

Pregledni rad DOI: 10.5937/DDD26003S

HIGIJENA MUŽE

MILKING HYGIENE

**Radoslava Savić Radovanović^{1*}, Marija Pajić², Katarina Pajić³,
Milijana Sindić⁴**

Kratak sadržaj

Higijena muže obuhvata skup zoohigijenskih, tehnoloških i biosigurnosnih mera usmerenih na sprečavanje kontaminacije mleka patogenim i mikroorganizmima kvara tokom muže i manipulacije sirovim mlekom. Mleko, zbog svog hemijskog sastava, predstavlja izuzetno pogodan supstrat za rast mikroorganizama, te kontaminacija može nastati već u vimenu, ali i tokom i nakon muže. Poseban značaj imaju zdravstveni status muznih životinja, pravilna priprema vimena, higijena mužača, kao i adekvatna primena dezinfekcionih sredstava pre i posle muže. U radu su prikazani osnovni fiziološki mehanizmi laktacije, tehnike muže i savremeni principi dezinfekcije u funkciji prevencije mastitisa i obezbeđenja higijenski ispravnog mleka.

Ključne reči: dezinfekcija, higijena, mleko, ručna muža, mašinska muža

Abstract

Milking hygiene comprises a set of zoohygienic, technological and biosafety measures aimed at preventing contamination of milk with pathogenic and spoilage microorganisms. Due to its chemical composition, milk represents an excellent medium for microbial growth; therefore contamination may occur in the udder as well as during and after milking. Special emphasis is placed on animal health status, udder preparation, milker hygiene and the proper application of disinfectants before and after milking. This paper presents physiological mechanisms of lactation, milking techniques and modern disinfection principles in the prevention of mastitis and production of hygienically safe milk.

Keywords: disinfection, hygiene, milk, manual milking, mechanical milking

¹ Dr sci. vet. med. Radoslava Savić Radovanović, spec. vet. mikrobiologije, vanredni profesor; dr sci. vet. med. Milijana Sindić, spec. vet. med, naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, R. Srbija

² Dr sci. vet. med. Marija Pajić, redovni profesor; dr vet. med. Katarina Pajić, asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, R. Srbija

* e-mail kontakt osobe: mimica@vet.bg.ac.rs

UVOD

Muža predstavlja postupak tokom kojeg se mleko izdvaja iz mlečne žlezde, i može se odvijati na dva načina: sisanjem teleta ili mužom krava (Slika 1 i 2).

U zavisnosti od načina izvođenja, muža može biti ručna ili mašinska. Uslovi u kojima se muža obavlja, primenjena tehnika, kao i zdravstveno stanje muznih životinja, imaju značajan uticaj na higijensku ispravnost mleka namenjenog ishrani ljudi.

Uslovi u pogledu zdravlja muznih životinja, higijene na farmama za proizvodnju mleka, kao i posebni zahtevi za sirovo mleko koje se stavlja u promet, propisani su važećom zakonskom regulativom (Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima, odnosno opštim i posebnim uslovima za higijenu hrane životinjskog porekla; „Službeni glasnik RS”, br. 25/11 i 27/14). U procesu muže učestvuju tri osnovna faktora: ambijent u kojem se muža izvodi, mužač i muzna životinja.

Mlečna žlezda predstavlja funkcionalno zatvoren sistem iz kojeg mleko ne može da se izdvoji bez povećanja unutrašnjeg pritiska, koji potiskuje mleko ka otvoru sise. Kada unutrašnji pritisak prevaziđe spoljašnji, dolazi do otvaranja sfinktera papile i isticanja mleka. Kod ručne muže mleko se mehanički potiskuje iz sisnog dela cisterne prema izvodnom mlečnom kanalu i sisnom otvoru, čime se povećava razlika između unutrašnjeg i spoljašnjeg pritiska. Nasuprot tome, kod mašinske muže mleko se iz mlečne žlezde izdvaja delovanjem vakuuma.

Za pravilno izvođenje muže neophodno je poznavanje fiziologije mlečne žlezde. Laktacija se sastoji od dva osnovna procesa: sekrecije i ejakcije mleka. Sekrecija mleka je kontinuiran proces koji traje sve dok se alveole ne ispune mlekom. Ejakcija mleka podrazumeva njegovo premeštanje iz alveola u izvodne mlečne kanale i cisternu, odakle se može izdvojiti sisanjem ili mužom. Ovaj proces, poznat kao spuštanje mleka, nastaje kao odgovor na pripremu za mužu ili prisustvo teleta.

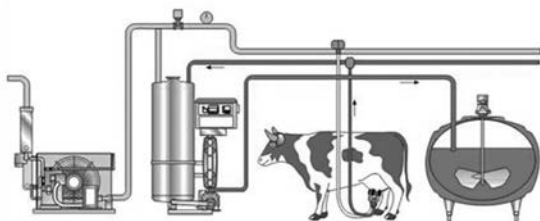
Pražnjenje alveola i prelazak mleka u izvodne kanale odvija se pod dejstvom oksitocina. Oksitocin je hormon koji se sintetiše u hipotalamusu, a oslobađa iz zadnjeg reznja hipofize putem neurohormonalnog refleksa. Njegovo delovanje na mioepitelne ćelije je kratkotrajno i traje približno 6–8 minuta. Pod uticajem oksitocina dolazi do kontrakcije mioepitelnih ćelija i potiskivanja mleka u izvodne mlečne kanale i cisternu vimena. Bez ovog mehanizma kompletno izmuzanje nije moguće.

U stresnim uslovima dolazi do lučenja adrenalina, koji inhibira delovanje oksitocina. Adrenalin izaziva vazokonstrikciju krvnih sudova i sprečava njegov dolazak do mioepitelnih ćelija, čime se onemogućava refleks spuštanja mleka. Ukoliko se adrenalin luči pre početka ejakcije mleka, dolazi do potpunog blokiranja muže, dok se pri njegovom kasnijem lučenju javlja delimična inhibicija. Prisustvo stranih lica, buka ili grubo postupanje mogu izazvati stresnu reakciju kod životinja.

Ako se muža ne obavi u vremenskom intervalu delovanja oksitocina, dolazi do zadržavanja rezidualnog mleka, povećanja intramamarnog pritiska i posledično smanjenja sekrecije i prinosa mleka u narednoj muži (Katić i Bulajić, 2017).



Slika 1. Akt sisanja teleta
(<https://www.agroinfo.rs/govedarstvo/>)



Slika 2. Mašinska muža u mlekovod
(<https://milk-ed.eu/hr/milk-hygiene-hr-2/>)

PRIPREMA ZA MUŽU

Za pravilno izvođenje muže neophodna je adekvatna priprema muzne životinje, mužača i opreme za prihvatanje mleka. Ove mere imaju za cilj smanjenje mikrobiološke kontaminacije mleka i očuvanje zdravlja mlečne žlezde. U pripremi muzne životinje sprovodi se redovno pranje papila i vimena. U tu svrhu koristi se mlaka voda i čisti ubrusi za brisanje, pri čemu je neophodno da vime pre početka muže bude čisto i suvo. Nakon pranja, pristupa se ispitivanju prvih mlazeva mleka izmuzanjem u posudu sa tamnim dnom, što omogućava lakše uočavanje eventualnih promena u boji i konzistenciji mleka. Prvi mlazevi mleka, po pravilu, sadrže najveći broj mikroorganizama, pa se njihovim uklanjanjem značajno smanjuje početna mikrobiološka kontaminacija. Mleko korišćeno za ovu svrhu ne sme se koristiti za ishranu ljudi. Pored toga, pravilna priprema vimena podrazumeva i primenu odgovarajućih higijenskih i dezinfekcionih mera, koje imaju ključnu ulogu u sprečavanju ulaska patogenih mikroorganizama u sisni kanal i razvoju mastitisa.

Priprema mužača za mužu

Mužač mora biti adekvatno obučen i opremljen, bez obzira na način izvođenja muže. Radna odeća (odelo, mantil, kecelja, kapa i čizme) treba da bude izrađena od materijala koji omogućavaju lako održavanje higijene i redovno pranje. Poseban značaj ima lična higijena mužača, kao i poznavanje pravilne tehnike muže. Jedna od najvažnijih mera je održavanje higijene ruku. Preporučuje se upotreba zaštitnih rukavica, koje značajno smanjuju rizik od prenošenja uzročnika mastitisa sa jedne životinje na drugu. Rukavice se moraju redovno prati i dezinfikovati, naročito nakon kontakta sa mlekom ili drugim organskim materijalom. U slučaju oštećenja, rukavice se moraju odmah zameniti novim, kako bi se održao kontinuitet higijenske zaštite (Mihajlović i sar., 2022).

RUČNA MUŽA

Kod ručne muže pražnjenje vimena postiže se istiskivanjem mleka iz mlečne žlezde koordinisanim pokretima ruke (Slika 3). Isticanje mleka nastaje usled povećanja pritiska u cisterni papile, koji se postiže pritiskanjem zidova papile šakom. Ručna muža može se izvoditi na više načina: zatvorenom šakom (muža celom šakom), sa podvijenim palcem ili sa dva prsta. Muža zatvorenom šakom smatra se najpravilnijom tehnikom. Izvodi se tako što se papila obuhvati palcem i kažiprstom, nakon čega se sukcesivnim pritiskanjem prstiju, od kažiprsta ka malom prstu, mleko istiskuje iz cisterne papile. Pri ovom načinu muže papile se ne povlače nadole, već se mleko istiskuje kontrolisanim pritiskom, čime se smanjuje rizik od oštećenja tkiva. Muža sa podvijenim palcem izvodi se savijanjem palca sa jedne strane papile, dok se ostatkom prstiju obuhvata papila i vrši istiskivanje mleka. Ova tehnika može dovesti do oštećenja papila i deformacija vimena, te se preporučuje samo u slučajevima otežane muže.

Muža sa dva prsta podrazumeva hvatanje papile palcem i kažiprstom i povlačenje nadole, pri čemu dolazi do istiskivanja mleka. Ovaj način muže primenjuje se kod životinja sa tankim i kratkim papilama, ali može dovesti do njihovog istezanja i deformacija, te se ne preporučuje za rutinsku primenu. Za izvođenje ručne muže koristi se odgovarajući pomoćni pribor, kao što su muzlice, stolice, posude za pranje vimena i ubrusi. Muzlice se najčešće izrađuju od nerđajućeg čelika, sa glatkim i ispoliranim površinama koje omogućavaju efikasno čišćenje i dezinfekciju. Njihov oblik treba da obezbedi jednostavno rukovanje i održavanje higijene. Upotreba emajliranih posuda nije preporučljiva, jer oštećenja emajla mogu dovesti do kontaminacije mleka i stvaranja mikrobiološki rizičnih površina (Katić i Bulajić, 2017).



Slika 3. Ručna muža u kantu
(<https://biznis.telegraf.rs/agro-biz/3926251>)

MAŠINSKA MUŽA

Sa porastom intenziteta proizvodnje mleka javila se potreba za mehanizacijom muže. Prvi pokušaji zamene ručne mašinskom mužom datiraju sa početka XIX veka, ali su bili praćeni brojnim nedostacima i oštećenjima tkiva vimena. Istorijski zapisi navode primenu slamki ili gušćijih pera u sisnom kanalu, što je dovodilo do povreda epitela, kao i pokušaje sa mehaničkim uređajima koji su imitirali pokrete prstiju, ali bez zadovoljavajućih rezultata. Daljim razvojem tehnologije konstruisane su mašine koje funkcionišu na principu vakuuma, čime je omogućeno efikasno i kontrolisano izdvajanje mleka iz mlečne žlezde.

Princip rada mašina za mužu

Savremene mašine za mužu zasnivaju se na oponašanju prirodnog procesa sisanja teleta. Tokom sisanja, tele ustima čvrsto obuhvata osnov papile, sprečavajući ulazak vazduha, dok širenjem vilica stvara vakuum koji omogućava isticanje mleka. Nakon punjenja usne duplje mlekom dolazi do gutanja, pri čemu vakuum opada, a proces se ciklično ponavlja. U toku jedne minute tele može izvesti oko 120 ciklusa sisanja, stvarajući vakuum u rasponu od 27 do 37 kPa.

U procesu muže, sekrecija mleka je kontinuirana, dok je njegovo izdvajanje uslovljeno ejakcijom, odnosno prelaskom mleka iz alveola i sitnih kanalića u cisternu vimena. Ovaj proces zavisi od delovanja oksitocina i povećanja intramamarnog pritiska, koji mora prevazići kapilarne sile i otpor sfinktera papile. Kod mašinske muže, unutar sisne čaše na papilu deluje konstantan vakuum, dok se u prostoru za pulzaciju smenjuju faze vakuuma i atmosferskog pritiska. Ovakva naizmenična promena pritiska omogućava imitaciju prirodnog sisanja, pri čemu dolazi do otvaranja sfinktera papile i isticanja mleka. Mleko se potom, putem vakuuma, transportuje kroz mlekovod do prihvatnog suda.

Kontinuirano delovanje vakuuma može imati nepovoljan efekat na tkivo mlečne žlezde, zbog čega se u savremenim aparatima primenjuje pulsirajući režim rada, kojim se obezbeđuje periodično rasterećenje papile. Sisna čaša, kao osnovni element muznog aparata, funkcionalno zamenjuje usta teleta i sastoji se od unutrašnjeg prostora za mleko i spoljašnjeg prostora za pulzaciju. Naizmenično prekidanje vakuuma omogućava efikasno i bezbedno izvođenje muže (Katić i Bulajić, 2017).

Postupak izvođenja muže

Za dobijanje higijenski ispravnog mleka neophodna je pravilna priprema muzne životinje i primena odgovarajuće tehnike muže, kako bi se omogućilo potpuno i efikasno pražnjenje vimena. (Slika 4)

Kod životinja sa promenjenom sekrecijom mleka preporučuje se dodatno ručno izmuzanje radi potpunog pražnjenja vimena (Katić i Bulajić, 2017).



Slika 4. Mašinska muža u izmuzištu

(<https://www.agroklub.rs/stocarstvo/na-sta-treba-obratiti-paznju-prilikom-masinske-muze-krava/82687/>)

Priprema krave

Pripremom krave za mužu uklanjaju se nečistoće sa kože vimena koje bi mogle da kontaminiraju mleko. Istovremeno, putem taktilnih, auditivnih i vizuelnih nadražaja stimuliše se refleks spuštanja mleka. Priprema obuhvata pranje i brisanje vimena, kao i ispitivanje prvih mlazeva mleka.

Priprema vimena

Čisto i suvo vime, u adekvatnim higijenskim uslovima, predstavlja osnovni preduslov za dobijanje higijenski ispravnog mleka. Ovaj cilj se postiže kombinacijom pravilne zoohigijenske prakse i primene odgovarajućih dezinfekcionih mera. Vime se pere mlakom vodom, a u sistemima vezanog držanja često se koriste kante sa dodatkom dezinfekcionih sredstava. Najčešće primenjivani dezinficijensi su hlorheksidin, jodofori i kvaternerna amonijum jedinjenja, u koncentracijama propisanim od strane proizvođača. U izmuzištima se za pranje koriste sistemi sa tekućom vodom (creva) (Slika 4). Nakon pranja, vime je neophodno osušiti papirnim ubrusima ili krpama, čime se sprečava zadržavanje i slivanje vode sa papila, koja može biti izvor kontaminacije. U savremenoj praksi sve češće se primenjuju metode suvog čišćenja vimena.

Ispitivanje prvih mlazeva mleka

Po završetku pranja i dezinfekcije, pristupa se izmuzanju prvih mlazeva mleka u posudu sa tamnim dnom, radi uočavanja eventualnih promena u boji i konzistenciji mleka. Ovaj postupak ima i značajnu higijensku ulogu, jer prvi mlazevi sadrže najveći broj mikroorganizama, pa se njihovim uklanjanjem smanjuje početna kontaminacija mleka.

Izmuzanje se izvodi u posebnu posudu, a nikako na ruku ili pod, niti se njen sadržaj sme prosipati u stajskom prostoru, kako bi se sprečilo širenje uzročnika bolesti. U slučaju pojave promena, kao što su pahuljice, gromuljice ili prisustvo krvi, životinje se izdvajaju i podvrgavaju dijagnostičkim postupcima u cilju utvrđivanja mastitisa, a njihovo mleko se ne koristi za ishranu ljudi.

Tehnika muže

Nakon adekvatne pripreme i uspostavljanja refleksa spuštanja mleka, pristupa se muži. Muzne jedinice se postavljaju na papile u optimalnom vremenskom intervalu delovanja oksitocina, koji traje približno 6–8 minuta. Ukoliko se muža ne obavi u tom periodu, dolazi do smanjenja prinosa mleka. (Slika 5)



Slika 5. Mašinska muža sa postavljenim sisnim
čalicama na papilama vimena
(<https://sano.rs/prodavnica/muzna-oprema/>)

Prilikom mašinske muže, sisna garnitura se postavlja pažljivo, najpre na najudaljeniju papilu, a zatim na ostale, uz prethodno uspostavljen vakuum. Potrebno je voditi računa da ne dođe do usisavanja prostirke ili nečistoća. Po završetku muže, što se prepoznaje po prestanku isticanja mleka, sisna garnitura se pažljivo uklanja.

Dezinfekcija papila pre i posle muže

Dezinfekcija papila pre i posle muže predstavlja jednu od najznačajnijih mera u prevenciji supkliničkih i kontagioznih mastitisa. Primena ovih postupaka ima za cilj smanjenje mikrobiološkog opterećenja površine papila i sprečavanje ulaska patogenih mikroorganizama u sisni kanal.

Dezinfekcija nakon muže ima poseban značaj, jer se sprovodi u trenutku kada je sisni kanal još uvek otvoren. Na taj način omogućava se direktno delovanje dezinfekcionog sredstva na mikroorganizme koji su tokom muže dospeli na

površinu papila ili u početni deo sisnog kanala. Ova mera se smatra jednom od najefikasnijih u kontroli širenja kontagioznih uzročnika mastitisa (Hristov i sar, 1997; Relić i sar, 2006).

U praksi se koriste različita dezinfekciona sredstva za potapanje ili prskanje papila, među kojima su najzastupljeniji jod i jodofori, hlorheksidin, hlor-dioksid, vodonik-peroksid, natrijum-hipohlorit i kvaternerna amonijum jedinjenja. Izbor sredstva i njegova koncentracija moraju biti usklađeni sa preporukama proizvođača, kako bi se obezbedila optimalna efikasnost i bezbednost primene.

Preparati na bazi joda, posebno u obliku jodofora, imaju izražena dezinfekciona svojstva i široku primenu u praksi. Jodofori sadrže stabilizujuće komponente koje sprečavaju međusobno vezivanje molekula joda, čime se održava njihova aktivnost i omogućava efikasno delovanje na mikroorganizme na površini kože papila. U literaturi se često navodi primena joda u koncentraciji od oko 1% za dezinfekciju papila nakon muže (Hristov i Stanković, 2002; Relić i sar, 2006; Zhang i sar, 2021).

Postupak sa mlekom bolesnih krava

U toku ručne i mašinske muže od posebnog je značaja obezbediti jasno razdvajanje zdravih, bolesnih i lečenih životinja, kao i sprovođenje odvojene muže. Bolesne i lečene krave moraju biti vidno označene, kako bi se sprečila mogućnost mešanja njihovog mleka sa mlekom zdravih životinja.

Muža ovih životinja izvodi se na kraju muže, a u sistemima sa mlekovodom obavezno u posebne muzne kante, čime se sprečava kontaminacija zajedničkog sistema. Mleko poreklom od bolesnih i lečenih krava ne sme se koristiti za ishranu ljudi i mora se zbrinuti u skladu sa važećim propisima.

Nakon završene muže bolesnih krava, sav pribor i oprema za mužu moraju se odmah temeljno oprati i dezinfikovati, kako bi se sprečilo širenje uzročnika bolesti na ostale životinje.

ZAKLJUČAK

Higijena muže predstavlja skup zoohigijenskih, tehnoloških i biosigurnosnih mera koje se sprovode u cilju sprečavanja kontaminacije mleka tokom ručne i mašinske muže. Ona je sastavni deo higijene držanja muznih životinja i obuhvata međusobno povezane faktore: muzača, muzne životinje, uslove smeštaja i ishranu, kao i sam postupak muže.

Muzač mora biti zdravstveno ispravan, adekvatno obučan i osposobljen za sprovođenje higijenskih postupaka pre i posle muže, uz poseban naglasak na higijenu ruku, koja ima ključnu ulogu u prevenciji prenosa uzročnika mastitisa i očuvanju zdravlja mlečne žlezde.

Muzne životinje moraju biti zdrave, čiste, pravilno držane i adekvatno hranjene, jer njihov zdravstveni status i uslovi držanja direktno utiču na higijensku ispravnost mleka. Muža mora biti pravilno i potpuno sprovedena, u redovnim

vremenskim intervalima, u objektima koji se redovno čiste, provetravaju i održavaju u higijenski zadovoljavajućem stanju, bilo da se radi o stajama ili izmužištima.

Poseban značaj ima ispitivanje prvih mlazeva mleka, koje prethodi pripremi vimena. Priprema obuhvata pranje, sušenje i dezinfekciju papila pre postavljanja sisnih čašica ili početka ručne muže. Dodatno, potapanje ili prskanje papila odgovarajućim dezinfekcionim sredstvima značajno doprinosi smanjenju mikrobiološkog opterećenja i prevenciji supkliničkih mastitisa.

Neophodan preduslov za dobijanje higijenski ispravnog mleka predstavlja i ispravnost opreme za mužu, uključujući pravilno podešen nivo vakuuma, kao i redovno i adekvatno čišćenje i održavanje muznog sistema. Samo uz istovremeno poštovanje svih navedenih mera moguće je obezbediti zdravstveno bezbedno mleko visokog higijenskog kvaliteta.

Zahvalnica

Rad je podržan sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija prema ugovorima broj 451-03-34/2026-03/200143 i broj. 451-03-34/2026-03/200117.

LITERATURA

1. Hristov, S., Stanković, B., Samolovac, Lj., Ostojić Andrić, D., & Nako, D. (2023). Hygiene procedures before, during and after cow milking. *Arhiv veterinarske medicine*, 16(1), 5–15.
2. Hristov, S., & Stanković, B. (2002). Najznačajniji aspekti u primeni dezinfekcije vimena krava. In *Zbornik radova, XIII Savetovanje iz dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije u zaštiti životne sredine*, sa međunarodnim učešćem (pp. 75–83). Kikinda.
3. Hristov, S., Vučinić, M., & Jožef, I. (1997). Dezinfekcija vimena krava pre i posle muže. In *Zbornik radova, VIII Savetovanja iz DDD u zaštiti životne sredine* (pp. 15–21). Subotica.
4. Katić Vera Bulajić Snežana (2017). *Higijena i tehnologija mleka*. Naučna knjiga KMD, Beograd, pp. 276–302.
5. Mihajlović, Lj., Cincović, M., Nakov, D., Stanković, B., Miočinović, J., & Hristov, S. (2022). Improvement of hygiene practices and milk hygiene due to systematic implementation of preventive and corrective measures. *Acta Veterinaria-Beograd*, 72(1), 76–86. <https://doi.org/10.2478/acve-2022-0006>
6. Relić, R., Hristov, S., Stanković, B., Joksimović-Todorović, M., Davidović, V., & Gavrić, B. (2006). Dezinfekcija vimena krava – pregled najnovijih saznanja. *Biotehnologija u stočarstvu*, 22, 737–748.
7. Zhang, H. M., Jiang, H. R., Chen, D. J., Shen, Z. L., Mao, Y. J., Liang, Y. S., & Yang, Z. P. (2021). Evaluation of a povidone-iodine and chitosan-based barrier teat dip in the prevention of mastitis in dairy cows. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(6), 1615–1625. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63418-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63418-9)