne mužnje na temperaturne promjene tkiva vimena preživača. Istraživanje se provodilo na dvije lokacije te na 10 muznih krava i 19 muznih koza. Mužnja krava se obavljala u izmuzištu dok mužnja koza radila se pokretnim muznim uređajem. U istraživanju, krave i koze bile su različitog rednog broja laktacije, različitog oblika vimena, dužine i širine sisa. Kod koza su utvrđene visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u prosječnim temperaturama vrha i sredine sisa, te za najtopliju točku na sisi. Za prosječnu temperaturu baze sise i najhladnije točke nisu utvrđene statistički značajne razlike nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje. Temperatura vrha sise bila je za  $1,64^{\circ}\text{C}$  manja nakon mužnje, a za sredinu sise iznosila je za  $1,5^{\circ}\text{C}$  manje nakon mužnje u odnosu na tu vrijednost prije mužnje. Kod krava su utvrđene značajne ( $p < 0,01$ ) i visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje. Za temperature vrhova, sredine i baze sisa, vrijednosti su značajno veće, a najhladnija i najtoplija točka statistički su bile visoko značajno veće. Također, izmjerene su i uočene promjene u dužini i širini sisa. Kod koza došlo je do smanjenja oba parametra nakon mužnje, dok je kod krava nakon mužnje došlo do povećanja širine. Strojna mužnja može utjecati na izgled i temperaturu tkiva sisa nakon mužnje. Tijekom mužnje, odnosno mehaničkog pritiska sisnih guma dolazi do promjena u temperaturu sisa. Takve temperaturne razlike treba nastaviti pratiti, kako bi se na vrijeme uočile i razjasnile promjene koje mogu dovesti do povećanja rizika od mastitisa.

## 9. SUMMARY

The aim of this study was to observe the influence of machine milking on the temperature changes of the udder tissue of ruminants using infrared thermography. The research was conducted at two locations, on the 10 dairy cows and 19 dairy goats. Cows were milked in the milking parlor, while goats were milked with a mobile milking device. In the research, cows and goats had different lactation numbers, different udder shapes, teat length and width. In goats, highly significant ( $p < 0.0001$ ) differences were found in the average temperatures of the top and middle of the teat, and for the hottest point on the teat. No statistically significant differences were found for the average temperature of the base of the teat and the coldest point after milking compared to the same before milking. The temperature of the top of the teat was  $1.64^{\circ}\text{C}$  lower after milking, and for the middle of the teat it was  $1.5^{\circ}\text{C}$  lower after milking compared to that value before milking. In cows, significant ( $p < 0.01$ ) and highly significant ( $p < 0.0001$ ) differences were found in temperature values after milking compared to values before milking. For the temperature of the tops, middle and base of the teats, the values are significantly higher, and the coldest and warmest points were statistically highly significantly higher. Also, changes in the length and width of the teats were measured and observed. In goats, both parameters decreased after milking, while in cows, width increased after milking. Machine milking can affect the appearance and temperature of teat tissue after milking. During milking, i.e. the mechanical pressure of teats, teat temperature changes. Such temperature differences should continue to be monitored, in order to detect and clarify changes in time that may lead to an increase in the risk of mastitis.

## **10. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Deskriptivna statistika dimenzija sisa vimena koza prije i nakon mužnje

Tablica 2. Deskriptivna statistika dimenzija sisa vimena krava prije i nakon mužnje

Tablica 3. Deskriptivna statistika temperature sisa vimena koza

Tablica 4. Deskriptivna statistika temperature sisa vimena krava

Tablica 5. Značajnost razlika između mjerenih svojstava sisa vimena koza

Tablica 6. Značajnost razlika između mjerenih svojstava sisa vimena krava

## **11. POPIS SLIKA**

Slika 1.: Mliječna žlijezda krave

Slika 2.: Mliječna žlijezda koza

Slika 3.: Strojna mužnja ovaca

Slika 4. Infracrvena termovizijska kamera TESTO 872

Slika 5. Mjerenje najhladnije točke (CS) u označenom području

Slika 6. Mjerenje najtoplije točke (HS) u označenom području

Slika 7. Mjesta mjerenja prosječnih vrijednosti temperatura na vrhu (AV1), sredini (AV2) i na bazi (AV3) sise

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Prosječne vrijednosti temperatura tkiva sisa vimena prije i poslije mužnje

Grafikon 2. Prosječne vrijednosti najhladnijih i najtoplijih dijelova tkiva sisa prije i poslije mužnje

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij Zootehnike, smjer Specijalna zootehnika

Diplomski rad

## Utjecaj strojne mužnje na temperaturne promjene tkiva vimena preživača Valentina Lepoglavec

### Sažetak

Cilj ovog diplomskog rada bio je primjenom infracrvene termografije uočiti utjecaj strojne mužnje na temperaturne promjene tkiva vimena preživača. Istraživanje se provodilo na dvije lokacije te na 10 muznih krava i 19 muznih koza. Mužnja krava se obavljala u izmuzištu dok mužnja koza radila se pokretnim muznim uređajem. U istraživanju, krave i koze bile su različitog rednog broja laktacije, različitog oblika vimena, dužine i širine sisa. Kod koza su utvrđene visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u prosječnim temperaturama vrha i sredine sisa, te za najtopliju točku na sisi. Za prosječnu temperaturu baze sise i najhladnije točke nisu utvrđene statistički značajne razlike nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje. Temperatura vrha sise bila je za  $1,64^{\circ}\text{C}$  manja nakon mužnje, a za sredinu sise iznosila je za  $1,5^{\circ}\text{C}$  manje nakon mužnje u odnosu na tu vrijednost prije mužnje. Kod krava su utvrđene značajne ( $p < 0,01$ ) i visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na vrijednosti prije mužnje. Za temperature vrhova, sredine i baze sisa, vrijednosti su značajno veće, a najhladnija i najtoplija točka statistički su bile visoko značajno veće. Također, izmjerene su i uočene promjene u dužini i širini sisa. Kod koza došlo je do smanjenja oba parametra nakon mužnje, dok je kod krava nakon mužnje došlo do povećanja širine. Strojna mužnja može utjecati na izgled i temperaturu tkiva sisa nakon mužnje. Tijekom mužnje, odnosno mehaničkog pritiska sisnih guma dolazi do promjena u temperaturu sisa. Takve temperaturne razlike treba nastaviti pratiti, kako bi se na vrijeme uočile i razjasnile promjene koje mogu dovesti do povećanja rizika od mastitisa.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Tina Bobić

**Broj stranica:** 37

**Broj grafikona i slika:** 9

**Broj tablica:** 6

**Broj literaturnih navoda:** 52

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** strojna mužnja, infracrvena termografija, tkivo vimena, preživači, temperatura

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Tina Bobić, mentor
3. doc. dr. sc. Maja Gregić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, V. Preloga 1

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Special zootechnics**

**Graduate thesis**

### **Influence of machine milking on temperature changes of ruminant udder tissue**

**Valentina Lepoglavec**

#### **Abstract**

The aim of this study was to observe the influence of machine milking on the temperature changes of the udder tissue of ruminants using infrared thermography. The research was conducted at two locations, on the 10 dairy cows and 19 dairy goats. Cows were milked in the milking parlor, while goats were milked with a mobile milking device. In the research, cows and goats had different lactation numbers, different udder shapes, teat length and width. In goats, highly significant ( $p < 0.0001$ ) differences were found in the average temperatures of the top and middle of the teat, and for the hottest point on the teat. No statistically significant differences were found for the average temperature of the base of the teat and the coldest point after milking compared to the same before milking. The temperature of the top of the teat was  $1.64^{\circ}\text{C}$  lower after milking, and for the middle of the teat it was  $1.5^{\circ}\text{C}$  lower after milking compared to that value before milking. In cows, significant ( $p < 0.01$ ) and highly significant ( $p < 0.0001$ ) differences were found in temperature values after milking compared to values before milking. For the temperature of the tops, middle and base of the teats, the values are significantly higher, and the coldest and warmest points were statistically highly significantly higher. Also, changes in the length and width of the teats were measured and observed. In goats, both parameters decreased after milking, while in cows, width increased after milking. Machine milking can affect the appearance and temperature of teat tissue after milking. During milking, i.e. the mechanical pressure of teats, teat temperature changes. Such temperature differences should continue to be monitored, in order to detect and clarify changes in time that may lead to an increase in the risk of mastitis.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Tina Bobić

**Number of pages:** 37

**Number of figures:** 9

**Number of tables:** 6

**Number of references:** 52

**Original in:** Croatian

**Key words:** machine milking, infrared thermography, udder tissue, ruminants, temperature

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

- 1. Full Professor Pero Mijić, president**
- 2. Associate professor Tina Bobić, mentor**
- 3. Assistant professor Maja Gregić, member**

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, V. Preloga 1