

# Prevenција mastitisa primjenom zeolita u obroku mliječnih krava

---

**Brlić, Matej**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:445541>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



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**

Matej Brlić

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**PREVENCIJA MASTISA PRIMJENOM ZEOLITA U OBROKU MLIJEČNIH**  
**KRAVA**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

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

Matej Brlić

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**PREVENCIJA MASTISA PRIMJENOM ZEOLITA U OBROKU MLIJEČNIH**  
**KRAVA**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

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

Matej Brlić

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**PREVENCIJA MASTISA PRIMJENOM ZEOLITA U OBROKU MLIJEČNIH**  
**KRAVA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Marcela Šperanda, predsjednica
2. Izv. Prof. dr. sc. Mislav Đidara, mentor
3. Prof. dr. sc. Pero Mijić, član

Osijek, 2021.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	2
2.1. Građa i funkcija mliječne žlijezde .....	2
2.2. Mastitis .....	7
2.3. Dijagnostika mastitisa .....	11
2.3.1. Klinički pregled vimena .....	11
2.3.2. Organoleptički pregled mlijeka .....	11
2.3.3. Određivanje broja somatskih stanica .....	12
2.3.4. Mastitis test .....	12
2.3.5. Električna provodljivost mlijeka .....	14
2.4. Terapija mastitisa .....	15
2.5. Strojna mužnja i utjecaj na mastitis .....	15
2.5.1. Robotska mužnja .....	17
2.5.2. Utjecaj strojne mužnje na pojavnost mastitisa .....	18
2.6. Zeoliti u hranidbi krava .....	20
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	22
<b>4. REZULTATI</b> .....	26
<b>5. RASPRAVA</b> .....	33
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	36
<b>7. POPIS LITERATURE</b> .....	37
<b>8. SAŽETAK</b> .....	39
<b>9. SUMMARY</b> .....	40
<b>10. POPIS TABLICA</b> .....	41
<b>11. POPIS SLIKA</b> .....	42
<b>12. POPIS GRAFIKONA</b> .....	43
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b> .....	44
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b> .....	45

## 1.UVOD

Proizvodnja mlijeka je važna grana gospodarstva u svakoj zemlji, ali i jedna od najzahtjevnijih i najizazovnijih grana u poljoprivredi. Moderno mliječno govedarstvo pred svakog uzgajivača postavlja teške, ali ne nesavladive prepreke. Za današnje intenzivno mliječno govedarstvo se slobodno može zaključiti kako je postalo dobrim dijelom industrijska proizvodnja. Masovno se uvode nova tehnološka digitalizirana rješenja, posebice roboti za mužnju, hranidbeni roboti, računalno praćenje aktivnosti zdravlja krava. Sva nova tehnologija i znanja koja se implementiraju u ovu proizvodnju imaju prvenstveno jedan cilj, a to je proizvodnja što više kilograma mlijeka po kravi. Poradi sve veće proizvodnje mlijeka po kravi, potrebe krava za vrhunski balansiranim obrokom, što manjim stresovima i općenito kvalitetnijim uvjetima smještaja, rastu.

Kako rastu zahtjevi za što većom proizvodnjom, u korelaciji s njima rastu i potencijalni problemi i bolesti, što za posljedicu ima izrazito veliku stopu izlučenja krava iz stada. Globalno gledajući, svi uzgajivači u svijetu u svojim stadima imaju barem tri ista i osnovna problema: mastitis, metritis te šepavost krava te su upravo te dijagnoze razlog velikoj stopi izlučenja krava te njihovom kratkom životnom vijeku.

Mastitis je najskuplja bolest u mliječnim stadima. Uzrokuje gubitak u proizvodnji mlijeka uslijed destrukcije sekretornog tkiva i odbacivanja promijenjenog mlijeka, gubitke uslijed povećanog izlučivanja krava iz proizvodnje, te hranjenja i liječenja bolesnih grla (Caput, 1996.). Također, od velike poljoprivredne revolucije sredinom 20. stoljeća, kada je počeo nagli rast i razvoj poljoprivrede pa tako i mliječnog govedarstva, za saniranje problema sa mastitisima korišteni su antibiotski pripravci. S današnjeg gledišta bi se moglo reći kako je korištenje bilo neumjereno, što konačno za posljedicu ima kroz godine povećanu rezistentnost bakterija na antibiotike, kako kod životinja, tako i u ljudskoj populaciji.

Cilj ovoga rada bio je smanjiti pojavnost mastitisa primjenom zeolita kao dodatka obroku mliječnih krava.

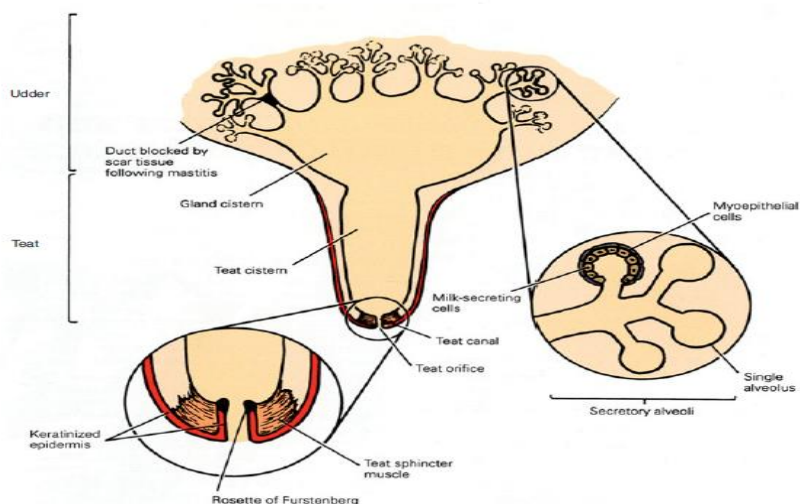
## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Građa i funkcija mliječne žlijezde

Vime, ili mliječna žlijezda, se ubraja među kožne žlijezde. Blowey i Edmondson (2010.) navode da prema histološkoj građi mliječna žlijezda spada u skupinu složenih tubuloalveolarnih žlijezda. Nadalje, da kod krava razvoj mliječne žlijezde započinje u fetalnom razdoblju, nastavlja se u pubertetu te završava tijekom graviditeta i početkom laktacije. Razvoj mliječne žlijezde se može podijeliti u četiri faze: prva izometrijska faza, prva alometrijska faza, druga izometrijska faza te druga alometrijska faza. Tijekom prve izometrijske faze rast i razvoj vimena se odvija jednako brzo kao i rast tj. razvoj ostatka tijela. Zatim, tijekom prve alometrijske faze, koja nastupa od 4. do 8. mjeseca života, vime počinje intenzivniji rast i razvoj u odnosu na ostatak tijela. Druga izometrijska faza nastupa nakon 8. mjeseca života i traje sve do početka graviditeta, tijekom ove faze vime opet raste i razvija se jednakom brzinom kao i ostatak tijela. Završno, nastupa druga alometrijska faza, tijekom graviditeta, prilikom koje je rast i razvoj vimena opet brži i intenzivniji od ostatka tijela.

Vime krave nalazi se u ingvinalnoj regiji i za tijelo je vezano kožom, mišićima i brojnim ligamentima, a sastoji se od četiri funkcionalno odvojene mliječne žlijezde i četiri sise. Medijalni ligament dijeli vime na lijevu i desnu polovicu koje su jasno odvojene jedna od druge (Dokumen, 2021.) Iako se vime sastoji od četiri mliječne žlijezde između prednjih i stražnjih četvrti nema vidljivih pregrada. Na svakoj polovici vimena se nalaze dvije sise te svaka sisa luči mlijeko, u pravilu su zadnje četvrti veće od prednjih i luče oko 60% ukupne količine mlijeka. Građa jedne četvrti vimena s pripadajućom sisom je prikazana na Slici 1. Pravilno građeno vime, gledajući sa strane, bi trebalo biti ravnog donjeg dijela, a na prednjem dijelu bi trebalo biti prošireno i čvrsto spojeno s abdominalnim zidom. Stražnji dio vimena bi trebao biti spojen na tijelo visoko i široko, što dovodi do simetričnosti stražnjih četvrti.

Vime se sastoji od niza funkcionalnih podjedinica- potporna struktura, krvožilni sustav, limfni sustav, živčani sustav, sustav za provođenje i čuvanje mlijeka, sekretorni sustav epitelnih stanica. Svaki od navedenih podsustava u vimenu utječe direktno ili indirektno na proizvodnju mlijeka.



Slika 1. Građa mliječne žlijezde (Izvor: Blowey i Edmodnson, 2010.)

Težina samog vimena bez mlijeka prema navodima više autora iznosi od 15 kilograma do 30 kilograma. Vime sadrži količinu mlijeka koja varira, tj. nije u korelaciji s masom praznog vimena, razlog tomu je varijabilni odnos sekrecijskog tkiva (parenhima) i vezivnog tkiva (stroma). Obujam i masa vimena se povećavaju sve dok krava ne dostigne punu zrelost, dok kod starijih krava dolazi do regresije tj. smanjenja obujma. Regresiju vimena mogu uzrokovati nagli prestanak laktacije, značajan klinički oblik bolesti, najčešće mastitisa.

Pražnjenje vime se odvija lučenjem mlijeka preko sise. Zadnje sise su obično kraće nego prednje sise. Mužnja krava s duljim sisama traje duže nego mužnja krava s kratkim sisama (Mitić i sur., 1987.). Prema istom autoru najznačajnije karakteristike za djelotvornu mužnju bi bile, umjerena veličina, pravilno postavljene sise te dovoljna čvrstoća mišića koji okružuje sam otvor sise i zatvara sisni kanal nakon mužnje te sprječava curenje mlijeka. Česta pojava na vimenu uz normalne funkcionalne sise kod 25% do 50% krava su prekobrojne sise „pasise“ koje mogu i ne moraju biti funkcionalne (Mitić i sur. 1987.). Prekobrojne sise je poželjno ukloniti poradi izgleda vimena, ali i zbog prevencije mastitisa.

Mlijeko je proizvod specifičnog sekrecijskog procesa mliječne žlijezde koji se u kemijskom sastavu bitno razlikuje od sastojaka krvi, od kojih se stvara. Posebno se razlikuju kazein, laktoza i mliječna mast, dok su anorganske soli kvalitativno identične anorganskim solima u krvi, ali su njihove koncentracije drugačije (Mitić i sur., 1987.). Sama sinteza mlijeka odvija se u stanicama koje tvore alveole. U sastavu mlijeka dominira voda koje ima između 86% i 89%, a koja se dijeli na vezanu i slobodnu. Nakon vode prema postotnom udjelu slijedi laktoza pa



mliječna mast, a zatim bjelančevine te nadalje ostali sastojci zastupljeni u manjim postocima, prikazano u Tablici 1.

Tablica 1. Sastav kravljeg mlijeka

Komponenta	Udio (%)
Suha tvar	12,5
Mliječna mast	4
Bjelančevine	3,3
Kazein (od bjelančevina)	2,9
Laktoza	4,8
Pepeo	0,7
Kalcij	0,12
Fosfor	0,09
Voda	87,5

(Izvor: Blowey i Edmondson, 2010.)

Prvo mlijeko nakon teljenja tj. kolostrum bitno se razlikuje u sastavu i konzistenciji od mlijeka koje se luči nakon otprilike pet dana. Kolostrum je značajno koncentriraniji od mlijeka, sadrži veći postotak suhe tvari (25%) te više proteina (do 15%) zbog prisutnih antitijela koja su neophodna za tele poradi stjecanja pasivnog imuniteta.

Proizvod fermentacije mikroorganizama buraga je propionat iz kojeg jetra proizvodi glukozu. Nakon što krv transportira glukozu u vime dio glukoze se prevodi u galaktozu, također jednostavni šećer. Nakon toga se kombiniranjem jedne molekule glukoze i jedne molekule galaktoze stvara laktoza, koja je disaharid, složeni šećer.

Prema Blowey i Edmondson (2010.), cijeli proces nastanka laktoze se odvija u tri koraka: jetra prevodi propionat u glukozu, dio glukoze u vimenu se prevodi u galaktozu, iz glukoze i galaktoze nastaje laktoza.

Funkcija laktoze u mlijeku je i održavanje osmotske ravnoteže, sama koncentracija laktoze varira u korelaciji s ostalim komponentama u mlijeku kako bi se održala koncentracija mlijeka. Sam pH mlijeka je niži, odnosno kiseliji od pH krvi ( pH mlijeka iznosi 6,7, dok pH krvi iznosi 7,4). Uslijed pada koncentracije laktoze u krvi, što je karakteristično prilikom pojave mastitisa,

povećavaju se koncentracije natrija i klorida poradi održavanja osmotskog tlaka. Posljedica toga je gorko i slankasto mlijeko s većom električnom provodljivošću.

Najveći udio među bjelančevinama zauzima kazein, manje zastupljeni su albumini i globulini. Kazein je bjelančevina koja koagulira u mlijeku pri pH 4,6. Mliječni albumin je bjelančevina topljiva u vodi i netopljiva u zasićenoj otopini amonij sulfata. Mliječni globulin je netopljiv u vodi, topljiv je u slabim otopinama soli (1% NaCl) i taloži se iz poluzasićenih otopina amonij sulfata (Mitić i sur., 1987.). Tvorba bjelančevina se događa u stanicama alveola gdje krv transportira aminokiseline, a sintetizirane bjelančevine se istiskuju iz stanica alveole u lumen alveole. Najveći utjecaj na sadržaj bjelančevina u mlijeku ima energetska komponenta u obroku krava. Prema već navedenom da je u kravljem mlijeku kazein najzastupljenija bjelančevina, kažemo je da je kravlje mlijeko kazeinsko. Bitna uloga kazeina je u daljnjoj preradi mlijeka. Bowley E. i Edmondson P. 2010., naglašavaju da prilikom pojave mastitisa sadržaj ukupnog proteina u mlijeku može ostati konstantan, ali da se smanjuje postotni udio kazeina, a povećava se udio albumina i globulina. Uz to navode da mlijeko iz vimena zahvaćenog mastitisom sadrži povišenu razinu enzima plazmina koji razgrađuje kazein u uskladištenom mlijeku, a ne inhibiraju ga ni temperatura skladištenja od 4 °C, niti pasterizacija.

Mitić i sur. (1987.), navode da je mliječna mast značajan sastojak mlijeka, na osnovu kojeg se ocjenjuje vrijednost mlijeka, jer od ukupne energetske vrijednosti na mliječnu mast otpada 54%. Također mliječna mast čini samo 30% suhe tvari i ima izraženu biološku vrijednost u odnosu na druge masti. Tvorba mliječne masti se odvija u sekrecijskim stanicama vimena u obliku sitnih čestica sferičnog oblika, koje se zbog toga nazivaju masnim kapljicama. Veličina masnih kapljica u mlijeku je u prosjeku promjera od 2 do 5 mikrometara, ovisno o pasmini, načinu hranidbe i stadiju laktacije, te je emulzija masti u mliječnoj plazmi poprilično stabilna tj. masne kapljice se ne izdvajaju na površinu kao što je slučaj kod drugih emulzija masti u vodi. Mliječna mast nastaje kombinacijom masnih kiselina s glicerolom te nastaje neutralni oblik triglicerida.

Prema Blowey i Edmondson (2010.), masne kiseline koje sudjeluju u tvorbi mliječne masti mogu se podijeliti u tri glavna izvora: 1. tjelesna masnoća kao izvor 50% ukupnih masnih kiselina; 2. krmiva s povećanim udjelom masti u obroku krava, posebice s dugolančanim masnim kiselinama; 3. masne kiseline koje nastaju iz acetata u buragu.

Poremećaji u sintezi masnoće u mlijeku su izraženi prilikom mastitisa, ponajviše zbog povišene razine enzima lipaze koji pokreće razgradnju mliječne masti do sastojaka masnih kiselina te mlijeko poprima užegli okus.

Sinteza minerala i vitamina nije moguća u mliječnoj žlijezdi, stoga isti u mlijeko dolaze iz krvi. Postotni udio minerala u mlijeku iznosi od 0,6% do 0,8%, među njima najzastupljeniji je kalcij, a zatim fosfor. Vitamini se ne sintetiziraju u organizmu krave, nego se isključivo unose hranom ili ih sintetizira mikropopulacija buraga. U mlijeku se nalaze vitamini A, D, E te vitamini B1, B2 i C.

Stopa sinteze mlijeka je kontrolirana od strane brojnih čimbenika, među kojima su hranidba, hormoni (prolaktin i goveđi somatotropin), te nadalje interval mužnje tj. učestalost mužnje. Za razliku od većine sisavaca kojima pokretanje laktacije i daljnji nastavak proizvodnje regulira hormon prolaktin, kod mliječnih krava na kontinuitet lučenja mlijeka utjecaj imaju razni steroidi u interakciji s hormonima štitne žlijezde i hormona rasta. Goveđi somatotropin, kojeg sintetizira hipofiza, je u većoj koncentraciji prisutan kod krava s većom proizvodnjom, današnjom tehnologijom ga je moguće proizvesti umjetnim putem te aplicirati kravama poradi povećanja proizvodnje mlijeka. Ipak, praksa apliciranja sintetičkog somatotropina je zabranjena u većini država zbog utjecaja hormona na zdravlje ljudi.

Učestalost ili interval mužnje je značajan čimbenik u sintezi mlijeka, primjerice prelazak s dvokratne mužnje na trokratnu bi trebao dovesti do povećanja količine mlijeka za otprilike 15%. Razlog većoj proizvodnji mlijeka pri manjim intervalima mužnje je što mlijeko sadrži tzv. „protein inhibitor“ čija prisutnost u vimenu djeluje direktno na sekrecijske stanice u alveolama. Češćom mužnjom se uklanja „protein inhibitor“, što za posljedicu ima veću proizvodnju mlijeka. Također, povećava se i količina sekrecijskog tkiva, što je pozitivan učinak za proizvodnju kroz duži vremenski period.

Među čimbenicima koji utječu na sintezu mlijeka izrazito bitna je temperatura okoline, koja bi u idealnim uvjetima iznosila 15 °C do 25 °C. Pri vrlo niskim temperaturama krave troše više energije na održavanje topline tijela, samim time manje energije je usmjereno prema sintezi mlijeka, također i piju manje vode. Dok se kod visokih vrijednosti temperatura smanjuje konzumacija hrane, povećana se konzumacija vode što dovodi do nešto manje ukupne proizvodnje mlijeka s manjim udjelom mliječne masti.

Posljednji značajan čimbenik, na koji uzgajivač ima neposredan i velik utjecaj, je faza suhostaja. Prilikom suhostaja krava se odmara i priprema za slijedeću laktaciju, također se kroz laktacije količina sekrecijskog tkiva povećava, a samim time se povećava i potencijal prinosa mlijeka. Razdoblje suhostaja bi trebalo trajati 8 tjedana podijeljeno u dvije faze, a ovisno o menadžmentu pojedine farme može biti 4 tjedna + 4 tjedna, 5 tjedana +3 tjedna. Prekratko

razdoblje suhostaja za posljedicu ima nepripremljenu kravu za slijedeću laktaciju s potencijalno nižim prinosom mlijeka za oko 30%. Dok s druge strane predugo razdoblje suhostaja dovodi do prekomjernog debljanja krave s potencijalom za razvoj metaboličkih bolesti, najčešće ketoze (Blowey i Edmondson, 2010.).

## 2.2. Mastitis

Za razliku od većine drugih infekcija, mastitis je praktički nemoguće potpuno iskorijeniti jer postoji niz patogenih uzročnika, od kojih su neki konstantno prisutni u okolišu. Mastitis je jednostavno rečeno infekcija vimena sa uzročnicima koji izazivaju upalu tj. odgovor organizma domaćina na infekciju. Mikroorganizmi toksinima oštećuju žljezdano i ostala tkiva pa nastaje upala vimena. Oni uglavnom ulaze u vime kroz sisni kanal. Ozljede vrha sise i vanjskog otvora sisnog kanala su predispozicija za pojavu mastitisa. Hormonalne promjene vezane uz teljenje dovode do povećanja rizika za pojavu mastitisa. Pojavi mastitisa pridonosi i loš smještaj (nepovoljne temperature), često neispravni uređaji za mužnju, nepravilna mužnja, loša higijena staje, nedostatak sumpora ili cinka u obroku što utječe na lošiju keratinizaciju kože i slabiju otpornost sisa na infekcije. Na pojavu mastitisa mogu utjecati i neki metabolički poremećaji. Mliječna groznica za 8 puta povećava rizik od pojave mastitisa, a ketoza za 2 puta. Povećanje brzine protoka mlijeka s porastom mliječnosti krava selekcijom, također pridonosi većoj osjetljivosti krava na mastitis (Blowey i Edmondson, 2010.).

Patologije koje zahvaćaju vime:

1. Poremećena sekrecija - u samom vimenu ne dolazi do promjena te se u mlijeku ne nalaze mikroorganizmi, mastitis testom se utvrđuje povećan broj somatskih stanica u mlijeku. Kod ovog oblika se ne provodi liječenje, već se pozornost usmjerava na provjeru ispravnosti muznog uređaja i higijenu mužnje.
2. Subklinička upala vimena - kod ovog oblika se u vimenu nalaze patogeni mikroorganizmi koji uzrokuju mastitis, sama upala može trajati više mjeseci, dok na vimenu i u mlijeku nema značajno vidljivih promjena. Do same infekcije dolazi ulaskom bakterija kroz sisni kanal te preko mjesta ozljeda na koži vimena. Upala se otkriva kalifornijskim mastitis testom ili prema broju somatskih stanica u mlijeku. Prije liječenja ovog tipa upale potrebno je napraviti antibiogram i liječenju provesti prilikom zasušenja krava antibiotskim pripravcima za primjenu u vimenu. Za

sprječavanje ovog oblika upale važna je higijena objekta, higijena mužnje te redovita mjesečna kontrola broja somatskih stanica u mlijeku kod svih krava u stadu.

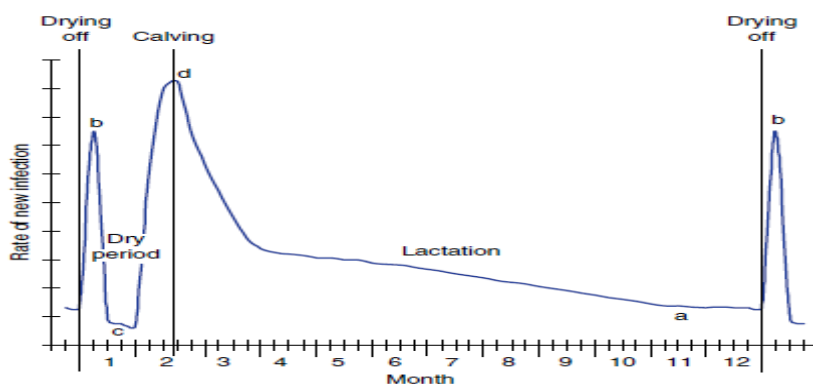
3. Klinička kataralna upala vimena - postoje dva klinička oblika, akutna kataralna upala i kronična kataralna upala. Akutna kataralna upala je izrazito simptomatska, brzo su vidljivi svi simptomi. Do razvoja dolazi uslijed pada otpornosti organizma, posebice vimena. Vanjski simptomi su otečena četvrt, ili cijelo vime, crvenilo te je moguća i poviše temperatura. Promjene mlijeka su također vidljive i bez dijagnostičkih metoda, mlijeko može biti vodenasto, žućkasto, s krpicama gnoja ili ugrušcima, a također su vrlo često prisutne i rezidue krvi. Liječenje se provodi antibiotskim pripravcima koji se apliciraju u bolesnu četvrt nakon mužnje iste, također je moguće i liječenje injekcionim antibioticima. Kronična kataralna upala vimena je za uzgajivače čak i štetnija od akutne upale vimena, kod ovog oblika upale nema vidljivih simptoma, a sam razvoj može potrajati i do nekoliko mjeseci. Prvotno nema promjena na vimenu niti u mlijeka, samo zdravstveno stanje krave je uredno. Upalni proces zahvaća sluznice mliječnih puteva i alveola vimena. Nakon dužeg trajanje upale vime propada. Dugo na vimenu i mlijeku nema vidljivih promjena, jedino je povećan broj somatskih stanica u mlijeku. Zbog propadanja vimena, krave treba izlučiti iz proizvodnje. Od ove upale češće oboljevaju starije krave (Uremović, 2004.). Iako kod ovog oblika upale liječenje najčešće nema pozitivan ishod, moguće ga je provoditi, ali tek nakon napravljenog antibiograma. Navedeni oblik upale je moguće liječiti sulfonamidima te drugim antibioticima. Vrlo je važno tijekom i nakon liječenja poštovati karencu te ne koristiti to mlijeko ni za napajanje teladi. Ako se pak radi o visoko proizvodnoj kravi, čija standardna laktacija iznosi više od 10.000 kg mlijeka, pod uvjetom da je kroničnim mastitisom zahvaćena samo jedna četvrt, moguće je uz poseban oprez zasušiti samo tu četvrt i nastaviti mužnju na preostalim četvrtima.
4. Klinička akutna upala žljezdanog tkiva vimena - njezina pojavnost je rijetka, praćena je naglim razvojem simptoma i visokom tjelesnom temperaturom. Sama upala zahvaća žljezdani tj. parenhimatozni dio vimena, preduvjeti koji pogoduju razvoju su izrazito loša higijena mužnje, nepravilna mužnja, loša higijena objekta te prljavo vime. Uzročnici su: *E. Coli*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *B. Cereus*, *S. Aureus*, *Klebsiela*, *F. necrophorum*, te drugi. Liječenju ovog tipa upale treba pristupiti

odmah po primjećivanju simptoma, u protivnom krava može uginuti, mjere za suzbijanje ove vrste upale su iste kao i kod drugih kliničkih oblika mastitisa.

Kako je za samu proizvodnost krave tijekom laktacije izrazito važan period suhostaja, tako je i za zdravlje vimena i monitoring mastitisa značajno vrijeme suhostaja. Tijekom suhostaja veliku prijetnju predstavljaju patogeni mikroorganizmi iz okoliša tj. objekta iz stelje, primjerice *E. coli* i *S. uberis*. Iako je opasnost od infekcije značajna, infekcija ostaje u stanju mirovanja te tijekom suhostaja ne predstavlja direktnu opasnost, ali je direktni uzrok kliničkih oblika upala vimena tijekom prvih mjeseci laktacije. Prema Blowey i Edmondson (2010.), postoje tri faze suhostaja:

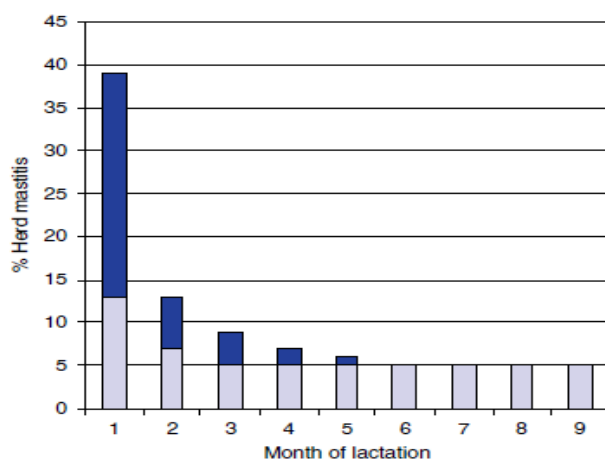
1. faza - označava prva dva tjedna suhostaja, u njoj se sisni kanal postepeno zatvara tj. počinje tvorba keratinskog čepa koji stvara fizičku barijeru između sisnog kanala i okoliša.
2. faza - je vrijeme odmora, tj. predstavlja četiri srednja tjedna suhostaja, sekrecijsko tkivo je u stanju mirovanja, nakupljaju se prirodne inhibitorne tvari tipa laktoferina, neutrofila, imunoglobulina.
3. faza - zaključno označava zadnja dva tjedna suhostaja ili prve tjedna tranzicijskog razdoblja, dolazi do aktivacije sekrecijskog tkiva, stvaranja novih alveola te počinje otapanje keratinskog čepa u sisnom kanalu.

Nadalje, prema istim autorima, najrizičnije razdoblje za infekciju su prva i treća faza suhostaja, poradi stvaranja keratinskog čepa u prvoj fazi te razgradnje istog u trećoj fazi. Slika broj 4. prikazuje stopu infekcija u vimenu tijekom jednog proizvodnog ciklusa krave. Prema prikazanom upravo na početku suhostaja, na kraju suhostaja te početkom laktacije najveća je stopa infekcija, uz opasku da je razdoblje prije i nakon teljenja, tj. tranzicijsko razdoblje, najkritičnije.



Slika 2. Učestalost infekcija mliječne žlijezde tijekom jednog proizvodnog razdoblja (Izvor: Blowey i Edmonson, 2010.)

Već spomenuti autori navode da većina slučajeva mastitisa nastaje u prva četiri tjedna laktacije te da 60% tih kliničkih slučajeva mastitisa potječe od infekcija nastalih tijekom razdoblja suhostaja. Također infekcije nastale u suhostaju mogu uzrokovati mastitis sve do petog mjeseca laktacije.



Slika 3. Učestalost mastitisa u stadu po mjesecima laktacije (Izvor: Blowey R. i Edmonson P. 2010.)

Iako se ranije navedeni oblici mastitisa razlikuju po svojoj kliničkoj slici, svima je zajedničko da nanose višestruke gubitke u proizvodnji. Najistaknutiji gubici su: smanjena količina proizvedenog mlijeka, zasušivanje jedne, ili u najgorem slučaju svih četvrti vimena, izlučenje životinje iz stada, cijena koštanja liječenja, nemogućnost uporabe mlijeka uslijed liječenja antibioticima.

U konačnici, na svakoj farmi bi trebala postojati određena strategija ili plan za kontrolu te protokoli za postupak liječenja mastitisa. Prema Blowey i Edmondson (2010.), strategija za kontrolu mastitisa se može podijeliti u tri točke: 1. smanjenje izvora infekcija, odnosi se na okoliš u kojem životinje borave tj. redovitim čišćenjem onemogućiti razvijanje žarišta infekcija, dezinfekcija sisa nakon mužnje te dezinfekcija objekta te napose izlučenjem problematičnih krava; 2. kontrola širenja vektorima, posebice je važno za kontagiozne organizme; 3. optimizacija imuniteta krava i zdravlja vimena.

### 2.3. Dijagnostika mastitisa

Nakon pojave mastitisa važno je brzo i pravilno postavljanje dijagnoze poradi provođenja najučinkovitije terapije. Mastitis je sam po sebi problem, no česti su slučajevi paušalne i krivo postavljene dijagnoze koja dovodi do neučinkovitog liječenja i još većih ekonomskih gubitaka. Postoji nekoliko metoda dijagnoze mastitisa: klinički pregled vimena, organoleptički pregled mlijeka, određivanje broja somatskih stanica u mlijeka, kalifornijski mastitis test (CMT), mjerenje električne provodljivosti mlijeka te metode koje su manje zastupljene u praksi, a to su određivanje količine klorida i laktoze i mjerenje pH vrijednosti mlijeka.

#### 2.3.1. Klinički pregled vimena

Čine ga dva odvojena postupka tj. inspekcija ili promatranje i palpacija ili opipavanje. Kod promatranja, vime se promatra sa svih strana poradi utvrđivanja oblika, veličine sisa, broja pasisa, položaja sisa, vrhova sisa, promjena na koži vimena. Pri pojavi mastitisa oboljela četvrt može biti otečena ili pak atrofirana, boja vimena može biti crvena.

Prilikom opipavanja vimena pregledavaju se vrhovi sisa, a zatim sise prema žljezdanom dijelu vimena. Nakon toga opipava se vime te se određuje tvrdoća sumnjive četvrti usporedno s ostalim četvrtima, temperatura te osjetljivost kože. Ovaj pregled je najtočnije te najpraktičnije izvoditi nakon mužnje kada je vime prazno.

#### 2.3.2. Organoleptički pregled mlijeka

Kod svake mužnje je potrebno mlijeko pregledati na crnoj podlozi, tako se po nekoliko mlazova iz svake četvrti izdoji te pregleda. Pregledom je potrebno odrediti konzistenciju, boju, miris,



primjese i okus mlijeka. Prilikom upale konzistencija mlijeka se mijenja u vodenastu, boja se može promijeniti prema tamnijim žućkastim nijansama, mogu biti prisutne primjese u obliku sluzi, gnoja, krvi, ugrušaka. Miris mlijeka postaje izraženiji, zdravo mlijeko nema specifičan miris, a kod mastitisa moguć je miris po pokvarenim jajima, slankasto truli miris. Okus mlijeka za vrijeme upale može biti slankast ili gorkast. U organoleptički pregled mlijeka svrstava se i procjena količine mlijeka u cijelom vimenu i po pojedinim četvrtima. Za vrijeme upale uobičajeno je smanjenje lučenja, a samim time i količine mlijeka u bolesnoj četvrti.

### 2.3.3. Određivanje broja somatskih stanica

Ova metoda je najdirektnija i najtočnija za dijagnosticiranje mastitisa. Pojavom mastitisa se povećava broj leukocita u mlijeku jer se nespecifičnom obranom od strane organizma pokušavaju savladati mikroorganizmi koji su uzrokovali mastitis tj. upalu vimena. Leukociti koji su krvlju transportirani u vime ulaze u alveole i mliječne kanale te se njihov broj značajno povećava. Samim time se i u izlučenom mlijeku povećava broj leukocita. Nadalje, u vimenu se ljušte površinski slojevi stanica sluznice mliječnih kanala, što za posljedicu ima odljuštene epitelne stanice. Zajednički, leukociti i odljuštene epitelne stanice se nazivaju somatske stanice. Iako je prema pravilniku o otkupu svježeg sirovog mlijeka za kravlje mlijeko dopušteno 400.000 somatskih stanica u jednom mililitru, zdravo vime karakterizira brojka do 200.000 somatskih stanica u izlučenom mlijeku.

Ovom metodom se koristi mliječna industrija poradi određivanja razreda mlijeka, a u tu svrhu se uzima skupni uzorak mlijeka iz laktofriža, minimalno jednom, a moguće je i više puta mjesečno. Isto tako u Republici Hrvatskoj kod svih uzgajivača koji su u sustavu kontrole proizvodnje mlijeka od strane HAPIH-a jednom se mjesečno uzimaju uzorci mlijeka od svake krave posebno, iz kojimh se uz druge parametre obavlja i kontrola broja somatskih stanica u mlijeku.

### 2.3.4. Mastitis test

Kalifornijski mastitis test je metoda koja omogućuje brzo i pravovremeno dijagnosticiranje mastitisa na temelju približnog broja somatskih stanica bez otkrivanja uzročnika. Za reagens se koristi mješavina organskog spoja alkilarilsulfonata i indikatora pH vrijednosti mlijeka. Za dijagnosticiranje se koristi plastična plitica s četiri odvoje jažice, po jedna za svaku četvrt, u

njih se izdoji svježe mlijeko u količini približno 2 mililitra te se zatim doda ista količina reagensa. Nakon dodavanja reagensa u mlijeko dolazi do pucanja opne leukocita, njihovih jezgri i do izlaska deoksiribonukleinske kiseline koja se polimerizira te nastaje želatinozna masa. Promjene u konzistenciji mlijeka su izraženije, ako mlijeko sadrži veći broj somatskih stanica.



Slika 4. Primjena kalifornijskog mastitis testa (Izvor: Matej Brlić)

Ukoliko mlijeko određene krave pozitivno reagira na mastitis testu, potrebno je uzeti uzorak mlijeka te ga poslati na bakteriološku pretragu poradi određivanja uzročnika mastitisa i pravilnog postavljanja liječenja. U periodu nakon teljenja, otprilike 14 dana, te netom prije zasušivanja, mastitis test se ne provodi.

Tablica 2. Prosudba zdravstvenog stanja vimena na osnovi konzistencije (izgleda) kombinacije mlijeka (sekreta) i mastitis reagensa.

Vanjski oblik	Reakcija	Približan broj leukocita u 1 mL mlijeka	Ocjena
Nakon 2 minute smjesa ostaje jednolična ili s tankim jasno vidljivim nitima	Negativna (-)	Od 0 do 300 000	Vime je zdravo
U roku od minute stvori se mnoštvo krpićastih tvorevina bez stvaranja gela	Slabo pozitivna (+)	Od 300 000 do 600 000 (800 000)	Latentna (skrivena) upala
Nakon nekoliko sekundi nastaje zgrušavanje poput bjelanjka, koje se pokretanjem testatora kida na rubovima	Pozitivna (+)	Od 600 000 do 1 000 000 (2 000 000)	Latentna (skrivena) upala
Naglo nastaje zgrušavanje želatinoznog izgleda, koje daljim pokretanjem testatora ne nestaje	Jako pozitivna (+++)	Od 1 000 000 (2 000 000) do 15 000 000	Klinički vidljiva upala

(Izvor: Havranek i Rupić, 2003.)

### 2.3.5. Električna provodljivost mlijeka

Kako i sam naziv ove metode kaže ona se temelji na mjerenju električne provodljivosti mlijeka, jer mlijeko sadrži elektrolite koji imaju specifičnu električnu provodljivost. Kod pojave upale u mlijeku se povećava količina natrija i klorida te se smanjuje količina laktoze što za posljedicu ima povećanje električne provodljivosti. Prema Havranek i Rupić (2003.), električna provodljivost mlijeka iz zdravog vimena iznosi 4,5 do 5,9 mS/cm, gornja granična vrijednost je 5,9 mS/cm pri temperaturi od 20°C, a vrijednosti iznad toga ukazuju na patološki poremećaj u vimenu. Isto tako navedeni autori navode da korelacija između električne provodljivosti i

broja somatskih stanica u mlijeku iznosi  $r = 0,67$ , između električne provodljivosti i količine klorida  $r = 0,9$  te između električne provodljivosti i količine laktoze  $r = 0,8$ .

Primjenjivost i značaj ove metode u praksi je porastao uvođenjem robotskih, sustava za mužnju (AMS), koji kod većine proizvođača u osnovnoj opremi posjeduju mjerače električne provodljivosti mlijeka kao osnovno sredstvo dijagnoze mastitisa.

#### 2.4. Terapija mastitisa

Otkrićem antibiotika stvoreni su preduvjeti liječenja upala pa tako i mastitisa. Iako sve većem nastojanju, posebice EU, za povećanjem ekološke proizvodnje, smanjenjem upotrebe hormona i antibiotika u poljoprivrednoj proizvodnji te pojavljivanjem preparata na prirodnoj bazi, još uvijek su antibiotici osnovno sredstvo pri liječenju mastitisa. Samo liječenje mastitisa se provodi ovisno o obliku upale. Poradi najpreciznijeg liječenja s posljedično najmanjim ekonomskim gubicima bilo bi poželjno napraviti antibiogram kako bi se odredila vrsta antibiotika za liječenje izuzetak predstavljaju akutne upale s značajno poremećenim zdravstvenim stanjem životinje, u tom slučaju treba odrediti terapiju prema simptomima i djelovati odmah, jer čekanje nalaza bakteriološke pretrage može imati za posljedicu još značajnije poremećaje općeg zdravstvenog stanja životinje.

Za vrijeme liječenja mlijeko se mora odbacivati, također kada liječenje završi mora se poštovati vrijeme karence, koje za svaki lijek propisuje proizvođač, te mlijeko u tom vremenu neškodljivo uklanjati. U prosijeku trajanje karence je 5 dana te je poželjno odbacivanje mlijeka produžiti za još jedan dan.

Zaključno, budući da je antibiotsko liječenje mastitisa zadnji korak i niti jedan uzgajivač ne želi prečesto dolaziti do tog koraka, vrlo je važno ulagati napore u prevenciju mastitisa, kroz nekoliko značajnih općih mjera: higijene mužnje, higijene okoliša tj. staje, higijene hrane, ispravnosti muznih uređaja i mjera dobrobiti životinja.

#### 2.5. Strojna mužnja i utjecaj na mastitis

Danas postoje tri načina strojne mužnje:

1. Mužnja u kantu - kod ovog načina su krave konstantno na jednom mjestu tj. na vezu. U staji je instaliran sustav cijevi za vakuum, a muzač nosi od krave do krave kantu za mužnju koja u

svom sastavu ima poklopac, cijevi za mlijeko, pulsator, pulsacijske cijevi, kolektor i muzne čaše.

2. Mužnja mljekovodom - kod ovog načina su krave također na vezu, ali je uz sustav cijevi za vakum instaliran i sustav cijevi za transport mlijeka, tako da mužać od krave do krave prenosi samo pulsator i muzne čaše s cijevima.

3. Mužnja u izmuzištu - kod ovog načina je sva muzna oprema postavljena stacionarno u jednoj prostoriji, a izvedba staje je za slobodan način držanja krava. Ovom načinu mužnje bi se mogao pridodati još podtip u vidu robotske mužnje, koji je također postavljen stacionarno te krave same dolaze na mužnju.

Dijelovi stroja za mužnju sastoje se od sustava za proizvodnju vakuuma, pulsatora, muzne jedinice i sustava za prijenos mlijeka (Džidić, 2013.) Vakuumski sustav se sastoji od vakumske pumpe sa spremnikom, vakuometra te regulatora vakuuma. Vakuumska pumpa proizvodi vakuum koji omogućuje cirkulaciju sredstva za čišćenje i prijenos mlijeka unutar sustava za mužnju. Vakuumska pumpa je zapravo zračni kompresor koji proizvodi vakuum, i to na način da neprekidno odstranjuje zrak iz sustava za mužnju. Razina vakuuma regulira se pomoću regulatora vakuuma, koji po potrebi pušta zrak u sustav za mužnju. To se čini zbog toga da bi se održala stabilna razina vakuuma u sustavu, to jest da bi se ujednačila količina zraka koji ulazi u sustav za mužnju sa zrakom odstranjenim vakuumskom pumpom. Neželjeno puštanje zraka u sustav zbiva se prilikom stavljanja i skidanja muzne jedinice. Gotovo sve vakuumske pumpe koriste vakuum od 40 do 50 kPa (1 kPa = 0,75 cm Hg). Ta razina vakuuma je dovoljna da izmuže mlijeko iz vimena krave (Džidić, 2013.).

Pulsator je u osnovi ventil koji propušta zrak, naizmjenice otvara vakuum i atmosferski zrak u pulsacijsku komoru te na taj način stvara pulsacije koje stvaraju uvijete za protok mlijeka. Kad je u pulsacijskoj komori vakuum, sisna guma je otvorena i mlijeko teče; kad je u pulsacijskoj komori atmosferski tlak tada je sisna guma zatvorena ( zbog toga jer je tlak izvan sisne gume veći nego onaj koji je u njoj), što znači da mlijeko ne teče (Džidić, 2013.). Prema načinu rada postoje konstantni pulsatori, koji rade na način da su sve četiri komore istodobno ispunjene vakuomom ili atmosferskim zrakom, i naizmjenični pulsatori kod kojih su dvije komore ispunjene vakuomom, a druge dvije atmosferskim zrakom. Prema načinu izvedbe postoje pneumatski i elektronički pulsatori.

U sastav muzne jedinice ubrajaju se kolektor, muzne čaše sa sisnim gumama, cijevi za mlijeko i pulsaciju te u nekim slučajevima i pulsator. Budući da muzna jedinica u svom sastavu ima

sisne gume, koje jedine od sve muzne opreme dolaze u kontakt s vimenom izrazito je bitno redovito pregledavati i mijenjati ih poradi sprječavanja negativnog utjecaja na zdravlje vimena. Sisne gume se proizvode od specijalne vrste gume ili silikona (silikonske imaju veće intervale zamjene), a unutarnji promjer sisne gume mora biti manji za jedan milimetar od prosječnog promjera presjeka sisa u stadu.

Sustav za prijenos mlijeka sastoji se od mljekovoda, međuspremnika i spremnika. Mlijeko uslijed gravitacijske sila teče iz mljekovoda prema međuspremniku. Međuspremnik se može nalaziti u prostoriji sa spremnikom mlijeka, ali to nije najbolje rješenje jer je u tom slučaju mljekovod od izmuzišta do međuspremnika predug. Pumpa za mlijeko pumpa mlijeko iz međuspremnika, koji je ispunjen vakuumom, u spremnik koji je ispunjen atmosferskim tlakom zraka. U međuspremniku se nalaze senzor i prekidač koji uključuju pumpu za mlijeko kada se razina mlijeka približi svojem maksimumu. Između međuspremnika i spremnika nalazi se filter koji pročišćava mlijeko od mogućih nečistoća (Džidić, 2013.).

#### 2.5.1. Robotska mužnja

Robotska mužnja koja je sve učestalija na farmama krava donosi određene benefite u odnosu na mužnju u izmuzištu. Prvenstveno s ekonomskog i organizacijskog stajališta ostvaruju se uštede u odnosu na klasično izmuzište, a smanjuje se i ovisnost o ljudskoj radnoj snazi. Nadalje, eliminira se rutina mužnje, kravama nametnuta od strane ljudskog faktora te svaka krava prema potrebi ima mogućnost sama otići na mužnju. Pozitivan utjecaj se očituje i kroz količinu proizvedenog mlijeka, zbog većeg broja mužnji. Zatim, zahvaljujući popratnim mogućnostima robota, farmeru se omogućuje pristup velikom broju informacija koje olakšavaju upravljanje stadom, primjerice tu spada oprema za određivanje kvalitete mlijeka (mjerenje količine mlijeka za svaku četvrt posebno, mjerenje udjela mliječne masti, udjela proteina, električne provodljivosti, detekcija krvi u mlijeku). Uz to robot daje i mogućnost detekcije estrusa, praćenje preživljanja krava, sposobnost određivanja tjelesne kondicije itd.

Robot za mužnju za razliku od klasičnog izmuzišta ima samo jedno muzno mjesto, ostale komponente (vakuumska puma, pulsatori, muzne jedinice, sustav za prijenos mlijeka) su sadržane kao i u izmuzištu. Najznačajnija razlika u odnosu na klasično izmuzište jest robotska ruka koja obavlja stavljanje muznih čaša na vime krave.

Tablica 3. Učinkovitost robotske mužnje pri različitoj proizvodnji mlijeka prema podacima proizvođača muzne opreme.

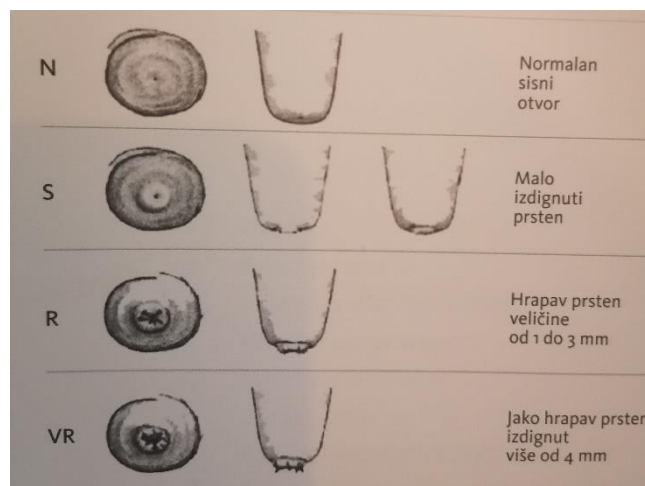
Kapacitet robotske mužnje	8000 kg mlijeka po kravi	10000 kg mlijeka po kravi
Prosječno vrijeme robotske mužnje jedne krave	7,5 minuta	8 minuta
Broj pomuženih krava u satu	8	7,5
Broj mužnji u danu	180	169
Interval mužnje od 2,6 po kravi dnevno	69 pomuženih krava	65 pomuženih krava
Interval mužnje od 2,7 po kravi dnevno	67 pomuženih krava	63 pomužene krave
Interval mužnje od 2.8 po kravi dnevno	64 pomužene krave	60 pomuženih krava

(Izvor: Džidić, 2013.)

#### 2.5.2. Utjecaj strojne mužnje na pojavnost mastitisa

Zdravo tkivo sise je značajan faktor u prevenciji mastitisa. Sisa tj. sisni kanal je osnovna fizička i kemijska barijera čija je zadaća onemogućiti ulazak patogenih mikroorganizama u vime. Zdrav sisni otvor je jedan od glavnih uvjeta za dobru otpornost vimena na infekcije.

Tkivo sise i sisni otvor najčešće su izloženi promjenama tijekom strojne mužnje. Tijekom strojne mužnje mehaničke sile vakuuma i sisne gume najviše utječu na tkivo sise u fazi odmora (zatvorena sisna guma). Malo zadebljanje tkiva sise nakon mužnje pokazuje se kao fiziološki prihvatljiva reakcija tkiva na strojnu mužnju, a veće zadebljanje i hrapavost tkiva nisu poželjni jer povećavaju opasnost od infekcije (Džidić, 2013.).



Slika 5. Klasifikacija tkiva sise (Izvor: Džidić, 2013.)

Stroj za mužnju ima neposredan utjecaj na pojavu mastitisa. Muzni uređaj mora biti potpuno ispravan, odgovarajućih vrijednosti vakuuma i pulsacija, nadalje svi vitalni dijelovi, crijeva, sisne čaše, sisne gume moraju biti čisti te ih je potrebno redovno servisirati.

Tablica 4. Karakteristike pulsatora i razine vakuuma za mužnju krava.

Vrsta životinje	Broj pulsacija	Omjer pulsacije	Razina vakuuma (kPa)
Krava	55- 65	Od 50/50 do 70/30	35-45

(Izvor: Džidić, 2013.)

Pod direktan utjecaj strojne mužnje na pojavnost mastitisa spada još i nepotpuna mužnja, koja može uzrokovati ili mastitis ili smanjenje proizvodnje. Džidić (2013.), navodi da u vimenu kod strojne mužnje postoje dvije vrste mlijeka, cisternalno koje je odmah dostupno tj. za njega nije potrebna sekrecija i alveolarno mlijeko za koje je potrebna stimulacija vimena i sekrecija mlijeka. Nadalje, postoji i rezidualno mlijeko tj. mlijeko koje uvijek ostaje u alveolama vimena te se može izmesti jedino primjenom injekcije hormona oksitocina, uobičajena količina rezidualnog mlijeka je 10% do 20% količine pomuženog mlijeka. Ostatak rezidualnog mlijeka u većoj količini od navedene ukazuje na nepotpunu sekreciju mlijeka tj. nepotpunu mužnju. Nepotpunu mužnju najčešće uzrokuje loša priprema vimena za mužnju, uplašenost ili nemir krava, otečenost sise ili neadekvatna oprema za mužnju (Džidić, 2013.).



Znanstvena istraživanja pokazala su da mala količina mlijeka, koja uvijek ostaje u vimenu, ne utječe na pojavu mastitisa. Ta činjenica ne iznenađuje, jer je vjerojatnije da bi snažna masaža prilikom izmuzavanja vimena omogućila ulazak atmosferskog zraka između sise i sisne gume, što bi pridonijelo povećanju rizika od infekcije vimena (mastitisa). Također je moguće da se mastitis javi ukoliko muzna jedinica često pada s vimena tijekom strojne mužnje (Džidić, 2013.).

## 2.6. Zeoliti u hranidbi krava

Zeoliti su prirodni (ili sintetski) aluminosilikatni minerali sačinjeni od aluminijskih, silicijevih i kisikovih atoma u čijim se porama nalaze molekule vode. Odlikuju se sposobnošću apsorpiranja i otpuštanja molekule odgovarajućeg promjera te djelovanjem poput molekularnog sita za razmjenu kationa bez velike promjene u njihovoj strukturi. Naziv zeolit potječe od grčkih riječi „zeo“ (ζέω) što znači „kuhati ili vreti“ i „lithos“ (λίθος) što znači „kamen“, a prvi put ga je upotrijebio 1756. godine švedski mineralog Axel Fredrik Cronstedt koji je stavio kuhati mineral stilbit te je primijetio da se oslobađa veća količina vodene pare. Postoji preko 200 vrsti zeolita, od toga 140 različitih vrsta prirodnog zeolita (analcim, šabazit, klinoptilolit, heulandit, natrolit, filipsit, stilbit itd.) (Đuričić i Samardžija, 2016.)

Zeolit u hranidbi krava veći značaj počinje zauzimati u posljednja dva desetljeća sa sve intenzivnijim rastom proizvodnje, ali i rastom problema u proizvodnji. Najveći značaj zauzima kao fiksator mikotoksina koji dospijevaju u hranu ili u njoj nastaju uslijed kontaminacije patogenim mikroorganizmima. Za hranidbu krava koriste se vibroaktivni minerali skupine klinoptilolita proizvedeni od potpuno prirodnih minerala koristeći VAM tehnologiju (vibro aktivni minerali) koja različitim frekvencijama aktivira i mikronizira čestice minerala.

Dodavanje ovako aktiviranog klinoptilolita u hranu za mliječne krave kroz dulje razdoblje dovodi do poboljšanja probave, modifikacije fermentacije u buragu i boljeg iskorištavanja hranjivih tvari nastalih prilikom procesa probave (Pavelić i sur., 2018). Nadalje, smanjuje se kiselost buražnog sadržaja, poboljšava se iskoristivost dušika, smanjuje se količina nepovoljnih hlapljivih masnih kiselina što sve utječe na bolju probavu. Također se poboljšava energetska status u junica koje su tijekom bređosti hranjene dodatkom klinoptilolita, a nakon porođaja osim povoljnijeg energetskog statusa, poboljšani su pokazatelji plodnosti i proizvodnja mlijeka. Krave koje su dulje vrijeme u hranu dobivale klinoptilolit kraće vrijeme su bile u negativnom

energetskom statusu, a bila im je smanjena količina beta hidoksibutirata i acetoctene kiseline u krvi (Đuričić i Samardžija, 2016.)

### 3. MATERIJAL I METODE

Pokus je postavljen na farmi muznih krava OPG- Brlić Zlatko koja se nalazi u mjestu Kapela Dvor u blizini Virovitice. OPG se muznim govedarstvom bavi od 2002. godine, a trenutno se na farmi nalazi oko 160 grla stoke raznih kategorija. Pasminsku strukturu stada čine holstein frizijsko govedo i simentalско govedo u omjeru 80:20. Način držanja krava je slobodan, a izvedba staje je kombinacija kose i ravne ploče.



Slika 6. Farma muznih krava- OPG Brlić (Izvor: Matej Brlić)

Mužnja na farmi je u potpunosti automatizirana i robotizirana te ju provodi muzni robot švedskog proizvođača "De laval", dok je model robota "V300". Prosječna standardna laktacija stada za 2020. godinu je bila 8360 kilograma s vrijednostima 3,7% mliječne masti te 3,4% bjelančevina.



Slika 7. Robot za mužnju krava (Izvor: Matej Brlić)

Cilj pokusa bio je ustanoviti utjecaj zeolita, korišten je zeolit "Zeotex" (Mevex, Hrvatska), na parametre mlijeka, ponajviše na broj somatskih stanica u mlijeku. Zeolit je kravama doziran u obrok (TMR) u količini od 200 grama dnevno po kravi dnevno. Zeolit ovog proizvođača je odabran zbog izrazite apsorpcijske sposobnosti koja je rezultat izrazito finog mljevenja te veličine čestica manjih od 2 mikrometra. Kroz tri zaštićena tehnološka procesa (VEN) dobivena je sirovina s najsitnijom i iznimno aktivnom česticom veličine oko 2 mikrona. Tako sitna čestica je dodatno energizirana i ima multiplicirano djelovanje. Uz snažno apsorpcijsko i adsorpcijsko djelovanje učinkovito veže toksine i mnoge druge štetne tvari, dok istovremeno oslobađa neophodne esencijalne minerale ( kao što su magnezij, silicij, natrij i brojni drugi) (Mevex, 2021.).

Sastojak	Maseni udio (%)
SiO <sub>2</sub>	68 – 74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11 – 14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.30 – 2.5
MnO	0.02 – 0.05
CaO	2.5 – 4.5
MgO	0.6 – 1.5
Na <sub>2</sub> O	0.5 – 1.5
K <sub>2</sub> O	3.0 – 4.0
TiO <sub>2</sub>	0.1 – 0.2

Slika 8. Sastav Zeotexa (Izvor: Mevex, 2021.)

Za provedbu pokusa prikupljeni su podaci 60 muznih krava od kojih je u prvoj laktaciji bilo 30 krava, u drugoj i trećoj ih je bilo 20 te u četvrtoj i višim laktacijama ih je bilo 10. Na početku provedbe pokusa krave su prosječno bile 160 dana u laktaciji.

Tablica 5. Sastav obroka muznih krava u pokusu.

Krmivo	Količina po kravi (kg)
Sijeno lucerne	2
Sjenaža lucerne	10
Silaža kukuruza	23
VVK	2
Omega IPE 440	2
Vitaminski dodatak	0,2
Glicerol	0,5
Ukupno	40

Na početku pokusa (dan 0) te 21. i 42. dana u mlijeku krava utvrđeni su pokazatelji kvalitete mlijeka: broj somatskih stanica (SCC), udio mliječne masti, udio bjelančevina, udio laktoze, koncentracija ureje te indeks provodljivosti mlijeka (MDI). U urinu su utvrđivani specifična težina urina, leukociti, nitriti, pH, proteini, glukoza, ketoni, urobilinogen, bilirubin i prisutnost krvi.

Uzorci mlijeka, budući da je mužnja robotizirana, izuzimani su posebnim uređajem (uzorkivačem) koji se spaja na robot za mužnju (Slika 10.). Pri ovom načinu uzorkovanja potpuno je onemogućena kontaminacija uzorka okolišnim čimbenicima. Potom su uzorci slani na analizu u nadležni HAPIH-ov laboratorij u Križevcima, a analize su provedene na uređajima Milcoscan (Njemačka) i Fossomatic (Danska). Indeks provodljivosti mlijeka (MDI) određivan je putem robota za mužnju V300 (DeLaval, Švedska). Uzorci urina su ispitani korištenjem urinarnih trakica "Combina" (Human GmbH, Njemačka). Urin je prikupljan u plastične čaše prilikom uriniranja krava te je potom nakratko uronjena trakica i očitani rezultati.



Slika 9. Uzorkovanje urina. (Izvor: Matej Brlić)



Slika 10. Uzorkovanje mlijeka. (Izvor: Matej Brlić)

Jedan od benefita robotske mužnje je kontinuirano praćenje i bilježenje podataka o pojedinoj životinji, to se posebice manifestira kroz praćenje indeksa provodljivosti mlijeka (MDI).

U ovom pokusu korišten je uređaj DeLaval V300 (DeLaval, Švedska), koji prilikom mužnje prati i parametre provodljivosti mlijeka. Uređaj posjeduje četiri mjerača za mlijeko odobrena od strane ICAR-a koja bilježe parametre mlijeka koje izlazi iz svake četvrti. Postoji sonda koja ispituje električnu vodljivost mlijeka kako bi se utvrdila fluktuacija ovog očitavanja u pojedinim četvrtima. Softver Delpro® stvara izvještaj o MDI te prikazuje podatke po pojedinim četvrtima. S obzirom na promjene u vodljivosti, prisutnosti krvi ili ako je prošlo više od 12 sati od zadnje mužnje, mijenja se MDI vrijednost. Što je veći rezultat to je vjerojatnije da postoji problem sa vimenom. Kako se ova analiza radi prema četvrtima, može se pretpostaviti koja je potencijalno zaražena i te se može pravovremeno reagirati (DeLaval, 2021.)

Klinički oblici mastitisa utvrđivani su adspekcijom, palpacijom te kalifornijskim mastitis testom.

Statistička obrada podataka napravljena je u programu TIBCO Statistica (2017.). Statistički model napravljen je GLM procedurom repeated measures ANOVA, a fiksne varijable su bile dan (dan u odnosu na početak pokusa) i laktacija (skupina krava s obzirom na razred laktacije). Postojanje značajnosti između varijabli testirane su *post hoc* Tukey HSD testom.

#### 4. REZULTATI

Rezultati analiza (Tablica 6.) prikazani su prema vremenu uzorkovanja (dan uzorkovanja u odnosu na početak pokusa) i prema skupinama krava s obzirom na razred laktacije (krave u prvoj laktaciji, krave 2. i 3. laktacije te krave 4. i više laktacije).

Na početku pokusa krave u 1. laktaciji imale su u prosjeku 174 600 somatskih stanica po mL mlijeka, MDI indeks je bio 1,15, udio mliječne masti 3,59%, udio bjelančevina 3,51%, udio laktoze 4,83%, koncentracija ureje je bila 25,5 mg/100mL te je sedmodnevni prosjek pomuzenog mlijeka bio 26,8 litara. Krave u drugoj skupini u 2. i 3. laktaciji u prosjeku su imale 384 000 somatskih stanica po mL mlijeka, MDI indeks je bio 1,6, udio mliječne masti 3,7%, udio bjelančevina 3,48%, udio laktoze 4,64%, koncentracija ureje je bila 21,2 g/100mL, dok je sedmodnevni prosjek količine mlijeka iznosio 31,9 litara. Posljednja skupina krava u 4. i višim laktacijama imala je 349 000 somatskih stanica po mL mlijeka, MDI indeks je bio 1,4 udio mliječne masti 3,58%, udio bjelančevina 3,52%, udio laktoze 4,71%, koncentracija ureje je bila 22,7 mg/100mL te je prosječna količina mlijeka kroz 7 dana iznosila 33,7 litara.

Na slijedećem uzorkovanju, nakon 21 dana primjene zeolita, dolazi do promjene vrijednosti promatranih parametara mlijeka. Broj somatskih stanica u prvoj skupini je pao na 114 400 po mL mlijeka, u drugoj skupini je iznosio 195 500 po mL mlijeka, dok je u trećoj skupini iznosio 297 800 po mL mlijeka. Nadalje, vidljiv je porast koncentracije ureje u svim skupinama, u prvoj je iznosila 27,6, u drugoj, 26,9 te u trećoj 25,2 mg/100mL. Ostali parametri nisu se značajnije mijenjali.

Nakon 42 dana primjene zeolita broj somatskih stanica u 1. skupini je nastavio padati te je iznosio 74 700 po mL mlijeka, također u 3. skupini je nastavljen blagi pad broja somatskih stanica koji je iznosio 264 000 po mL mlijeka, dok je u 2. skupini blago porastao i iznosio 228 100 po mL mlijeka. Vrijednosti MDI indeksa koje se kreću u brojčanim vrijednostima od 1 do 1,4 pretpostavljaju zdravo vime, vrijednosti od 1,4 do 1,8 ukazuju na potencijalnu te vrlo vjerojatnu opasnost pojave mastitisa, te vrijednosti više od 1,8 siguran zdravstveni problem s vimenom. MDI indeks za 1. skupinu tijekom trajanja pokusa nije se mijenjao te je ostao u vrijednostima karakterističnima za zdravo vime, kod 2. i 3. skupine krava je došlo do blagog pada ovog parametra, odnosno prelaska rizika iz potencijalno sumnjivog stanja u normalno stanje.

Tablica 6. Pokazatelji kvalitete mlijeka krava hranjenih dodatkom zeolita

	dan 0			dan 21			dan 42			SEM	P- vrijednost Dan	P- vrijednost Laktacija	P- vrijednost Dan x Laktacija
	1.	2. i 3.	> 4.	1.	2. i 3.	> 4.	1.	2. i 3.	> 4.				
Laktacija	1.	2. i 3.	> 4.	1.	2. i 3.	> 4.	1.	2. i 3.	> 4.				
SCC, x10 <sup>3</sup> /mL	174,6	384,0	349,0	114,4	195,5	297,8	74,7	228,1	264,0	23,8	0,214	0,004	0,872
MDI	1,15	1,60	1,40	1,18	1,35	1,22	1,14	1,35	1,30	0,04	0,382	0,001	0,543
Mast, %	3,59	3,70	3,48	3,32	3,49	3,30	4,04	3,74	4,03	0,06	0,007	0,970	0,539
Bjelančevine, %	3,51	3,48	3,52	3,55	3,57	3,49	3,54	3,51	3,46	0,03	0,908	0,896	0,979
Laktoza, %	4,83	4,64	4,71	4,76	4,64	4,62	4,80	4,60	4,58	0,01	0,113	0,001	0,514
Urea, mg/100 mL	25,5 <sup>A</sup>	21,2 <sup>A</sup>	22,7	27,6 <sup>A</sup>	26,9 <sup>B</sup>	25,2	21,9 <sup>B</sup>	23,6 <sup>A</sup>	25,6	0,42	0,009	0,389	0,023
mlijeko 7dana, L	26,8	31,9	33,7	27,2	29,8	32,1	25,9	28,9	30,0	0,55	0,298	0,001	0,879

SCC – broj somatskih stanica, MDI-indeks provodljivosti mlijeka

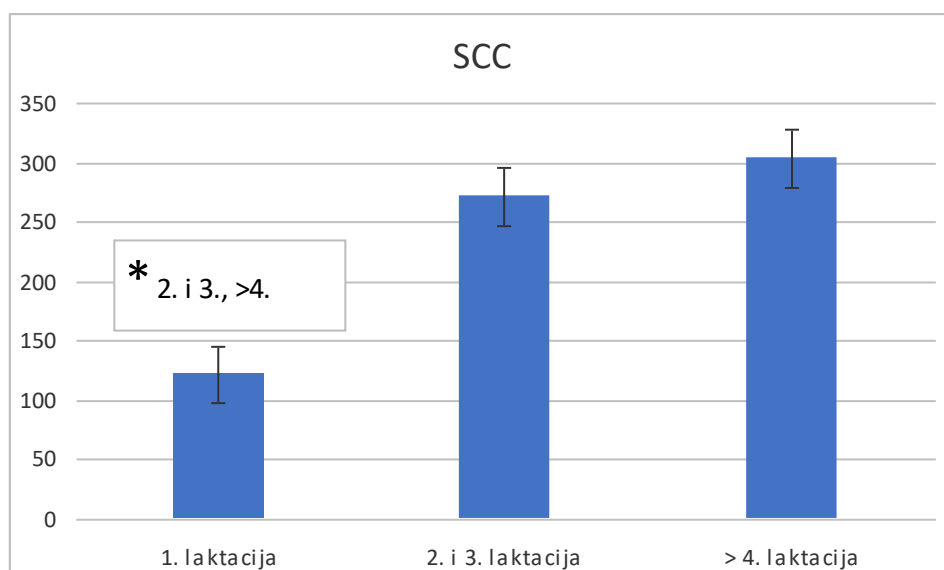
<sup>A,B</sup> – vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05)



U odnosu na početak i 21. dan pokusa, 42. dana pokusa utvrđen je značajan ( $P < 0,05$ ) porast udjela mliječne masti, na 4%. Vrijednosti udjela bjelančevina i laktoze tijekom cijelog trajanja pokusa nisu se značajno mijenjale, dok je koncentracija ureje nakon 42. dana pokusa bila viša u odnosu na početak pokusa, ali niža u odnosu na 21. dan pokusa.

Količina mlijeka, u sedmodnevnom prosjeku, se tijekom provođenja pokusa smanjivala, izuzev 1. skupine krava koja je 21. dan pokusa imala porast količine, dok je 42. dan pokusa zabilježen pad. Druga i treća skupina krava imale su kontinuirano smanjenje količine mlijeka.

Statističkom obradom rezultata, utvrđeno je da iako je broj somatskih stanica nominalno bio viši na početku pokusa u odnosu na 21. i 42. dan pokusa, on se nije statistički značajno smanjivao. Značajna ( $P < 0,05$ ) razlika u broju somatskih stanica utvrđena je između krava različitih laktacija. Nije utvrđena značajna razlika vrijednosti MDI indeksa između dana u pokusu, ali je utvrđena značajna razlika MDI indeksa između krava različitih laktacija. Za mliječnu mast je utvrđena značajna razlika s obzirom na dane u pokusu, tj. udio mliječne masti je rastao tijekom pokusa. Za udio bjelančevina nije utvrđena značajna razlika niti po jednom od dva navedena kriterija. Između vrijednosti udjela laktoze u mlijeku nije utvrđena značajna razlika s obzirom na dane u pokusu, ali je utvrđena značajna razlika između skupina krava tj. između krava prve skupine u odnosu na druge dvije skupine. Nadalje, značajno niža ( $P < 0,05$ ) koncentracija ureje u mlijeku utvrđena je 42. dana pokusa u skupini prvotelki u odnosu na početak i 21. dan pokusa. Značajno viša ( $P < 0,05$ ) vrijednost ureje u mlijeku utvrđena je 21. dana pokusa u skupini krava 2. i 3. laktacije u odnosu na početak pokusa i na 42. dan pokusa. Značajna razlika je utvrđena za prosječnu 7-dnevnu proizvodnju mlijeka između prve i ostalih skupina krava, ali nije utvrđena značajna razlika za 7-dnevne količine mlijeka između dana u pokusu.

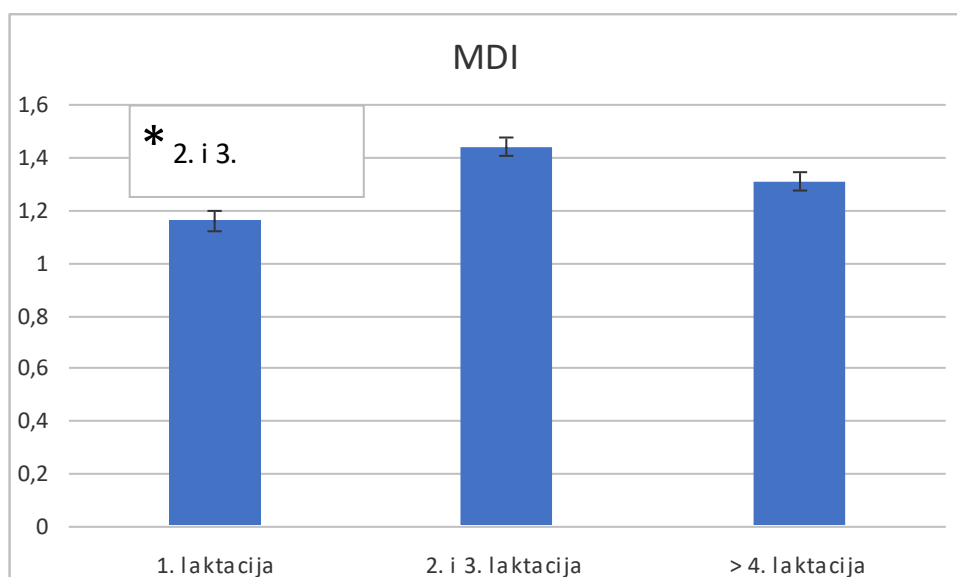


Grafikon 1. Broj somatskih stanica u mlijeku krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita

Na Grafikonu 1. prikazana je značajna razlika ( $P < 0,05$ ) u broju somatskih stanica tj. između krava u 1. laktaciji u odnosu na krave 2. i 3. te 4. i viših laktacija. U direktnoj vezi s brojem somatskih stanica u mlijeku je i broj kliničkih oblika mastitisa, koji je prikazan u Tablici 7., gdje je vidljivo da u konačnici manje krava oboljevalo od mastitisa

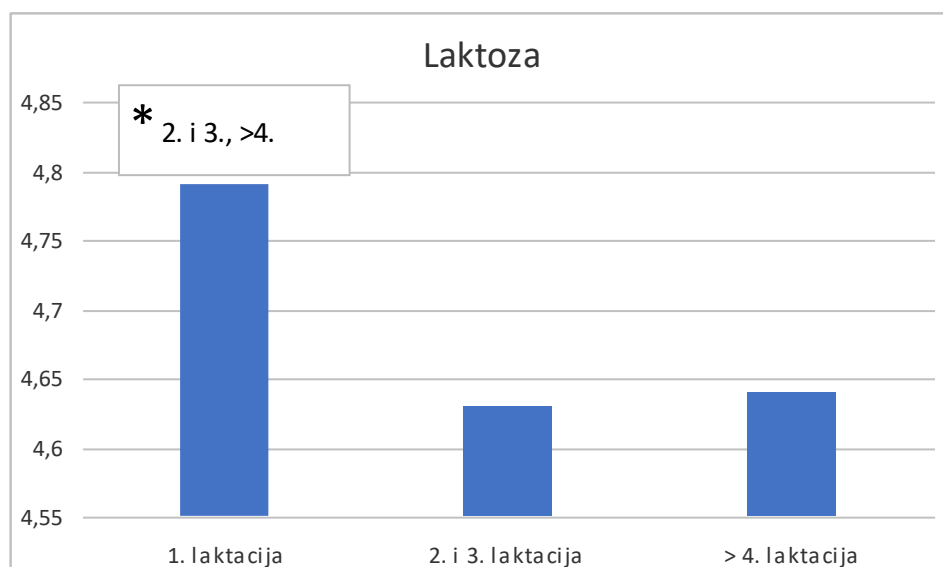
Tablica 7. Broj kliničkih oblika mastitisa 21 dan prije te za vrijeme trajanja pokusa.

Razdoblje pokusa	1. laktacija	2.i 3. laktacija	4. i više laktacije	Ukupno
-21. – 0. dan	2	3	4	9
0. - 21. dan	3	6	2	11
21. - 42. dana	1	2	2	5



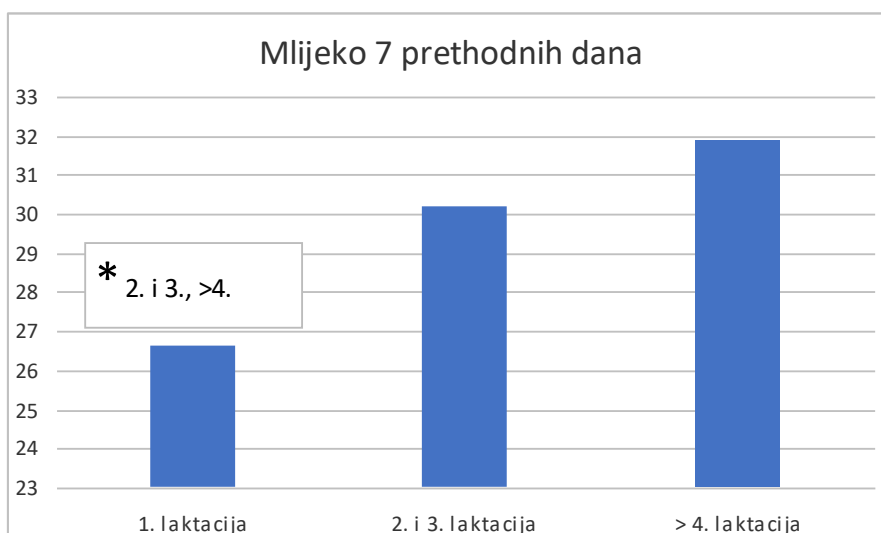
Grafikon 2. MDI- indeks provodljivosti mlijeka krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita

Na Grafikonu 2. prikazana je značajna ( $P < 0,05$ ) razlika vrijednosti MDI između krava 1. laktacije i ostalih skupina krava.



Grafikon 3. Laktoza u mlijeku krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita

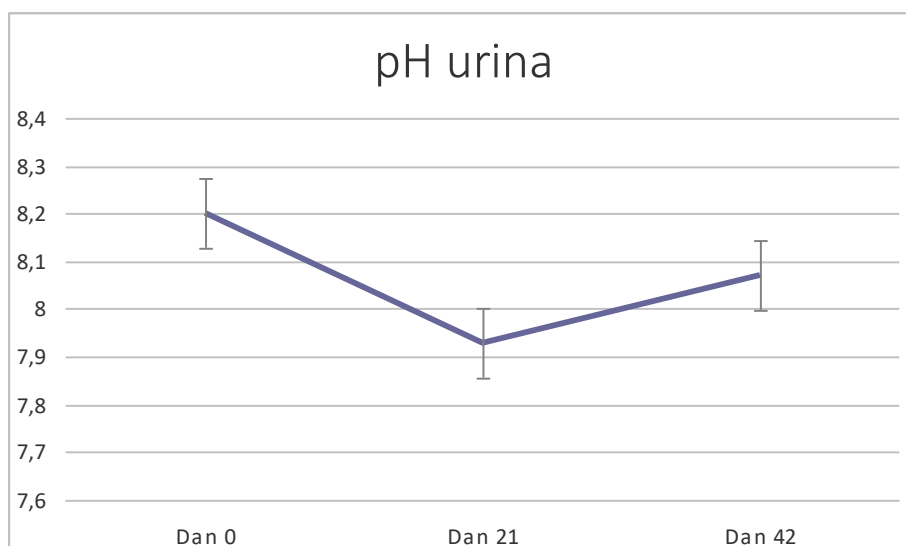
Na Grafikonu 3. prikazani su udjeli laktoze u mlijeku prema laktacijama krava. Značajna razlika ( $P < 0,05$ ) utvrđena je između krava 1. laktacije i krava viših laktacija.



Grafikon 4. Količina mlijeka u sedmodnevnom prosjeku krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita

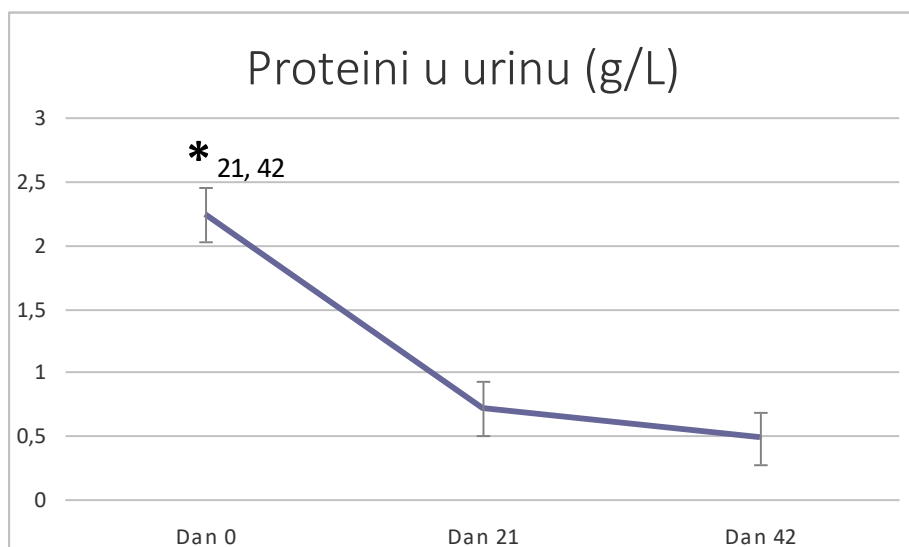
Prosječna dnevna količina mlijeka, prikazana na Grafikonu 4. se značajno razlikovala ( $P < 0,005$ ) između krava u 1. laktaciji i krava u višim laktacijama.

Rezultati analize pH i koncentracije urina prikazani su na Grafikonu 5. i Grafikonu 6. Prosječna vrijednost pH urina na početku pokusa bila je 8,2 te je nakon 21 dan utvrđen blagi pad prosječne vrijednosti koja je iznosila 7,93. Nakon ukupno 42 dana, utvrđena je vrijednost 8,07. Tijekom trajanja pokusa nije zabilježena značajna promjena vrijednosti pH urina ( $P < 0,05$ ).



Grafikon 5. vrijednost pH urina tijekom pokusa

Koncentracija proteina u urinu početkom pokusa prosječno je iznosila 2,24 g/L, nakon 21 dan pokusa koncentracija proteina u urinu iznosila je 0,72 g/L, dok je nakon ukupno 42 dana pokusa koncentracija proteina u urinu iznosila 0,48 g/L. Za koncentraciju proteina u urinu utvrđena je značajna razlika ( $P < 0,05$ ) s obzirom na dane pokusa. Na početku pokusa koncentracija proteina u urinu je bila značajno veća u odnosu na 21. dan i 42. dan pokusa. Vrijednosti ostalih parametara urina nisu prikazane jer statističkom analizom nisu utvrđene značajne razlike između dana u pokusu ili skupina krava.



Grafikon 6. Koncentracija proteina u urinu tijekom pokusa

## 5. RASPRAVA

Cilj pokusa bio je prevenciji mastitisa kroz smanjenje broja somatskih stanica te poboljšanje drugih značajnih parametara mlijeka uporabom zeolita u količini 200 g/dan po životinji. Statističkom obradom rezultata nije dobivena značajna razlika u broju somatskih stanica u odnosu na dane pokusa. Nominalno je došlo do smanjenja istih. Početkom pokusa prosjek somatskih stanica svih 60 krava u pokusu bio je 275 553 po mL mlijeka, dok je 42. dana pokusa broj somatskih stanica bio 155 250 po mL mlijeka te je došlo do 30% smanjenja. Istraživanja provedena od Đuričića i sur. (2017.) s količinom od 100 g/dan zeolita po životinji te od Bosi i sur. (2002.) s količinom od 200 g/ dan zeolita po životinji također nisu rezultirala statistički značajnim smanjenjem broja somatskih stanica, iako je primijećeno smanjenje broja, kao što je slučaj i u ovom pokusu. Suprotno ovim istraživanjima, Šperanda (2019.) s količinom od 200 g/dan zeolita utvrđuje značajno smanjen broj somatskih stanica. Prema navedenom istraživanju broj somatskih stanica bio je manji za 62,62% u trećem mjesecu pokusa te za 57,45% u četvrtom mjesecu pokusa. Također Alic (2014.) s količinom od 3% zeolita u obroku je značajno smanjio broj somatskih stanica u mlijeku, za 54%. Promatrajući broj somatskih stanica između skupina krava u različitim laktacijama, uočena je značajna razlika između krava prve skupine, druge i treće skupine. Kako su prvu skupinu činile krave u 1. laktaciji, dok su drugu skupinu činile krave 2. i 3. laktacije te treću skupinu krave 4. i viših laktacija ovaj rezultat je bio očekivan. Naime, kako je već navedeno u ovom radu, najkritičnije i najpogodnije vrijeme za infekciju vimena prva su dva te zadnja dva tjedna suhostaja, a kako krave u 1. laktaciji u svom proizvodnom ciklusu još nisu prošle kroz razdoblje suhostaja, nasuprot kravama u višim laktacijama, nisu ni bile izložene mogućnosti infekcije u tolikoj mjeri. Paralelno s razlikom broja somatskih stanica među skupina zabilježena je i značajna razlika MDI indeksa, razlozi tomu su istovjetni onima za broj somatskih stanica. Vrijednosti MDI indeksa koje se kreće u brojčanim vrijednostima od 1 do 1,4 pretpostavljaju zdravo vime, vrijednosti od 1,4 do 1,8 ukazuju na potencijalnu te vrlo vjerojatnu opasnost pojave mastitisa, te vrijednosti više od 1,8 siguran zdravstveni problem s vimenom. Veće vrijednost u korelaciji su sa izraženijom kliničkom slikom. U praksi je dokazano da je MDI indeks izvrstan alat za alarmiranje mogućnosti pojave mastitisa kod krava, te predstavlja bitan čimbenik menadžmenta prevencije mastitisa u stadu.

Količina laktoze određuje količinu mlijeka koju krava može proizvesti. Laktoza izlučena u prostor mliječnih alveola povećava koncentraciju otopljenih tvari i osmotski tlak, pa tvari iz

krvi difundiraju u prostor mliječne alveole. Tijekom mastitisa ili pri kraju laktacije oštećuju se stanice mliječnih alveola pa se smanjuje i koncentracija laktoze. Zato je količina laktoze dobar indikator proizvodnje mlijeka, ali i zdravlja vimena (Šperanda, 2019.). U pokusu nije utvrđena značajna razlika razine laktoze prema danima u pokusu, no utvrđena je između krava 1. laktacije u odnosu na krave u višim laktacijama, prema navedenom kako je laktoza također indikator ukupnog zdravlja vimena, razlozi ovakvog rezultata su istovjetni onima kod broja somatskih stanica i MDI indeksa. U istraživanjima, Šperanda (2019.) te Đuričić i sur. (2017.) također nisu utvrđene značajne razlike razine laktoze. Nasuprot tomu, istraživanje Horinga i sur. (1999.) je rezultiralo značajnim povećanjem razine laktoze.

Kod vrijednosti udjela mliječne masti je utvrđena značajna razlika tj. povećanje prema danima u pokusu od početka pokusa gdje je prosječna vrijednost mliječne masti svih krava u pokusu bila 3,59% na završnu vrijednost od 3,93%. Do istog rezultata su došli Horing i sur. (1999.) te Garcia i sur. (1988.). Vrijednosti udjela bjelančevina nisu se mijenjale prema danima pokusa, niti je zabilježena razlika u odnosu na skupine krava. Shodno tomu, od strane Khachloun i sur. (2018.) je provedena sveobuhvatna statistička analiza nad svim do tad obavljenim pokusima sa zeolitom te je utvrđeno da dodatak zeolita u hranidbi krava nema utjecaj na metabolizam bjelančevina.

Koncentracija ureje u mlijeku znatno varira između individualnih životinja te je ona pod utjecajem mnogo čimbenika (temperature, hranidbe, kvalitete krmiva, vode, godišnjeg doba, stadija laktacije itd.) (Jonker i sur., 1998.). U ovom pokusu za vrijednost koncentracije ureje su utvrđene značajne razlike prema danima u pokusu, za prvu skupinu krava je utvrđena značajno niža razlika zadnjeg dana pokusa u odnosu na početak, dok je za drugu skupinu krava utvrđena značajno viša koncentracija ureje zadnjeg dana pokusa. Zaključno, kod koncentracije ureje nije zabilježen pravocrtan rast ili pad vrijednosti, već su vrijednosti oscilirale tijekom pokusa. Do identičnog rezultata su došli Đuričić i sur. (2017.), tj. ustanovili su velike oscilacije za vrijednost ureje u pojedinačnim mjerenjima unutar skupina. U već ranije spomenutom istraživanju Horinga i sur. (1999.), nisu utvrđene značajne razlike za vrijednost ureje, suprotno tomu Bosi i sur. (2002.) su utvrdili značajno povećanje koncentracije ureje u mlijeku.

Na količinu mlijeka utječu brojni čimbenici i okolišni i genetski. Za samu proizvodnju mlijeka, uzimane su vrijednosti sedmodnevnog prosjeka što rezultira većom točnošću nego jednodnevni prosjek. Prema danima pokusa nije utvrđena značajna razlika u količini proizvedenog mlijeka, iako je nominalno došlo do blagog pada proizvodnje. Početkom pokusa životinje su prosječno bile 160 dana u laktaciji, a na kraju pokusa 202 dana. Za očekivati je bilo smanjenje proizvodnje

zbog samog odmaka dana u laktaciji. Značajna razlika za količina proizvedenog mlijeka je utvrđena između krava u 1. laktaciji i krava u višim laktacijama, što je u proizvodnom smislu za očekivati, budući da krave svoj puni proizvodni potencijal krave dostižu u 3. i višim laktacijama.

Utjecaj primjene zeolita na urin promatran je s obzirom na pH vrijednosti urina te s obzirom na koncentraciju proteina u urinu. pH urina je sredinom pokusa u odnosu na početak (8,2) blago pao (7,93) te je prema kraju pokusa vrijednost blago narasla (8,02). S obzirom da su to stabilne i poželjne vrijednosti za pH urina krava, nije bila očekivana značajna promjena. Suprotno tomu vrijednosti koncentracija proteina u urinu su se značajno mijenjale. Početna vrijednost (2,24 g/L) se smanjivala prema sredini pokusa (0,72 g/L) te je isto tako nastavila pad prema kraju pokusa, ali manjim intenzitetom (0,48 g/L). Dakle, koncentracija proteina u urinu krava značajno se smanjila na kraju u odnosu na početak pokusa.



## 6. ZAKLJUČAK

Proizvodnja mlijeka odnosno mliječno govedarstvo jedna je od najzahtjevnijih grana poljoprivrede, posebice u današnjem vremenu automatizacije i digitalizacije te zahtjeva tržišta za što kvalitetnijim i jeftinijim proizvodom. Kod velikog opsega proizvodnje mlijeka organizam krava podnosi veliki metabolički teret te su česte pojave mastitisa, metritisa i šepavosti. Cilj ovog rada bio je dodatkom zeolita ("Zeotex") u količini 200g/dan po kravi utjecati na smanjenje pojavnost mastitisa. Manjom pojavom mastitisa dolazi do boljeg zdravstvenog stanja krava, a samim time se povećava i razina dobrobiti životinja na farmi. Također, ako je pojavnost mastitisa manja, manji je broj liječenih krava antibiotskim terapijama, što za posljedicu ima manji trošak za proizvođača u pogledu veterinarskih usluga. Smanjena primjena antibiotskih pripravaka u proizvodnji mlijeka smanjila bi prisutnost rezidua antibiotika u mlijeku, bez obzira na poštivanje karence nakon upotrebe antibiotika.

Prema dobivenim rezultatima pokusa, zaključujemo da je dodatak zeolita imao utjecaj na smanjenje broja somatskih stanica u mlijeku, no to smanjenje nije statistički značajno. Kao i u nekim drugim istraživanjima statistički značajna promjena se dogodila u udjelu mliječne masti tj. došlo je do njenog povećanja. Kod ostalih promatranih parametara mlijeka nije bilo značajne promjene, izuzev promjena vrijednosti koncentracije ureje u mlijeku, koja je 42. dana bila značajno niža u odnosu na početak pokusa. Također, smanjen je broj liječenih krava od mastitisa.

Zeoliti, iako do sada uglavnom korišteni kao mikofiksatori te su u toj naravi upotrebe najrašireniji na tržištu, svakako imaju velik potencijal u vidu poboljšanja zdravlja krava na modernim mliječnim farmama, a shodno tomu i velik utjecaj na poboljšanje krajnjih prehrambenih proizvoda za ljudsku populaciju.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Alic, U. D. (2014): Efficacy of clinoptilolite supplementation on milk yield and somatic cell count. *Rev. MVZ Cordoba*. 19, 4242-4248.
2. Blowey, R., Edmondson, P., (2010): Mastitis control in dairy herds; 2nd edition. CAB International UK, Wallingford. 256.
3. Bosi, P., D. Creston, L. Casini (2002): Production performance of dairy cows after the dietary addition of clinoptilolite. *Ital. J. Anim. Sci.* 1, 187-195.
4. Caput, P. (1996): *Govedarstvo*. Zagreb.
5. Domaćinović M., Antunović Z., Šperanda M., Kralik D., Đidara M., Zmaić K. (2008.): *Proizvodnja mlijeka, sveučilišni priručnik*. Sveučilište J. J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 76.
6. Džidić, A. (2013): *Laktacija strojna mužnja*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
7. Đuričić, D., M. Samardžija (2016): Upotreba zeolita u govedarstvu. *Mljekarski list*. 40, 40-41.
8. Đuričić, D., M. Benić, N. Maćešić, H. Valpotić, R. Turk, V. Dobranić, L. Cvetnić, D. Gračner, S. Vince, J. Grizelj, J. Starič, M. Lojkić, M. Samardžija (2017): Dietary zeolite clinoptilolite supplementation influences chemical composition of milk and udder health in dairy cows.
9. Garcia, L. R., Elias, A., de la Paz, J.P., Gonzalez, G. (1988): The utilization of zeolite by dairy cows. 1. The effect on milk composition. *Cuban, J. Agric.Sci.* 22, 22-33.
10. Hornig, G., Scherping, E., Hasselman, L (1999): The effect of the mineral clinoptilolite as feed additive for dairy cows. *Vitamins and additives in human and animal nutrition* 6: 527-530.
11. Havranek R., Rupić V. (2003.): *Mlijeko, od farme do mljekare*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb. 238.
12. Ivanković, A., Mijić, P. (2020): *Govedarstvo*. Agronomski fakultet Zagreb. Zagreb.
13. Jonker, J. S., Kohn, R. A. Erdman, R. A. (1998): Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81, 2681-2692.
14. Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R., Gargouri, A. (2018): Effects of zeolite supplementation on dairy cow production and ruminal parameters – a review. *Ann. Anim. Sci.* 18, 1–21.

15. Makek Z. (1995.): Osvrt na dijagnostiku, terapiju i preventivu upala mliječne žlijezde u krava. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka, 45(4), 275-282.
16. Mitić, N., Ferčej, J., Zeremski, D., Lazarević, L.J. (1987): Govedarstvo- monografsko delo. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd. Beograd.
17. Pavelić, S. K., Simović, J., Gumbarević D., Filošević, A., Pržulj, N., Pavelić, K. (2018): Critical review on zeolite clinoptiolite safety and medical applications in vivo. Frontiers in pharmacology. 1- 15.
18. Šperanda, M. (2019.): Izvještaj i stručno mišljenje u uporabi pripravka ven- zeotex u hranidbi mliječnih krava. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek.
19. TIBCO Statistica, v. 13.3.0, TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA, USA; 2017. Available from: <https://www.tibco.com/products/tibco-statistica>.
20. Uremović, Z. (2004): Govedarstvo. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.

Internetski izvori:

21. DeLaval (2021): Mastitis detection indeks.  
<https://www.facebook.com/VMSIreland/posts/how-do-the-delaval-robots-detect-mastitis-on-cowsmidi-mastitis-detection-index-on/2146804672301516/> (Pristupljeno: 5.6.2021.)
22. Dokumen (2019): Anatomija i fiziologija mliječne žlijezde.  
<https://dokumen.tips/documents/anatomija-fiziologija-mlijecne-zlijezde.html>  
(Pristupljeno: 29.4.2021.)
23. Mevex (2021): Zeotex, dodatak prehrani.  
<https://zeotex.hr/collections/frontpage/products/ven-zeotex-100-prirodan-dodatak-prehrani-za-podizanje-imuniteta-i-detox-organizma-za-konje> (Pristupljeno: 4.6.2021.)

## 8. SAŽETAK

U današnjoj proizvodnji mlijeka te sveukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji nastoji se smanjiti uporaba antibiotika, pesticida, hormonskih pripravaka kao značajan iskorak prema održivijoj proizvodnji, a kasnije i prelasku na ekološki prihvatljiv način proizvodnje.

Cilj ovoga rada bio je ispitati utjecaj upotrebe zeolita u cilju poboljšanja zdravlja krava, kroz smanjenje broja somatskih stanica kao glavnog pokazatelja zdravlja vimena, a shodno tomu i smanjenje pojavnosti mastitisa. Pokus je proveden na 60 muznih krava podijeljenih u tri skupine prema broju laktacija. Prvu skupinu činile su krave u 1. laktaciji, drugu skupinu su činile krave 2. i 3. laktacije te su treću skupinu činile krave u 4. i višim laktacijama. Na početku pokusa prosjek dana u laktaciji svih krava je iznosio 160. Trajanje pokusa je bilo 42 dana te su provedene tri kontrole mlijeka (0., 21. i 42. dan), isto tako su istih dana provedena testiranja urina. Značajna razlika broja somatskih stanica u mlijeku nije zabilježena, iako je nominalno došlo do smanjenja broja somatskih stanica tijekom pokusa. Značajna razlika u broju somatskih stanica je utvrđena između krava prve skupine u odnosu na krave druge i treće skupine. Nadalje, utvrđena je značajna razlika u postotku mliječne masti, koji je porastao tijekom pokusa. Za ostale parametre mlijeka nije utvrđena značajna razlika, izuzev koncentracije ureje za koju su zabilježene oscilacije između kontrolnih točki pokusa. Prema analizi urina utvrđeno je značajno smanjenje koncentracije proteina u urinu. Također, smanjena je pojavnost mastitisa među kravama u pokusu te se može zaključiti da iako nije zabilježeno statistički značajno smanjenje broja somatskih stanica, u praksi je premisa ovog pokusa uspješno potvrđena. Može se tvrditi da zeoliti kao dodaci u hranidbi krava imaju imuno stimulacijski, antibakterijski te antioksidacijski utjecaj na zdravlje vimena, a u konačnici i na opće zdravlje krava.

Ključne riječi: krave, mastitis, zeolit, somatske stanice

## 9. SUMMARY

In today's milk production and overall agricultural production, the aim is to reduce the use of antibiotics, pesticides, hormonal preparations as a significant step towards more sustainable production, and later the transition to an environmentally friendly method of production. This experiment was set up in direction to examine the benefits of using zeolite in the direction of improving the health of cows, by reducing the number of somatic cells as the main indicator of udder health, and consequently reduce the incidence of mastitis. The experiment was performed on 60 dairy cows divided into three groups according to the number of lactations. The first group, consisted of cows in the 1<sup>st</sup> lactation, the second group consisted of cows in the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> lactations, and the third group consisted of cows in the 4<sup>th</sup> and higher lactations, at the beginning of the experiment the average lactation day of all cows was 160. The duration of the experiment was 42 days and three milk controls were performed (0., 21<sup>st</sup> and 42<sup>nd</sup> day), also on the same days' urine tests were performed. No significant difference according to statistical data processing regarding the number of somatic cells in milk was recorded, although nominally there was a decrease in the number of somatic cells according to the days in the experiment, a significant difference in the number of somatic cells was found between cows of the first group to cows of the second and third groups. Furthermore, a significant difference was found in the percentage of milk fat, which increased according to the days in the experiment. No significant difference was found for other milk parameters, except for concentration of urea for which oscillations were recorded between control periods. According to the analysis of urine, a significant reduction in the amount of excreted protein was found. Also, the incidence of mastitis among cows in the experiment was reduced and it can be concluded that although no statistically significant reduction in the number of somatic cells was recorded, in practice the premise of this experiment was successfully confirmed. It can be confirmed that zeolites as additives in the feeding of cows have immune stimulating, antibacterial and antioxidant effects on udder health, and ultimately on the general health of cows.

Key words: cows, mastitis, zeolite, somatic cells

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Sastav kravljeg mlijeka .....	4
Tablica 2. Prosudba zdravstvenog stanja vimena na osnovi konzistencije (izgleda) kombinacije mlijeka (sekreta) i mastitis reagensa.....	14
Tablica 3. Učinkovitost robotske mužnje pri različitoj proizvodnji mlijeka prema podacima proizvođača muzne opreme.....	18
Tablica 4. Karakteristike pulsatora i razine vakuuma za mužnju krava.....	19
Tablica 5. Sastav obroka muznih krava u pokusu.....	23
Tablica 6. Pokazatelji kvalitete mlijeka krava hranjenih dodatkom zeolita.....	27
Tablica 7. Broj kliničkih oblika mastitisa 21 dan prije te za vrijeme trajanja pokusa. ....	29

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Građa mliječne žlijezde (Izvor: Blowey R. i Edmonson P. 2010.).....	3
Slika 2. Učestalost infekcija mliječne žlijezde tijekom jednog proizvodnog razdoblja (Izvor: Blowey R. i Edmonson P. 2010.) .....	10
Slika 3. Učestalost mastitisa u stadu po mjesecima laktacije (Izvor: Blowey R. i Edmonson P. 2010.).....	10
Slika 4. Primjena kalifornijskog mastitis testa (Izvor: Matej Brlić) .....	13
Slika 5 Klasifikacija tkiva sise (Izvor: Džidić, 2013.) .....	19
Slika 6. Farma muznih krava- OPG Brlić (Izvor: Matej Brlić).....	22
Slika 7. Robot za mužnju krava (Izvor: Matej Brlić).....	22
Slika 8. Sastav Zeotexa (Izvor: Mevex, 2021.) .....	23
Slika 9. Uzorkovanje urina. (Izvor: Matej Brlić) .....	24
Slika 10. Uzorkovanje mlijeka. (Izvor: Matej Brlić) .....	25

## 12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj somatskih stanica u mlijeku krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita .....	29
Grafikon 2. MDI- indeks provodljivosti mlijeka krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita .....	30
Grafikon 3. Laktoza u mlijeku krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita .....	30
Grafikon 4. Količina mlijeka u sedmodnevnom prosjeku krava različitih laktacija hranjenih dodatkom zeolita .....	31
Grafikon 5. vrijednost pH urina tijekom pokusa.....	31
Grafikon 6. Koncentracija proteina u urinu tijekom pokusa.....	32



**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**  
**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

**Sveučilišni diplomski studij, Zootehnika**

Prevenција mastitisa primjenom zeolita u obroku mliječnih krava

Matej Brlić

**Sažetak**

U današnjoj proizvodnji mlijeka te sveukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji nastoji se smanjiti uporaba antibiotika, pesticida, hormonskih pripravaka kao značajan iskorak prema održivijoj proizvodnji, a kasnije i prelasku na ekološki prihvatljiv način proizvodnje.

Cilj ovoga rada bio je ispitati utjecaj upotrebe zeolita u cilju poboljšanja zdravlja krava, kroz smanjenje broja somatskih stanica kao glavnog pokazatelja zdravlja vimena, a shodno tomu i smanjenje pojavnosti mastitisa. Pokus je proveden na 60 muznih krava podijeljenih u tri skupine prema broju laktacija. Prvu skupinu činile su krave u 1. laktaciji, drugu skupinu su činile krave 2. i 3. laktacije te su treću skupinu činile krave u 4. i višim laktacijama. Na početku pokusa prosjek dana u laktaciji svih krava je iznosio 160. Trajanje pokusa je bilo 42 dana te su provedene tri kontrole mlijeka (0., 21. i 42. dan), isto tako su istih dana provedena testiranja urina. Značajna razlika broja somatskih stanica u mlijeku nije zabilježena, iako je nominalno došlo do smanjenja broja somatskih stanica tijekom pokusa. Značajna razlika u broju somatskih stanica je utvrđena između krava prve skupine u odnosu na krave druge i treće skupine. Nadalje, utvrđena je značajna razlika u postotku mliječne masti, koji je porastao tijekom pokusa. Za ostale parametre mlijeka nije utvrđena značajna razlika, izuzev koncentracije ureje za koju su zabilježene oscilacije između kontrolnih točki pokusa. Prema analizi urina utvrđeno je značajno smanjenje koncentracije proteina u urinu. Također, smanjena je pojavnost mastitisa među kravama u pokusu te se može zaključiti da iako nije zabilježeno statistički značajno smanjenje broja somatskih stanica, u praksi je premisa ovog pokusa uspješno potvrđena. Može se tvrditi da zeoliti kao dodaci u hranidbi krava imaju imuno stimulacijski, antibakterijski te antioksidacijski utjecaj na zdravlje vimena, a u konačnici i na opće zdravlje krava.

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

**Menotr:** izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara

**Broj stranica:** 44

**Broj grafikona i slika:** 6, 10

**Broj tablica:** 7

**Broj literaturnih navoda:** 22

**Jezik govornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** krave, mastitis, zeolit, somatske stanice

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Marcela Šperanda
2. izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara
3. prof. dr. sc. Pero Mijić

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta za agrobiotehničke znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josip Juraj Strossmayer of Osijek****Faculty of Agriculture****University Graduate Studies,**

Prevention of mastitis by applying zeolite to the meals of dairy cows

Matej Brlić

**Abstract:**

In today's milk production and overall agricultural production, the aim is to reduce the use of antibiotics, pesticides, hormonal preparations as a significant step towards more sustainable production, and later the transition to an environmentally friendly method of production. This experiment was set up in direction to examine the benefits of using zeolite in the direction of improving the health of cows, by reducing the number of somatic cells as the main indicator of udder health, and consequently reduce the incidence of mastitis. The experiment was performed on 60 dairy cows divided into three groups according to the number of lactations. The first group, consisted of cows in the 1st lactation, the second group consisted of cows in the 2nd and 3rd lactations, and the third group consisted of cows in the 4th and higher lactations, at the beginning of the experiment the average lactation day of all cows was 160. The duration of the experiment was 42 days and three milk controls were performed (0., 21st and 42nd day), also on the same days' urine tests were performed. No significant difference according to statistical data processing regarding the number of somatic cells in milk was recorded, although nominally there was a decrease in the number of somatic cells according to the days in the experiment, a significant difference in the number of somatic cells was found between cows of the first group to cows of the second and third groups. Furthermore, a significant difference was found in the percentage of milk fat, which increased according to the days in the experiment. No significant difference was found for other milk parameters, except for concentration of urea for which oscillations were recorded between control periods. According to the analysis of urine, a significant reduction in the amount of excreted protein was found. Also, the incidence of mastitis among cows in the experiment was reduced and it can be concluded that although no statistically significant reduction in the number of somatic cells was recorded, in practice the premise of this experiment was successfully confirmed. It can be confirmed that zeolites as additives in the feeding of cows have immune stimulating, antibacterial and antioxidant effects on udder health, and ultimately on the general health of cows.

**Thesis preformed at:** Faculty of Agriculture in Osijek**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara**Number of pages:** 42**Number of figures:** 6, 10**Number of tables:** 7**Number of references:** 22**Original in:** Croatian**Key words:** cows, mastitis, zeolite, somatic cells**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Marcela Šperanda

2. izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara

3. prof. dr. sc. Pero Mijić

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d