Povezanost morfologije vimena s proizvodnjom mlijeka i zdravljem mliječne žlijezde alpina koza

Vrdoljak, Josip

Doctoral thesis / Disertacija

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:529321

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Josip Vrdoljak

POVEZANOST MORFOLOGIJE VIMENA S PROIZVODNJOM MLIJEKA I ZDRAVLJEM MLIJEČNE ŽLIJEZDE ALPINA KOZA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2021.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Josip Vrdoljak

RELATIONSHIP OF UDDER MORPHOLOGY WITH MILK YIELD AND MAMMARY GLAND HEALTH OF ALPINE GOATS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2021

Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Josip Vrdoljak

POVEZANOST MORFOLOGIJE VIMENA S PROIZVODNJOM MLIJEKA I ZDRAVLJEM MLIJEČNE ŽLIJEZDE ALPINA KOZA

DOKTORSKI RAD

Mentori:
izv. prof. dr. sc. Zvonimir Prpić
izv. prof. dr. sc. Antun Kostelić

Zagreb, 2021.

University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Josip Vrdoljak

RELATIONSHIP OF UDDER MORPHOLOGY WITH MILK YIELD AND MAMMARY GLAND HEALTH OF ALPINE GOATS

DOCTORAL THESIS

Supervisors:
Associate Professor Zvonimir Prpić, PhD
Associate Professor Antun Kostelić, PhD

Zagreb, 2021

Bibliografski podaci:
- Znanstveno područje: biotehničke znanosti
- Znanstveno polje: poljoprivreda
- Znanstvena grana: stočarstvo
- Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
- Voditelji doktorskog rada: izv. prof. dr. sc. Zvonimir Prpić i izv. prof. dr. sc. Antun Kostelić
- Broj stranica: 119
- Broj slika: 32
- Broj tablica: 45
- Broj priloga: 0
- Broj literaturnih referenci: 182

Datum obrane doktorskog rada: 24. rujna 2021.

Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:

1. Prof. dr. sc. Boro Mioč, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

2. Prof. dr. sc. Neven Antunac, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

3. Doc. dr. sc. Miroslav Benić, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb

Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4. p.p. 550, 10 000 Zagreb

Knjižnici Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 5. lipnja 2018. te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 12. prosinca 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, **Josip Vrdoljak**, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:

POVEZANOST MORFOLOGIJE VIMENA S PROIZVODNJOM MLIJEKA I ZDRAVLJEM MLIJEČNE ŽLIJEZDE ALPINA KOZA

Svojim potpisom jamčim:
– da sam jedini autor ovoga doktorskog rada;
– da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
– da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

Zagreb,__.__._____. godine

_____
Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Ovaj doktorski rad ocijenilo je povjerenstvo u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Boro Mioč, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

2. Prof. dr. sc. Neven Antunac, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

3. Doc. dr. sc. Miroslav Benić, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb

Doktorski rad je obranjen na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, dana 24. rujna 2021. pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Boro Mioč, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

2. Prof. dr. sc. Neven Antunac, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

3. Doc. dr. sc. Miroslav Benić, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb

Informacije o mentorima

Zvonimir Prpić rođen je 1979. godine u Bjelovaru gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju općeg smjera. Diplomirao je 2004. godine na Agronomskom fakultetu u Zagrebu (studij „Stočarstvo“, usmjerenje „Mljekarstvo“) te se iste godine zapošljava kao znanstveni novak u Zavodu za specijalno stočarstvo Agronomskog fakulteta. Doktorsku disertaciju je obranio 2011. godine te je u znanstveno-nastavno zvanje docenta izabran 2014. godine, a u zvanje izvanrednog profesora 2020. godine. Na matičnom fakultetu izvodi nastavu kao nositelj dvaju predmeta na diplomskim studijima te suradnik na nekoliko predmeta na preddiplomskim i diplomskim studijima, kao i na doktorskom studiju. Bio je gostujući nastavnik na Malta College of Arts, Science & Technology na Malti gdje je izradio program nastave za predmet „Production Animal Management“. Područje njegovog znanstvenog i stručnog interesa su biotehnologije u ovčarstvu i kozarstvu te zaštita i očuvanje izvornih pasmina domaćih životinja. Boravio je na stručnom usavršavanju na Zhejiang University, College of Life Sciences u Kini. Bio je suradnik na nekoliko znanstvenih, stručnih i nastavnih projekata te voditelj jednog stručnog projekta. Koautor je sveučilišnog priručnika „Istarska ovca – hrvatska izvorna pasmina“, zatim „Programa uzgoja ovaca u Republici Hrvatskoj“ i „Programa uzgoja koza u Republici Hrvatskoj“ te koautor „Zelene knjige izvornih pasmina Hrvatske“. Kao autor ili koautor objavio je više od 80 znanstvenih i stručnih radova, od kojih je 28 u kategoriji a1 znanstvenih radova. Izlagao je radove na više domaćih i međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova. Glavni je urednik međunarodnog znanstvenog časopisa „Journal of Central European Agriculture“, član uredništva stručnog časopisa „Mljekarski list“ i član znanstvenog odbora nekoliko međunarodnih znanstvenih skupova.

Antun Kostelić rođen je 1973. godine u Zagrebu gdje je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 1997. godine na Veterinarskom fakultetu u Zagrebu. Od 1999. godine radi u Zavodu za opće stočarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na istom fakultetu je magistrirao 2003. godine. Na Veterinarskom fakultetu u Zagrebu 2008. godine je obranio doktorsku disertaciju naslova „Utjecaj liječenja supkliničkih upala mliječne žlijezde koza na sastav i lučenje mlijeka“. U zvanje docenta izabran je 2010. godine, a izvanrednog profesora 2016. godine. Na matičnom fakultetu izvodi nastavu kao nositelj šest predmeta: tri na diplomskom studiju i tri na poslijediplomskom studiju. Bio je gostujući nastavnik na Malta College of Art, Science and Technology gdje je izradio program nastave za predmet *Applied health and nutrition*. Područje njegovog znanstvenog interesa je zdravlje stada, bolesti ovaca i koza te upravljanje reprodukcijom domaćih životinja. Do sad je vodio više od 15 stručnih projekata. Trenutno vodi pet stručnih projekta vezanih uz razvoj ovčarstva i kozarstva na različitim područjima Hrvatske. Objavio je više od 120 znanstvenih i stručnih radova iz područja veterinarske medicine. Bio je mentor više od 50 završnih i diplomskih radova, te jedne doktorske disertacije. Izlagao je na domaćim i međunarodnim skupovima u Hrvatskoj i inozemstvu. Član je uređivačkog odbora stručnih časopisa Mljekarski list i Ovčarsko kozarski list.

Zahvala

Zahvaljujem mentorima izv. prof. dr. sc. Zvonimiru Prpiću i izv. prof. dr. sc. Antunu Kosteliću na potpori, strpljenju i brojnim savjetima koje su mi pružili tijekom izrade i pisanja doktorskog rada.

Veliku zahvalnost izražavam prof. dr. sc. Bori Mioču koji me je tijekom pisanja doktorskog rada i tijekom studiranja svojim znanjem i stručnim savjetima uvijek strpljivo usmjeravao.

Posebno zahvaljujem prof. dr. sc. Nevenu Antuncu na savjetima koji su ovaj rad učinili boljim i razumljivijim.

Hvala doc. dr. sc. Miroslavu Beniću na nesebičnoj tehničkoj i stručnoj pomoći te potpori tijekom pisanja doktorskog rada.

Veliko hvala mojoj obitelji, koji su bili uz mene i ovaj težak i dug put prošli zajedno sa mnom… Ovo je za vas…

Sažetak

Kao rezultat dugogodišnje selekcije visokomliječnih koza radi povećanja proizvodnje mlijeka, sve je zamjetnije narušavanje morfologije njihova vimena, što nerijetko rezultira narušenim muznim odlikama koza s posljedičnom upalom vimena, odnosno smanjenjem proizvodnje i promijenjenim kemijskim sastavom mlijeka. Cilj istraživanja bio je, stoga, utvrditi međupovezanost morfologije vimena, proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka te zdravlja vimena alpina koza, kao nazastupljenije mliječne pasmine koza u Hrvatskoj. Istraživanjem je bilo obuhvaćeno 139 strojno muzenih i zdravih (bez uočenih znakova kliničkog mastitisa) alpina koza, držanih u istom stadu (slobodnom od artritis encefalitisa) i podređenih identičnoj tehnologiji uzgoja/proizvodnje. Tijekom istraživane laktacije (od odbića do zasušenja) u navedenom su stadu provedene kontrole mliječnosti (AT_4 metoda) i redovita mjesečna prikupljanja pojedinačnih uzoraka mlijeka radi utvrđivanja njihova kemijskog sastava. Od svake su koze pri prvoj, četvrtoj i sedmoj kontroli mliječnosti uzeta po dva uzorka mlijeka (po jedan iz lijeve, odnosno desne polovice vimena) radi određivanja broja somatskih stanica (BSS), odnosno po dva uzorka u svrhu mikrobiološke pretrage mlijeka te su vizualnom prosudbom i mjerenjem utvrđene morfološke odlike vimena istraživanih koza. Utvrđeno je postojanje dvaju (podjednako zastupljenih) oblika vimena, i to: kruškolik (51,8% istraživanih koza) i ovalan oblik vimena (48,2% koza). U većine (56%) koza utvrđeno je postojanje sisa ljevkastog oblika, dok je sise cilindričnog oblika imalo 28%, a sise oblika boce 16% istraživanih koza. Prosječni opseg vimena alpina koza bio je 51,19 cm, širina vimena 13,67 cm, dubina vimena 18,85 cm, udaljenost između vrhova sisa 10,95 cm, kut sisa 39,15°, duljina sisa 5,45 i širina sisa 3,45 cm. Utvrđen je značajan utjecaj redoslijeda i stadija laktacije i broja ojarene jaradi u leglu na većinu analiziranih morfoloških odlika vimena, dok su dubina i širina vimena te veličina sisa bile pozitivno povezane s utvrđenim pokazateljima tjelesne razvijenosti koza (dubina prsa, obujam prsiju i tjelesna masa). Istraživane koze su tijekom prosječnog trajanja laktacije od 294,7 dana proizvele 898,9 kg mlijeka, odnosno prosječno dnevno 2,98 kg mlijeka Istraživanjem nisu utvrđene značajne razlike u proizvodnji i prosječnom kemijskom sastavu mlijeka između koza različitih oblika vimena. Najviše mlijeka su proizvele koze sa sisama u obliku boce, odnosno značajno više nego koze sa ljevkastim sisama. Pritom su sise oblika boce bile značajno veće te postavljene horizontalnije i s većom udaljenošću jedna od druge u odnosu na sise drugačijih oblika. Utvrđena je značajna linearna regresija između većine utvđenih mjera vimena ($P<0,001$) i sisa ($P<0,05$) i laktacijske proizvodnje mlijeka, dok su najznačajniji pokazatelji miječnosti koza bili opseg, dubina i širina vimena ($R^2=0,23-0,35$). Značajno veća ($P<0,05$) učestalost intramamarnih infekcija je dijagnosticirana u jedinki ovalnog oblika vimena nego u jedinki tzv. kruškolikog oblika vimena (17,9:12,5%), a ujedno i veći ($P<0,05$) geometrijski prosjek BSS ($663x10^3$: $482x10^3$/mL). Utvrđene su značajne ($P<0,05$) razlike u BSS, kao i u učestalosti intramamarnih infekcija ($P<0,05$) s obzirom na utvrđeni oblik sisa, pri čemu je u koza sa sisama u obliku boce utvrđena najveća učestalost intramamarnih infekcija, kao i najveći BSS u mlijeku. Većina morfoloških odlika vimena bila je u značajnoj korelaciji s BSS te je s povećanjem dubine vimena i veličine sisa, kao i smanjenjem kuta sisa i udaljenosti između vrhova sisa utvrđeno smanjenje BSS, što se može povezati i sa smanjenjem udaljenosti sisa od tla. Duljina sisa bila je statistički najznačajniji procjenitelj ($P=0,0548$) nastanka infekcije mliječne žlijezde, a najveća učestalost intramamarnih infekcija je uočena u koza sa najdužim sisama (>6,5 cm), dok je (u pogledu zdravlja vimena) najoptimalnija duljina sisa 5,5 - 6 cm. Istraživanjem dobivene spoznaje mogu doprinijeti uvođenju morfologije vimena u provedbu uzgojnih programa za alpina koze u cilju daljnjeg povećanja mliječnosti, ali bez nužno negativnog odražavanja na zdravlje njihova vimena.

Ključne riječi: kozje mlijeko, oblik vimena, oblik sisa, mjere tjelesne razvijenosti, kemijski sastav mlijeka, somatske stanice, intramamarna infekcija

Extended summary

RELATIONSHIP OF UDDER MORPHOLOGY WITH MILK YIELD AND MAMMARY GLAND HEALTH OF ALPINE GOATS

In herds of high-producing dairy goats, as a result of long-term selection to increase milk yield, a deterioration in udder morphology is increasingly noticeable (e.g. large and drooping udders, horizontally placed teats, large teats unsuitable for machine milking, teats close to the ground, etc.), which not only affects milking characteristics, but also has a negative impact on udder health. Namely, it is known that mastitis is the most common and at the same time the most expensive disease in dairy goat herds, i.e. an important factor for the production longevity of dairy goats. Related to this, in recent scientific literature, certain morphological characteristics of goat udders and teats are increasingly cited as factors for premature excretion, especially in high-producing genotypes. Considering that goat milk production in Croatia is based on high-producing breeds, the most numerous of which is Alpine, the aim of the study was to confirm the hypothesis of the connection of udder morphology with milk production and chemical composition, i.e. the association of certain udder morphological characteristics with indicators of mammary gland health in Alpine goats. The study included 139 purebred and machine milked Alpine goats of different lactation orders. The selected livestock units had symmetrically developed udders with no visible signs of mastitis. The same breeding and production technology (feeding, housing, method and number of daily milkings, etc.) was applied in the studied livestock units kept in the same herd. Goats were kept indoors throughout the year, which allowed the monitoring of individual livestock units, especially with regard to the occurrence of possible diseases or the monitoring of individual reproductive phases. During the milking period, regular monthly milking controls of goats were carried out using the AT_4 method, by which also individual milk samples were collected to determine chemical composition. The morphological characteristics of the udder were determined (assessments of the goat's udder and teats according to the shape and measurement of the morphological characteristics) once in the early, middle, and late stages of lactation. Also, during the aforementioned milking controls, one milk sample was taken from each half of the udder for microbiological tests and determination of somatic cell count (SCC). Statistical analysis was performed using SAS V 9.4 software package (SAS STAT, 2013). The presence of two udder types was found in Alpine goats: the pear-shaped udder, characteristic of high-producing goats, was found in 51.8% of Alpine goats, and the oval shape in 48.2%. The average udder circumference was 51.19 cm, width 13.67 cm, and depth 18.85 cm. Majority (56%) of the goats surveyed had funnel-shaped teats. 28.1% of the goats had cylindrical teats, while 16% of the goats had teats with the so-called bottle-shaped tip. On average, the bottle-shaped teats were largest in terms of length and width, and also the most vertical (the smallest average teat angle) compared to the other two teat types. The morphological characteristics of the udder increased with the progress of lactation. In addition, significantly larger circumference and depth of the udder and length and width of the teats were observed in goats with a larger litter compared to goats with one kid in the litter. In terms of chemical composition of milk, the milk of goats in the first lactation and in the earlier stages of lactation was the richest in terms of dry matter content, dry matter without fat, milk fat, and protein content. Higher proportions of chemical indicators were also found in the milk of goats with one kid, which is a consequence of less frequent udder emptying and lower

level of production of the total amount of milk. The content of all analysed ingredients, except lactose, was lower with higher daily and lactation milk production. The highest SCC in the middle stage of lactation was found in healthy goats. While udder shape had no effect on average milk production, chemical composition, and duration of lactation, a significant positive correlation was found between other morphological characteristics of the udder and milk production and SCC. Goats with the most developed udder, bottle-shaped teats, and larger dimensions achieved the highest average daily and lactation milk production, and longer and wider breasts and an oval shape of the udder were associated with higher SCC and higher prevalence of subclinical udder inflammation. A higher prevalence of subclinical mastitis was found in goats with one kid than in goats with more kids.

The results of this study indicate the importance of udder morphology as a factor in udder health, chemical composition, and milk production. Knowledge of morphological traits can contribute to the development of a separate breeding program for the Alpine goat, with the aim of genetically improving of udder morphology to increase milk yield.

Keywords: goat milk, udder shape, teat shape, body development, milk chemical composition, somatic cells, intramammary infection

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja 4
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 5
2.1. Francuska alpska koza (alpina) 6
2.2. Građa, važnost i izgled vimena koza 9
2.2.1. Morfologija vimena koza 12
2.2.2. Ocjena morfoloških odlika kozjeg vimena 16
2.2.3. Pokazatelji zdravlja vimena (mliječne žlijezde) koza 21
2.3. Proizvodnja i kemijski sastav kozjeg mlijeka 24
2.4. Povezanost morfologije vimena s proizvodnjom i kemijskim sastavom kozjeg mlijeka 30
2.5. Povezanost morfologije i zdravlja vimena koza 31
2.6. Zdravlje mliječne žlijezde i proizvodnja kozjeg mlijeka 33
3. MATERIJAL I METODE RADA 35
3.1. Odabir koza za istraživanje 36
3.2. Kontrola mliječnosti koza i prikupljanje uzoraka mlijeka 37
3.3. Utvrđivanje morfologije vimena 38
3.4. Utvrđivanje tjelesne razvijenosti koza 39
3.5. Laboratorijske analize mlijeka 39
3.6. Statistička obrada 40
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 43
4.1. Oblici vimena i sisa alpina koza 44
4.2. Mjere morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza 46
4.3. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza 49
4.4. Zdravlje mliječne žlijezde alpina koza 51
4.5. Čimbenici varijabilnosti morfologije vimena, proizvodnje mlijeka i zdravlja mliječne žlijezde alpina koza 55
4.5.1. Redoslijed laktacije 55
4.5.2. Stadij (mjesec) laktacije 58
4.5.3. Broj jaradi u leglu 63
4.5.4. Tjelesna razvijenost koza 66

4.6. Međupovezanost morfologije vimena, proizvodnje mlijeka i zdravlja mliječne žlijezde alpina koza 70
4.6.1. Povezanost oblika vimena i sisa s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka alpina koza 70
4.6.2. Povezanost mjera morfoloških odlika vimena i sisa s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka alpina koza 71
4.6.3. Povezanost oblika vimena i sisa sa pokazateljima zdravlja mliječne žlijezde alpina koza 74
4.6.4. Povezanost mjera morfoloških odlika vimena i sisa sa pokazateljima zdravlja mliječne žlijezde alpina koza 76
4.6.5. Povezanost zdravlja mliječne žlijezde i proizvodnje mlijeka alpina koza 82
5. RASPRAVA 85
5.1. Morfologija vimena alpina koza 86
5.1.1. Čimbenici morfologije vimena 87
5.2. Proizvodnja mlijeka i kemijski sastav mlijeka alpina koza 88
5.2.1. Čimbenici proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka 89
5.3. Zdravlje mliječne žlijezde alpina koza 92
5.4. Međupovezanost morfologije vimena, proizvodnje mlijeka i zdravlja mliječne žlijezde alpina koza 94
5.4.1. Povezanost morfologije vimena i proizvodnje mlijeka alpina koza 94
5.4.2. Povezanost morfologije vimena s pokazateljima zdravlja mliječne žlijezde alpina koza 95
5.4.3. Povezanost pokazatelja zdravlja mliječne žlijezde s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka alpina koza 97
6. ZAKLJUČCI 99
7. POPIS LITERATURE 101
8. ŽIVOTOPIS 117

Popis kratica

Kratica	Značenje
AT	metoda uzorkovanja mlijeka
FAOSTAT	Statistika organizacije Food and Agriculture Organisation (FAO)
BSS	broj somatskih stanica
SAS V 9.	programski paket
HPA	Hrvatska poljoprivredna agencija
$\log_{10}$ BSS±SE	logaritam broja somatskih stanica
ICAR	International committee for animal recording
HAPIH	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
DNK	deoksiribonukleinska kiselina
NN	Narodne novine
EU	Europska unija
PMO	aritmetička srednja vrijednost
SD	standardna devijacija
SE	standardna greška
LSM	prosjek sume najmanjih kvadrata
Min	minimum
Max	maksimum
MP	Ministarstvo poljoprivrede
CV	koeficijent varijabilnosti
KNS	koagulaza negativni stafilokoki

Popis tablica

Tablica 1. Proizvodne odlike uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj (Izvor: MP, 2019) 8
Tablica 2. Poželjne tjelesne mjere i proizvodne odlike alpina pasmine koza sukladno Programu uzgoja koza u Republici Hrvatskoj (Mioč i sur., 2012) 8
Tablica 3. Morfološke odlike vimena i sisa različitih pasmina koza (u cm) 14
Tablica 4. Usporedni prikaz kemijskog sastava mlijeka različitih vrsta životinja (izvor: Mioč i Pavić, 2002) 25
Tablica 5. Prosječna laktacijska proizvodnja mlijeka, sadržaj (%) i količina (kg) proizvedene mliječne masti u mlijeku pojedinih pasmina koza uzgajanih u različitim zemljama (Izvor: Shelton, 1978, cit. Mioč i Pavić, 1991) 26
Tablica 6. Proizvodnja mlijeka uzgojno valjane populacije alpina i sanskih koza u Hrvatskoj obzirom na redoslijed laktacije (izvor: HPA, 2018) 28
Tablica 7. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka obzirom na status infekcije mliječne žlijezde koza (izvor: Leitner i sur., 2004) 33
Tablica 8. Mjere tjelesne razvijenosti i tjelesna masa istraživanih alpina koza 39
Tablica 9. Morfološke odlike vimena i sisa alpina koza (n=139) 46
Tablica 10. Morfološke odlike različitih oblika vimena alpina koza (LSM±SE) 47
Tablica 11. Morfološke odlike različitih oblika sisa alpina koza (LSM±SE) 47
Tablica 12. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza (n=139) 48
Tablica 13. Proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i kemijski sastav mlijeka alpina koza (n=139) 49
Tablica 14. Koeficijenti fenotipskih korelacija između proizvodnje i kemijskog sastava kozjeg mlijeka 50
Tablica 15. Vrste bakterija izoliranih iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi alpina koza s pripadajućim BSS 54
Tablica 16. Utjecaj zdravstvenog stanja vimena i bakteriološkog statusa uzoraka mlijeka na BSS 54
Tablica 17. Morfološke odlike vimena i sisa s obzirom na redoslijed laktacije alpina koza 55
Tablica 18. Proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i kemijski sastav mlijeka s obzirom na redoslijed laktacije alpina koza 56
Tablica 19. Morfološke odlike vimena i sisa alpina koza po pojedinim stadijima laktacije. 58
Tablica 20. Koeficijenti linearne regresije utvrđenih mjera vimena i sisa alpina koza u odnosu na dan laktacije (dan provedbe kontrole mliječnosti) 59
Tablica 21. Promjene kemijskog sastava mlijeka tijekom laktacije alpina koza (LSM±SE) 61
Tablica 22. Mjere morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu 64
Tablica 23. Proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i sadržaj analiziranih sastojaka mlijeka s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu alpina koza 65
Tablica 24. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti i mjera morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza 67
Tablica 25. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti i proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka alpina koza 68

Tablica 26. Jednadžbe procjene laktacijske proizvodnje mlijeka i pripadajući koeficijenti determinacije (R^2) na temelju utvrđenih mjera tjelesne razvijenosti i tjelesne mase alpina koza 69
Tablica 27. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti koza i BSS u mlijeku 69
Tablica 28. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza različitog oblika vimena 70
Tablica 29. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza različitog oblika sisa 71
Tablica 30. Koeficijenti fenotipskih korelacija morfoloških odlika vimena i proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka alpina koza 72
Tablica 31. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera morfoloških odlika vimena i sisa i dnevne proizvodnje mlijeka alpina koza utvrđene po pojedinim stadijima laktacije 73
Tablica 32. Jednadžbe procjene laktacijske proizvodnje mlijeka i koeficijenti determinacije (R^2) na temelju morfoloških odlika vimena alpina koza 73
Tablica 33. Utjecaj utvrđenih oblika vimena i oblika sisa na broj somatskih stanica u mlijeku alpina koza 74
Tablica 34. Povezanost zdravstvenog stanja vimena i morfoloških odlika kozjeg vimena 76
Tablica 35. Morfološke odlike vimena koza (LSM±SE) s utvrđenom intramamarnom infekcijom obzirom na vrstu izoliranog patogena 77
Tablica 36. Utjecaj trajanja intramamarne infekcije na morfološke odlike kozjeg vimena (LSM±SE) 78
Tablica 37. Regresijska analiza vjerojatnosti nastanka intramamarne infekcije alpina koza tijekom laktacije na temelju duljine sisa 78
Tablica 38. Učestalost pojave intramamarne infekcije ovisno o utvrđenoj duljini sisa alpina koza 79
Tablica 39. Kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na BSS utvrđen u uzorcima mlijeka dobivenih iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi[1] 80
Tablica 40. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera morfoloških odlika vimena i BSS 81
Tablica 41. Jednadžbe procjena broja somatskih stanica u mlijeku ($\log_{10}$ BSS) na temelju pojedinih odlika (mjera) sisa alpina koza (s pripadajućim koeficijentima determinacije (R^2)) 81
Tablica 42. Utjecaj upale vimena na dnevnu proizvodnju i kemijski sastav mlijeka alpina koza (LSM±SE) 82
Tablica 43. Zastupljenost alpina koza s dijagnosticiranom upalom vimena ovisno o količini mlijeka proizvedenoga u laktaciji 83
Tablica 44. Koeficijenti fenotipskih korelacija između broja somatskih stanica ($\log_{10}$ BSS), proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka 83
Tablica 45. Kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na utvrđeni broj somatskih stanica u uzorcima mlijeka pojedinačnih mliječnih žlijezdi[1] 84

Popis slika

Slika 1. Koza i jarac francuske alpina pasmine 7
Slika 2. Udio pojedinih pasmina koza u uzgojno valjanoj populaciji koza u Hrvatskoj (MP, 2019)..... 7
Slika 3. a) Alveola mliječne žlijezde koze; b) Unutrašnja struktura mliječne žlijezde koza (izvor: prilagođeno prema Cowie, 1984). 10
Slika 4. Oblici vimena koza (s lijeva na desno): ljevkasto, ovalno, okruglo (izvor: James i sur., 2009)..... 13
Slika 5. Linearna ocjena za povezanost prednjeg dijela vimena (izvor: HPA, 2018)..... 17
Slika 6. Linearna ocjena visine stražnjeg dijela vimena (izvor: HPA, 2018) 17
Slika 7. Linearna ocjena za suspenzorni ligament (izvor: HPA, 2018) 18
Slika 8. Linearna ocjena širine stražnjeg dijela vimena (Izvor: HPA, 2018)..... 18
Slika 9. Linearna ocjena dubine vimena (Izvor: HPA, 2018) 19
Slika 10. Linearna ocjena smještaja sisa – pogled odostraga (izvor: HPA, 2018)..... 19
Slika 11. Linearna ocjena smještaja sisa – pogled sa strane (izvor: HPA, 2018)..... 20
Slika 12. Linearna ocjena duljine sisa (izvor: HPA, 2018) 20
Slika 13. Linearna ocjena oblika sisa (izvor: HPA, 2018) 21
Slika 14. Oblici sisa u koza: ljevkasti (A), cilindrični (B); u obliku boce (C) (izvor: James i sur., 2009)..... 32
Slika 15. Staja s muznim alpina kozama 36
Slika 16. Vime tzv. kruškolikog oblika..... 44
Slika 18. Sisa ljevkastog oblika..... 44
Slika 20. Sisa u obliku boce..... 45
Slika 21. Učestalost (%) pojedinih oblika sisa u alpina koza 45
Slika 22. Udio bakteriološki negativnih i pozitivnih uzoraka mlijeka alpina koza (n=716 uzoraka)..... 51
Slika 23. Zastupljenost (%) bakterija izoliranih iz mliječnih žlijezdi alpina koza..... 52
Slika 24. Distribucija bakteriološki pozitivnih uzoraka mlijeka (n=72 uzorka) ovisno o utvrđenom BSS..... 52
Slika 25. Zastupljenost (%) istraživanih alpina koza ovisno o zdravstvenom stanju vimena 53
Slika 26. Redoslijed laktacije i broj somatskih stanica (log_{10} BSS±SE) u mlijeku alpina koza 57
Slika 27. Kretanje prosječne dnevne proizvodnje mlijeka (u kg) alpina koza tijekom laktacije (LSM±SE) 60
Slika 28. Učestalost (%) intramamarnih infekcija tijekom laktacije alpina koza 62
Slika 29. Broj somatskih stanica (log_{10} BSS±SE) u mlijeku alpina koza po pojedinim stadijima laktacije..... 63
Slika 30. Učestalost (%) intramamarnih infekcija u alpina koza s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu 66
Slika 31. Učestalost (%) inficiranih mliječnih žlijezdi i inficiranih koza s obzirom na utvrđeni oblik vimena..... 75
Slika 32. Učestalost (%) inficiranih mliječnih žlijezdi i inficiranih koza s obzirom na utvrđeni oblik sisa alpina koza..... 75

1. UVOD

Zahvaljujući izvrsnim sposobnostima prilagođavanja različitim i, vrlo često, nepovoljnim uvjetima okoliša, koze se uzgajaju i rasprostranjene su širom svijeta. Kozji proizvodi su nerijetko najvažniji izvor bjelančevina animalnog podrijetla u prehrani stanovništva u siromašnim dijelovima svijeta, a osobito na područjima izraženog trenda povećanja broja stanovnika. Naime, više od 90% ukupne svjetske populacije koza uzgaja se u Aziji i Africi (FAOSTAT, 2020) te se stoga koze nerijetko naziva „kravama siromašnih“ (Haenlein, 2004).

Međutim, europsko kozarstvo, osobito mliječno, jedno je od najrazvijenijih u svijetu. O tome svjedoči podatak da se u Europi uzgaja svega 1,6% ukupne populacije koza u svijetu, a proizvodi oko 15% ukupne svjetske proizvodnje kozjeg mlijeka (FAOSTAT, 2020). Europu se smatra začetnicom mliječnog kozarstva općenito, budući da su na području Europe nastale najpoznatije visokomliječne pasmine koza, primjerice, francuska alpska koza (alpina), sanska koza, njemačka šarena plemenita koza (srnasta koza) i togenburška koza (Mioč i Pavić, 2002). One su kroz povijest izvažane i još uvijek ih se izvozi na druge kontinente, bilo radi uzgoja u čistoj krvi ili u svrhu poboljšanja svojstava mliječnosti različitih lokalnih (autohtonih) pasmina koza (Haenlein 2004; Dubeuf 2005).

I u Hrvatskoj se proizvodnja kozjeg mlijeka temelji na visokomliječnim pasminama koza, kao i na njihovim križancima, dok su organiziranim uzgojno-selekcijskim radom od mliječnih pasmina koza obuhvaćene alpina, sanska i srnasta koza (HAPIH, 2021). Kao što je razvidno iz „Programa uzgoja koza u Republici Hrvatskoj“ (Mioč i sur., 2012), selekcija mliječnih pasmina koza je prvenstveno usmjerena ka unapređenju gospodarski važnih svojstava kao što su količina (dnevna ili laktacijska) proizvedenoga mlijeka, udio mliječne masti i udio bjelančevina u mlijeku, količina (kg) proizvedene mliječne masti i bjelančevina. Međutim, po primjeru zemalja s dugom tradicijom proizvodnje kozjeg mlijeka, kao i uslijed sve zastupljenije strojne mužnje, sve se više pozornosti posvećuje morfološkim odlikama vimena, koje u znatnoj mjeri određuju prikladnost kozjeg vimena strojnoj mužnji, kao i muznim odlikama koza (Peris i sur., 1999; Capote i sur., 2006), a što je u posljedičnoj vezi sa zdravljem mliječne žlijezde (Keskin i sur., 2007; Cedden i sur., 2008; Rupp i sur., 2011; Atay i Gokdal, 2016; Martin i sur., 2018). Povezano s time, u novijoj stručnoj i znanstvenoj literaturi pojedine se morfološke odlike vimena i sisa koza sve češće navode kao čimbenici preranog izlučenja muznih grla, osobito visokomliječnih genotipova (Castañeda-Bustos i sur., 2017) u kojih je, kao rezultat dugogodišnje selekcije za povećanje količine proizvedenog mlijeka, sve zamjetnije narušavanje morfologije vimena (primjerice, veliko i obješeno vime, vodoravno položene sise, velike i za strojnu mužnju neprikladne sise, i dr.). Navedeno nerijetko rezultira narušenim odlikama muznosti koza (nepotpuna mužnja,

ispadanje sisnih čaški tijekom strojne mužnje s posljedičnim ozljeđivanjem tkiva sisa, poremećen protok mlijeka i dr.) s mogućom posljedičnom upalom vimena. Poznato je, naime, da je mastitis najčešća te ujedno najskuplja bolest u stadima muznih koza, odnosno važan čimbenik njihove proizvodne dugovječnosti.

Stoga je cilj istraživanja bio utvrditi povezanost morfologije vimena s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka, odnosno povezanost morfologije vimena s brojem somatskih stanica u mlijeku, odnosno učestalošću intramamarnih infekcija u alpina koza, kao jedne od najmlječnijih pasmina koza uzgajanih u Hrvatskoj i, ujedno, najzastupljenije pasmine u uzgojno valjanoj populaciji koza u Hrvatskoj.

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

Predmetno istraživanje polazi od pretpostavke postojanja značajne povezanosti morfoloških odlika vimena s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka. Također, pretpostavka istraživanja je postojanje značajne povezanosti između pojedinih morfoloških odlika i zdravlja kozjeg vimena.

Da bismo navedene hipoteze provjerili, potrebno je utvrditi sljedeće:

- morfologiju vimena istraživanjem obuhvaćenih alpina koza,
- čimbenike varijabilnosti morfologije vimena alpina koza,
- međupovezanost morfologije vimena, proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka i zdravlja vimena istraživanjem obuhvaćenih alpina koza.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Francuska alpska koza (alpina)

Francuska alpska koza (alpina) nastala je križanjem švicarskih s lokalnim pasminama koza u Francuskoj (Porter i sur., 2016). Zbog visoke mliječnosti, uzgoj alpina koza danas je raširen po cijeloj Francuskoj i Sredozemlju, a početkom 19. stoljeća ta je pasmina uvezena i na područje Sjeverne Amerike te je nastavila širenje po američkom kontinentu. Matična knjiga stada datira iz 1930. godine, a pasmina je u potpunosti standardizirana nakon Drugog svjetskog rata. Alpina koze mogu boraviti u različitim okolišnim uvjetima postižući dobre proizvodne rezultate u ekstenzivnim i intenzivnim sustavima uzgoja budući da se odlikuju dobrom otpornošću i prilagodljivošću.

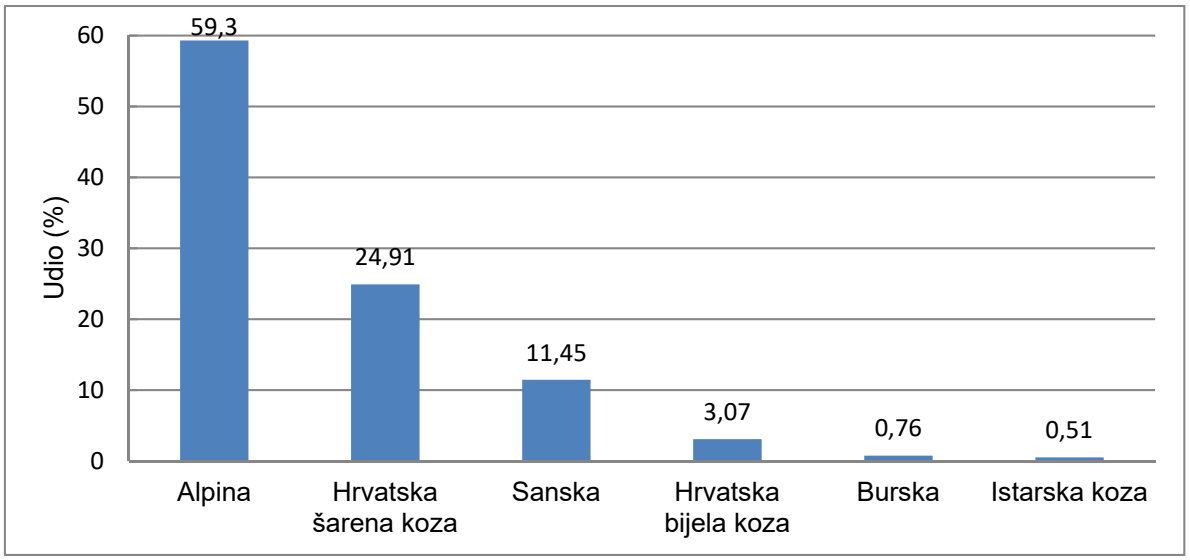
Prema razvijenosti alpina koze pripadaju u skupinu pasmina srednje tjelesne razvijenosti. Tjelesna masa ženskih grla je između 50 i 80 kg, a muških grla između 80 i 100 kg. Pasminu odlikuje dobro razvijen trup s izraženim prsnim košem te dobro razvijenim nogama (Mioč i Pavić, 2002). Jedinke mogu biti s rogovima i bez njih, s bradom i resicama. Glava je srednje duga, čelo je široko, blago konkavnog nosnog profila. Uši su kratke i uspravne. Koža alpina je glatka i dobro prorasla dlakom koja je kod jarčeva nešto duža na vratu i plećkama. Vime je pravilno i dobro povezano s trbuhom te pogodno za strojnu mužnju. Alpina koza je najmlječnija pasmina koza u Francuskoj i u laktaciji proizvodi od 600 do 900 L mlijeka. Oko 30% koza jari dva jareta pri prvom jarenju. Alpina koza dobre je plodnosti koja iznosi oko 180% (Mioč i Pavić, 2002).

Alpina koza naziva se i alpska višebojna koza (engl. *Alpine polychrome*) jer dolazi u više varijanti dlačnog pokrivača. Najučestalija je pojava tipa *chamoisée* kojeg karakterizira svijetlo žuta do smeđa boja tijela s crnim trbuhom i donjim dijelovima nogu, tamnom prugom duž leđa do repa dok se na glavi nalazi više manjih tamnih pruga (Slika 1). Drugi varijeteti uključuju jedinke crne boje dlake, bijele boje te grla šarene boje dlake. Postojao je i tip alpske koze crne boje tijela, s bijelim prugama po licu i oznakama na nogama tzv. *Sundgau*, koji se, međutim, danas smatra izumrlim (Porter i sur., 2016).



Slika 1. Koza i jarac francuske alpina pasmine

Prema Godišnjem izvješću Ministarstva poljoprivrede za 2019. godinu, u jedinstveni registar ovaca i koza upisane su 23 392 alpina koze (MP, 2020). U Republici Hrvatskoj je pod uzgojno selekcijskim obuhvatom ukupno oko 7 400 koza, a među njima dominira alpina s udjelom od 59,3% (MP, 2019). Na slici 2 prikazan je pasminski sastav i postotni udjeli uzgojno valjanih koza u Republici Hrvatskoj. U populaciji se provodi kontrola reprodukcijskih odlika, a na 2 560 koza kontrola mliječnosti (MP, 2019). Uzgojno valjane alpina koze (MP, 2019) se uzgajaju kod ukupno 50 uzgajivača (prosječna veličina stada 88 grla) u šest županija, od kojih prednjače: Međimurska (2 125 grla), Varaždinska (665 grla) i Koprivničko-križevačka županija (219 grla).



Slika 2. Udio pojedinih pasmina koza u uzgojno valjanoj populaciji koza u Hrvatskoj (MP, 2019)

Alpina koze, s obzirom na proizvodni (uzgojni) cilj, jare se jednom godišnje (prosječni indeks jarenja = 1,00), a prosječna veličina legla (broj jaradi/broj jarenja) uzgojno valjanih alpina koza je 1,13 (MP, 2019). Muška jarad tijekom *performance testa* ostvaruje prosječni dnevni prirast od 210 grama, pri čemu je prosječna tjelesna masa na kraju *performance testa* (u dobi od 110 dana) 27,12 kg (MP, 2019). Mliječne odlike uzgojno valjanih alpina koza u Hrvatskoj prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Proizvodne odlike uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj (Izvor: MP, 2019)

Odlika	**Vrijednost odlike**
Dužina laktacije (dana)	269
Razdoblje mužnje (dana)	240
Ukupna proizvodnja mlijeka (kg)	822,90
Mlijeko u razdoblju mužnje (kg)	722,34
Sadržaj mliječne masti (%)	3,36
Količina mliječne masti (kg)	23,63
Sadržaj bjelančevina (%)	3,03
Količina bjelančevina (kg)	21,82

U Hrvatskoj je 2012. godine prihvaćen Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj (Mioč i sur., 2012) s ciljem unapređenja kozarske proizvodnje. Poželjne eksterijerne i proizvodne odlike alpina koza u Hrvatskoj (definirane navedenim Programom uzgoja) prikazane su u tablici 2.

Tablica 2. Poželjne tjelesne mjere i proizvodne odlike alpina pasmine koza sukladno Programu uzgoja koza u Republici Hrvatskoj (Mioč i sur., 2012)

Odlika	**Koze**	**Jarci**
Visina grebena (cm)	70-80	70-80
Tjelesna masa (kg)	60-80	80-100
Plodnost (%)	170-190	
Proizvodnja mlijeka (L)	700-900	
Tjelesna masa jaradi u dobi od 45 do 60 dana (kg)	14-18	

2.2. Građa, važnost i izgled vimena koza

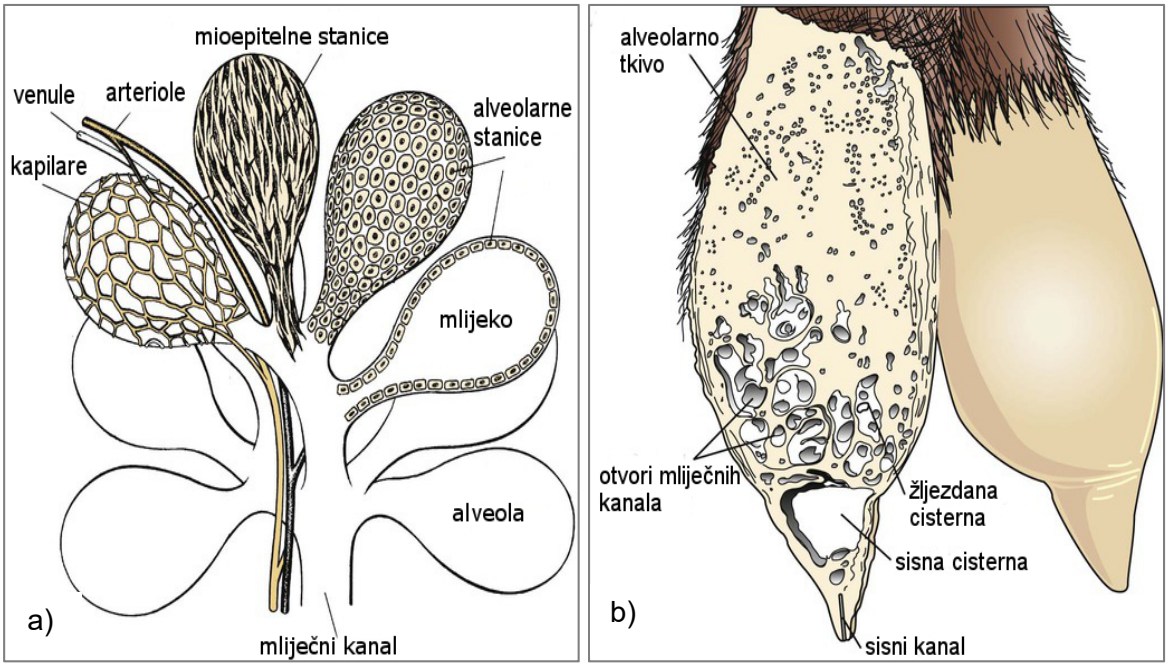
Vime je žlijezda filogenetski nastala iz kože koja nema izravnu povezanost s trbušnom šupljinom (lat. *abdomen*), osim kroz ingvinalni kanal kroz koji prolaze krvne žile, limfa i živci. Smješteno je u preponskom ili ingvinalnom području između stražnjih nogu. Veličina vimena ovisi o pasmini, dobi životinje i stadiju laktacije (Haenlein i Caccese, 1992; Smith i Sherman, 2009).

Gledano odostraga, vime bi trebalo biti duboko i široko, sezati skoro do visine stidnice s vidljivim središnjim vezivno-tkivnim zidom (Haenlein i Caccese, 1992). Gledano sa strane, stražnji dio vimena treba biti dubok, zaobljen i čvrsto povezan uz trbušnu stijenku. Poželjno je da se prednji dio vimena proteže prema naprijed postupno se stapajući s trbuhom. Svaka polovica vimena trebala bi imati samo jednu sisu, iako dodatne sise nisu neuobičajene te se nalaze uglavnom posteriorno od sise. Veličina sisa se razlikuje između koza: od prilično malih i kratkih, što otežava mužnju, do vrlo krupnih, plosnatih i onih ljevkastog oblika (Haenlein i Caccese, 1992).

Kozje vime sastoji se od dvije mliječne žlijezde (lat. *mamma, glandula lactifera*) koje su anatomski odijeljene središnjim vezivno-tkivnim zidom tj. središnjim suspenzornim ligamentom (lat. *ligamentum suspensoris uber*). Dobar oslonac za vime čini ligament koji omogućava lagani nabor ili obrnuti „V“ oblik između sisa. Kad se vime ispuni mlijekom, rasteže se središnji suspenzorni ligament radeći pritisak i potiskujući sise prema van. Ako ovaj ligament oslabi, vime će se početi odvajati od trbušne stijenke. Iako proizvodnja i sekrecija mlijeka iz polovica vimena ne mora biti ista, poželjno je da su obje polovice što ujednačenije po razvijenosti (veličini) i po količini proizvedenoga mlijeka (Haenlein i Caccese, 1992), što je osobito važno u strojno muzenih koza.

Temeljne sekretorne jedinice mliječne žlijezde sisavaca, pa tako i koza, su alveole (slika 3a) promjera od 0,01 do 0,03 mm (Havranek i Rupić, 2003). U jednom cm^3 žljezdanog tkiva kozjeg vimena nalazi se više od tisuću alveola. Skupine alveola međusobno su povezane vezivnim tkivom formirajući funkcionalne jedinice režnjiće (*lobulus*). Režnjići su povezani poput grožđa opsežnijim vezivnim tkivom u režnjeve (*lobus*). Alveole su okružene mioepitelnim (mišićnim) stanicama koje su odgovorne za istiskivanje sintetiziranog mlijeka iz lumena alveola djelovanjem hormona oksitocina. Sinteza mlijeka unutar alveola, odnosno u epitelnim stanicama alveola (slika 3a) usko je povezana s pritiskom koji se vrši na alveole (epitelne stanice alveola) prilikom nakupljanja mlijeka unutar lumena alveola (Haenlein i Caccese, 1992). Niz kanalića i kanala (*ductules i ductus*) mliječne žlijezde protežu se od režnjića i režnjeva do distalnog dijela vimena koje se naziva žljezdana ili glandularna cisterna (slika 3b). U cisterni mliječne žlijezde može biti skladišteno (u razdoblju između

dviju mužnji, odnosno ispražnjavanja mliječne žlijezde) i do kilogram mlijeka, dok se ostalo mlijeko zadržava u alveolama, te kanalima i kanalićima mliječne žlijezde. Primjerice, pri intervalu između dviju mužnji koji traje između 12 i 14 sati, mliječna pasmina koza može u mliječnoj cisterni skladištiti i do 75% ukupnog volumena sintetiziranog mlijeka (Salama i sur., 2003). Primjerice, na cisternalnu frakciju u krava otpada približno 20% od ukupnog volumena mlijeka (Pfeilsticker i sur., 1996).



Slika 3. a) Alveola mliječne žlijezde koze; b) Unutrašnja struktura mliječne žlijezde koza (izvor: prilagođeno prema Cowie, 1984).

Tijekom mužnje, mlijeko uskladišteno u žljezdanoj cisterni vimena prelazi u sisnu cisternu koja završava sisnim kanalom (Ayadi i sur., 2003). Na prijelazu iz žljezdane u sisnu cisternu smješten je kanal koji u svom distalnom dijelu sadrži elastično tkivo sastavljeno od kružnih glatkih mišića (sisni sfinkter). Sfinkter sprječava protok mlijeka iz žljezdane u sisnu cisternu, čime doprinosi smanjenju pristiska na sisni kanal (Adam i sur., 2019).

Glavni dio opskrbe vimena krvlju čine aorta i arterijske krvne žile, dok krv iz vimena odvodi splet krvnih žila venskog sustava. Glavne arterije vimena su vanjska bočna arterija (*a. iliaca externa*) na koju se nastavlja vanjska stidna arterija (*a. pudenda externa*) koja se grana na dva ogranka, prednji (*a. mammaria cranialis)* i stražnji ogranak (*a. mammaria caudalis*). Prolazeći prema bazi vimena i prema naprijed (kranijalno), arterije se granaju u brojne bočne i kranijalne grane krvlju opskrbljujući režnjeve mliječne žlijezde. U konačnici kapilarna mreža okružuje svaku alveolu predajući joj tvari potrebne za sintezu mlijeka.

Procjenjuje se da je dnevni volumen protoka krvi kroz vime koza oko 1200 litara (Haenlein i Caccese, 1992).

Venski sustav je izraženiji i vidljiviji od arterijskog te su vene lako uočljive na vimenu i trbuhu koza. Venski splet krvnih žila prati uvelike arterijski splet i njegova grananja. Vanjska pudendalna vena (*v. pudenda externa*) temeljna je sastavnica venskog sustava vimena koza. Iz trbušne šupljine kroz ingvinalni kanal ulazi u blizini kaudalnog dijela vimena te preko stražnjeg dijela potkožne trbušne vene (*v. epigastrica cranialis superficialis*) odvodi krv natrag do srca. Vanjska pudendalna vena se grana na dva ogranka, prednji (*v. mammaria cranialis)* i stražnji ogranak (*v. mammaria caudalis*) koji završavaju kapilarnom mrežom. Oko baze i duž sisa vimena koze nalazi se gusti splet vena koji ih okružuje (*circulus venosus papillae mammae*, *plexus venosus papillae mammae*) tvoreći Fürstenbergov prsten. S kaudalne strane tijela spušta se perinealna trbušna vena (*v. perinealis ventralis*) koja potpomaže odvodnju krvi iz stražnjeg dijela vimena (Haenlein i Ace, 1984).

Iako je relativno mali broj istraživanja na temu limfnog sustava koza, čini se da je on prilično sličan limfnom sustavu krava, pri čemu se limfni čvorovi nalaze na gotovo istim mjestima. Limfa se iz mliječne žlijezde odvodi u regionalne limfne čvorove. Tijekom laktacije protok limfe kroz mliječnu žlijezdu višestruko se povećava (čak za deset puta). Brzina protoka limfe nije ista tijekom cijeloga dana, npr. sisanje povećava protok limfe, dok strojna mužnja nema jednak učinak. Mliječna limfa koza, krava i ovaca u osnovi ima slični sastav, sadržavajući 56-59% bjelančevina, čiji se sadržaj smanjuje prije jarenja i tijekom rane laktacije (Haenlein i Caccese, 1992). Vime koza inervira jedan primarni živac, vanjski ingvinalni, koji se dijeli na dvije grane. Grana na površini proteže se do trbušnih mišića i dublje, prolazeći kroz ingvinalni kanal, prateći vanjsku pudendalnu arteriju i venu u vime (Haenlein i Caccese, 1992).

Gravidnost i s njom povezane hormonalne i fiziološke promjene najveći su „poticajni ili stimulirajući čimbenici“ razvitka mliječne žlijezde (Anderson i sur., 1981). U ranom stadiju gravidnosti, sustav kanala nastavlja se razvijati, kao i lobulo-globularni sustav (Anderson i sur., 1981). Autori ističu da se tijekom druge polovice gravidnosti, a nakon početnog formiranja lobulo-alveolarnog tkiva, pojedine alveole i dalje povećavaju, a nove se razvijaju sve dok se mliječna žlijezda u potpunosti ne razvije tj. ispuni alveolama. Prisutne alveolarne stanice progresivno prolaze kroz biokemijsku i ultrastrukturnu diferencijaciju potrebnu za izlučivanje mlijeka tijekom laktogeneze. Međutim, smatra se da je veza između plodnosti koza (broj ojarene jaradi u leglu) i sekrecije mlijeka također, hormonalne prirode, s obzirom na utvrđeno djelovanje hormona placentalnog laktogena (Hayden i sur., 1979). Smatra se, naime, da je sekrecija hormona placentalnog laktogena (kojeg luči posteljica – placenta) u

izravnoj svezi s veličinom površine posteljice, odnosno brojem plodova u uterusu (veličinom legla).

Fiziološki promatrano, mliječna žlijezda je podvrgnuta značajnim promjenama tijekom gravidnosti kako bi se pripremila za sekreciju mlijeka, koja je pod izravnom kontrolom hormona koje luči endokrini sustav (Watson i Khaled, 2008). Koncentracija prolaktina i hormona rasta značajno su povećane te utječu na duktalni i alveolarni razvoj i diferencijaciju. Stoga hormon rasta ima važnu ulogu u razvoju mliječne žlijezde i proizvodnji mlijeka (Shingu i sur., 2004). Uz povećanu sintezu bjelančevina mlijeka, hormon rasta može potaknuti diferencijaciju i proliferaciju epitela mliječnih žlijezda (Macias i Hinck, 2012). U koza se dnevna proizvodnja mlijeka povećava i dostiže najvišu vrijednost (tzv. vrh laktacijske proizvodnje) između 30. i 60. dana laktacije (Salama i sur., 2003). Akers (2002) objašnjava da se, kako laktacija odmiče, smanjuje lučenje hormona prolaktina, što, između ostaloga, uzrokuje apoptozu ili tzv. programirano odumiranje epitelnih stanica.

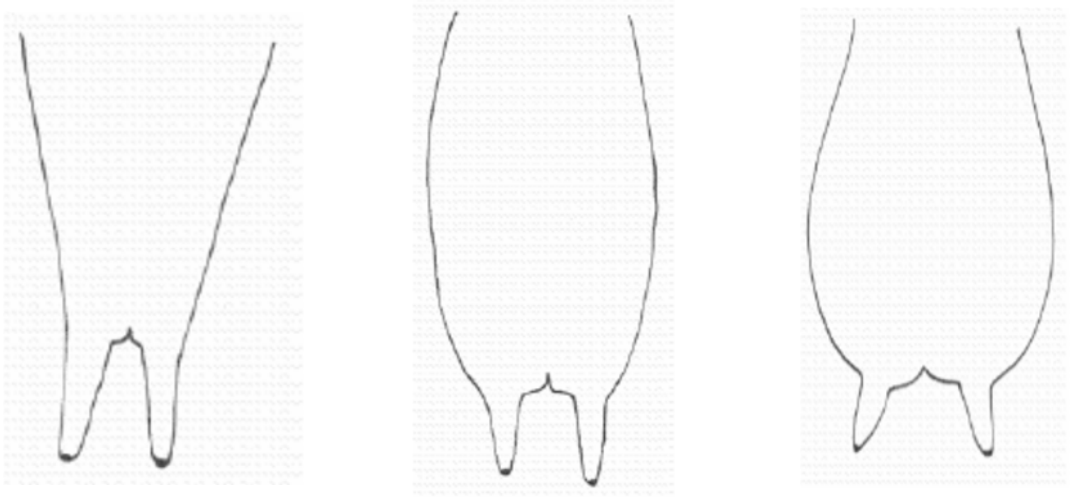
2.2.1. Morfologija vimena koza

Različite pasmine imaju različit oblik vimena, a sama razvijenost, građa i oblik vrlo često je odlika pasminske specifičnosti. Mioč i sur. (2008) navode kako je vime sekundarna spolna žlijezda jer je u uskoj svezi sa spolnim funkcijama te kako je poželjno zdravo, pravilno razvijeno i simetrično vime, bez prisisa, bradavica i nekih drugih nasljednih i nenasljednih mana. Vanjska stijenka vimena visoko produktivnih pasmina koza prekrivena je finom, mekom kožom, dok je u primitivnih pasmina koža grublja i pokrivena grubljom dlakom. Tijekom puberteta u ženskih grla dolazi do intenzivnog povećanja mliječne žlijezde uslijed razvoja vezivnog tkiva i odlaganja masti, dok se konačni razvoj postiže tek nakon nekoliko laktacija. Na promjenama koje nastaju na mliječnoj žlijezdi (povećanje volumena vimena) uzgajivači mogu donijeti zaključak jesu li životinje gravidne i hoće li se životinja uskoro jariti.

Izraženo i pravilno razvijeno vime poželjna je odlika osobito mliječnih pasmina koza. Pravilno razvijeno i zdravo vime treba biti velikog obujma, dobro vezano za trbušnu stijenku te ne previše duboko, odnosno viseće, pritom ne prelazeći visinu skočnog zgloba (Gall, 1980, cit. Mioč i Pavić, 2002). Isti autori navode da se vime mliječnih koza ujedno treba odlikovati srednje velikim sisama postavljenim što je moguće više vertikalno.

Prema Mioč i Pavić (2002), postoje tri osnovna tipa vimena s obzirom na njihov oblik, i to: ljevkasti (kruškoliki), ovalni (jajoliki) i okrugli (loptasti). Kruškoliko vime karakteristično je za koze visoke mliječnosti, a prepoznatljivo je po gotovo nezamjetnom prijelazu cisterne vimena u sisu. Ovalni oblik vimena je dobro pričvršćen za abdomen, a sise su odvojene od

cisterne i blago nagnute prema naprijed. Vime okruglog oblika je široko i dobro povezano s trbuhom te često završava sisama manjim nego u dva prethodno navedena tipa vimena. James i sur. (2009) su u lokalne afričke pasmine koza kombiniranog proizvodnog tipa utvrdili postojanje različitih oblika vimena, odnosno, uz ovalan te okrugao oblik vimena u nekih je koza utvrđen tzv. ljevkasti oblik vimena kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Oblici vimena koza (s lijeva na desno): ljevkasto, ovalno, okruglo (izvor: James i sur., 2009)

Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su utvrdili da je, sa stajališta proizvodnje mlijeka i zdravlja vimena, najpoželjniji okrugao oblik kozjeg vimena. Prema njihovom istraživanju, koze okruglog vimena proizvode više mlijeka sa manje somatskih stanica te rjeđe obolijevaju od mastitisa nego koze dugačijeg oblika vimena.

Naime, zbog sve veće zastupljenosti strojne mužnje koza (i to ne samo u zemljama s dugom kozarskom tradicijom i proizvodnjom kozjeg mlijeka), povećan je interes za uključivanjem pojedinih morfoloških odlika vimena i sisa koza u uzgojne ciljeve, budući da brojna istraživanja upućuju na međupovezanost morfologije vimena, muznosti koza, proizvodnje mlijeka te zdravlja vimena (Salama i sur., 2003; Ciappesoni i sur., 2004; Keskin i sur., 2007; Ramzan i sur., 2020). Već je davne 1989. godine Wang predložio uvođenje morfoloških odlika vimena kao uzgojnih ciljeva za togenbušku pasminu koza (Wang, 1989), dok su 1997. godine u uzgojne programe mliječnih genotipova koza u SAD-u uključene odlike vimena (tzv. *type traits*, Gipson, 2019).

Naime, u mliječnih (visoko selekcioniranih) genotipova koza uočena je sve veća učestalost za strojnu mužnju nepoželjnih (neprikladnih) oblika vimena. Pritom se najčešće

radi o dubokom, obješenom vimenu s nepravilno postavljenim sisama, koje su često prevelikih dimenzija u odnosu na sisne čaške, što negativno utječe na muzne odlike koza, a posljedično i na zdravlje mliječne žlijezde (Barilet, 2007). Shodno tome, Castañeda-Bustos i sur. (2017) naglašavaju da narušene morfološke odlike vimena i sisa mogu biti čimbenici (pre)ranog izlučenja muznih koza.

Na izgled, odnosno oblik, veličinu i razvijenost kozjeg vimena utječe niz čimbenika, i to prvenstveno: pasmina (genotip), redoslijed laktacije (Montaldo i Martinez-Lozano, 1993), stadij laktacije (Mavrogenis i sur., 1989; Lérias i sur., 2014), veličina legla (Upadhyay i sur., 2014; Atay i Gokdal, 2016) te učestalost ispražnjavanja (sisanje, mužnja) vimena (Capote i sur., 2006). U tablici 3 prikazane su morfološke odlike vimena različitih pasmina koza.

Tablica 3. Morfološke odlike vimena i sisa različitih pasmina koza (u cm)

Osobina	**Rohilkhandi koze[1]**	**Serrana koze[2]**	**Bedouin koze[3]**	**Boer koze[4]**	**Meriz koze[5]**	**Honamli koze[6]**	**Alpina koze[7]**	**Sanske koze[8]**
Opseg vimena	33,28	33,3	26,1	31,25	29,61	–	–	–
Širina vimena	10,25	–	6,3	16,43	10,4	–	–	–
Dubina vimena	13,86	6,4	12,9	–	–	–	–	–
Udaljenost između sisa	9,51	–	5,7	–	–	15,1	–	–
Duljina sise	9,44	–	2,5	–	–	5,2	5,52	6,20
Širina sise	–	–	0,7	–	–	2,2	2,96	3,16

[1]Upadhyay i sur. (2014); [2]Margatho i sur. (2020); [3]Kouri i sur. (2019); [4]Senthilkumar i sur. (2019); [5]Merkhan (2019); [6]Elmaz (2018); [7,8]Rupp i sur. (2011)

Zdravo žljezdano tkivo vimena u koje je uklopljena žljezdana cisterna osigurava visoku razinu proizvodnje mlijeka te je stoga od iznimne važnosti za mliječnost koza (Salama i sur., 2003). Kod visoko proizvodnih genotipova koza (sanska i alpina pasmina koza), dno vimena nalazi se u visini skočnog zgloba (*tarsus*) ili malo iznad njega (Manfredi i sur., 2001), dok je suspenzorni ligament vimena osrednje jak i dobro izražen, a omjer između povezanosti širine stražnjeg vimena i dubine je uravnotežen. Capote i sur. (1999) navode da mliječne koze pasmine Majorera imaju velike cisterne vimena, što pogoduje malim gubicima mlijeka (od samo 6%) u koza koje se muzu jednom dnevno u odnosu na one koje se muzu dva puta dnevno. Povećanje veličine žljezdanog dijela cisterne vimena

rezultira većom količinom mlijeka uskladištenog u cisterni između dviju mužnji. Naime, Salama i sur. (2003) navode da je količina mlijeka uskladištenog u cisterni vimena koza (tzv. cisternalna frakcija mlijeka, od 51 do 76% ukupno proizvedenog mlijeka u razdoblju između dviju mužnji) veća u odnosu na alveolarnu frakciju mlijeka.

Na veličinu vimena velik utjecaj ima i redni broj jarenja, odnosno redoslijed laktacije. Tako su Montaldo i Martinez-Lozano (1993) i Upadhyay i sur. (2014) utvrdili da koze u drugoj i kasnijim laktacijama imaju duže sise, veći opseg vimena te manju udaljenost od vrha sisa do poda u odnosu na prvojarke.

U mliječnih koza nakon sinteze kolostruma, povećanje razine hormona prolaktina (Castro i sur., 2011) uzrokuje rast i diferencijaciju mliječne žlijezde tijekom uzlaznog dijela laktacijske krivulje, odnosno početne faze laktacije. Elsayed i sur. (2009) su utvrdili razlike u histološkoj strukturi mliječne žlijezde koza između pojedinih stadija laktacije te je razvijenost žljezdanog tkiva vimena veća u ranoj i srednjoj fazi laktacije u odnosu na kasnu fazu laktacije. Peris i sur. (1999) i Pawlina i sur. (2005) utvrdili su da se mliječna žlijezda smanjuje odmicanjem laktacije, a duljina i širina sisa se povećavaju, premda je navedeno bilo u interakciji s redoslijedom laktacije. Amao i sur. (2013) su utvrdili da je krajem laktacije vime znatno manje nego sredinom laktacije, a osobito u usporedbi s veličinom vimena utvrđenom početkom laktacije, iako je u predmetnom istraživanju bila riječ o manje mliječnoj afričkoj pasmini koza. Cividini i sur. (2016) navode značajnu negativnu korelaciju između određenih mjera veličine vimena (dubina i širina) i trajanja laktacije alpina koza, pri čemu odmicanjem laktacije dolazi do smanjenja dubine i širine vimena.

Literaturni podaci o utjecaju veličine legla na morfološke odlike vimena koza su vrlo oskudni. Akpa i sur. (2003) su istraživanjem lokalne afričke pasmine koza utvrdili da usporedno s povećanjem veličine legla dolazi do povećanja opsega vimena i udaljenosti između sisa. Navedeno su pojasnili kao posljedicu povećane sekrecije hormona laktogena pri većem broju plodova u uterusu (Hayden i sur., 1979). No, u istraživanjima utjecaja veličine legla na opseg vimena, duljinu i opseg sisa koza utvrđene su značajne razlike između koza s jednim jaretom i onih s dvoje ojarene jaradi (Atay i Gokdal, 2016). Navedeno je usporedivo s Upadhyay i sur. (2014), koji su utvrdili da veličina legla utječe na morfološke odlike vimena, izuzev duljine sisa. Međutim, Merkhan i Alkass (2011) nisu utvrdili značajan utjecaj veličine legla na analizirane odlike kozjeg vimena i sisa (širina, duljina i opseg vimena, udaljenost između sisa, promjer i duljina sisa).

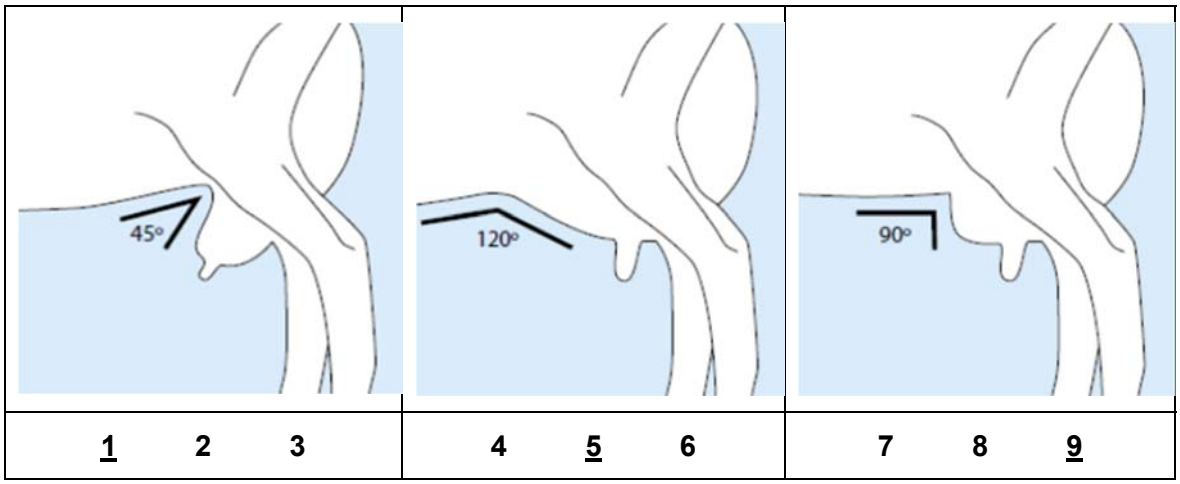
Kapacitet žljezdane cisterne mliječne žlijezde koza određuje izbor odgovarajuće rutine mužnje. Punjenje mliječne žlijezde mlijekom povećava intramamarni pritisak i rastezljivost alveola, što može ugroziti naknadnu sintezu mlijeka (Peaker, 1980). Koze s velikim cisternama brže se muzu pojednostavljenom rutinom i bolje podnose duge intervale

između dviju uzastopnih mužnji (Knight i Dewhurst, 1994; Ayadi i sur., 2003; Salama i sur., 2003). U koza muženih jednom dnevno utvrđen je veći volumen, opseg i dubina vimena, odnosno manja udaljenost vimena od poda negoli u koza muzenih dva puta dnevno (Capote i sur., 2006). Pri tome su autori utvrdili znatno veću fenotipsku korelaciju između volumena vimena, opsega vimena, razmaka između vrhova sisa i proizvedene količine mlijeka u koza muzenih jednom dnevno u odnosu na one muzene dva puta dnevno. Utjecaj učestalosti mužnje na morfologiju vimena utvrdili su i Lopez i sur. (1999). Međutim, detaljna analiza utjecaja učestalosti i broja mužnji na žljezdano tkivo mliječne žlijezde koza nije provedena. Uz navedeno, Akpa i sur. (2003), tvrde da je sezona jarenja lokalne afričke pasmine koza važan izvor varijabilnosti veličine vimena i sisa.

2.2.2. Ocjena morfoloških odlika kozjeg vimena

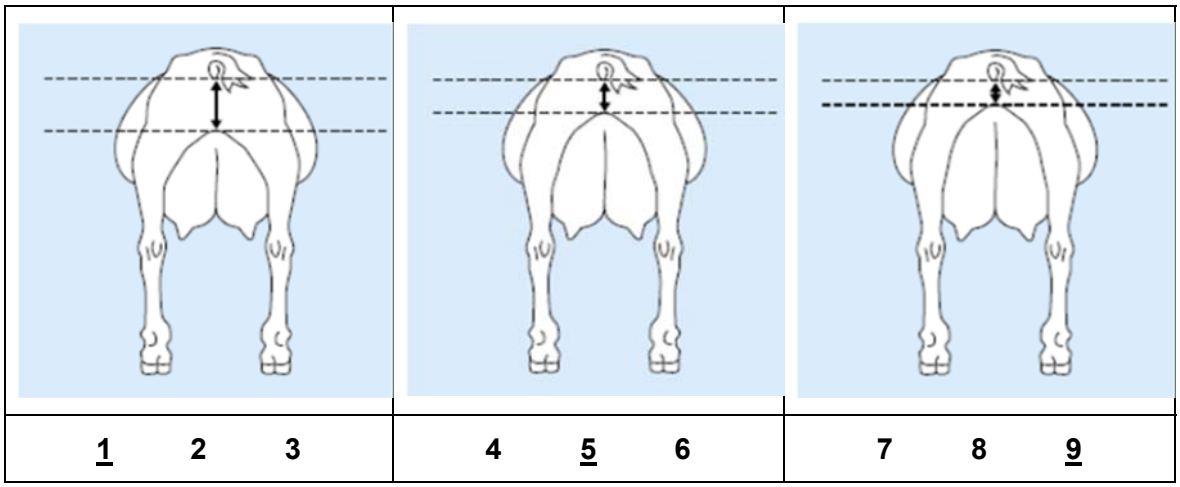
Međunarodni odbor za kontrolu proizvodnosti životinja (ICAR, 2016) predložio je skup pravila za linearnu ocjenu vanjštine koza koje obuhvaćaju i svojstva vimena. Navedeno je prihvaćeno i od strane Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA, čiji je pravni sljednik Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu – HAPIH) te su pripremljene smjernice za provedbu ocjene vanjštine prvojarki (HPA, 2018) koje će se provoditi i u matičnim stadima koza u sklopu uzgojno-selekcijskog rada, sukladno uzgojnim programima. Sukladno navedenim smjernicama, u mliječnih pasmina koza linearno će se ocjenjivati 19 pojedinačnih svojstava (HPA, 2018) od kojih se devet odnosi na vime, i to: povezanost prednjeg dijela vimena, visina stražnjeg dijela vimena, suspenzorni ligament, širina stražnjeg dijela vimena, dubina vimena, smještaj sisa – pogled odostraga, pogled sa strane te duljina i oblik sisa. Odlike vimena važne su jer pravilna građa vimena utječe na količinu proizvedenoga mlijeka te pridonosi prikladnosti vimena za strojnu mužnju i otpornost na bolesti mliječne žlijezde, koje su jedan od najčešćih uzroka preranog izlučenja mliječnih koza iz proizvodnje i uzgoja.

Ocjenjivanjem povezanosti prednjeg dijela vimena procjenjuje se jačina povezanosti prednjeg dijela vimena za zid trbušne stijenke te se procjenjuje ocjenama od 1 (jako slabo vezano, opušteno (45 º) do 9 (jako dobro vezano (120 º), pri čemu je 9 maksimalna ocjena (HPA, 2018). Optimalne ocjene za povezanost prednjeg dijela vimena s trbušnom stijenkom su 8 i 9 (slika 5).



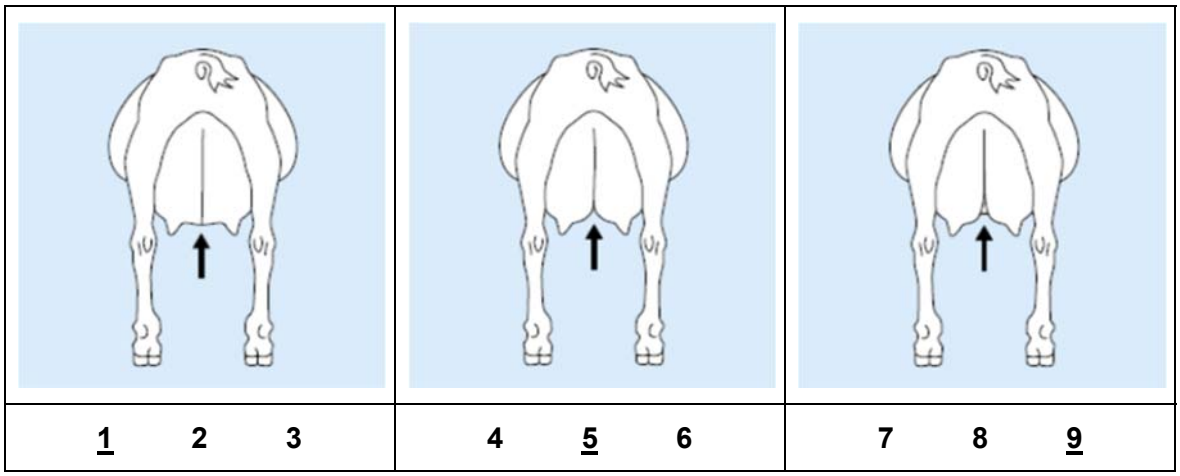
Slika 5. Linearna ocjena za povezanost prednjeg dijela vimena (izvor: HPA, 2018)

Ocjenjivanjem visine stražnjeg dijela vimena procjenjuje se potencijalni kapacitet vimena za proizvodnju mlijeka. Visina stražnjeg dijela vimena procjenjuje se ocjenama od 1 (jako nisko) do 9 (jako visoko), kao što je prikazano na slici 6. Optimalne ocjene za visinu stražnjeg dijela vimena su 6 i 7.



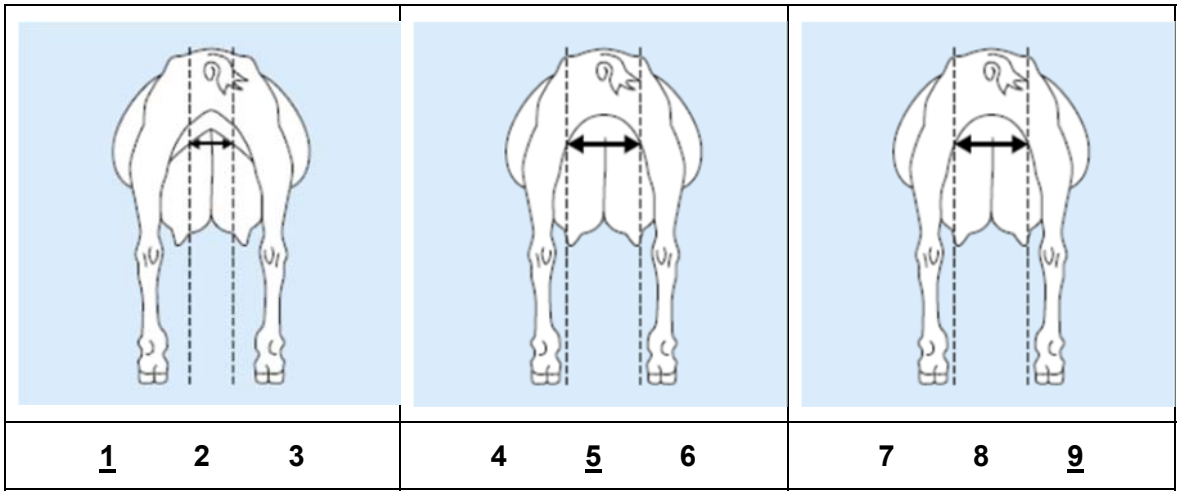
Slika 6. Linearna ocjena visine stražnjeg dijela vimena (izvor: HPA, 2018)

Ocjenjivanjem suspenzornog ligamenta koji je primarna podrška vimenu, kao što je prikazano na slici 7, utvrđuje se lakoća mužnje i smanjenje učestalosti nastanka ozljeda vimena. Optimalne ocjene za izraženost suspenzornog ligamenta su 8 i 9 (jako izražen, snažan).



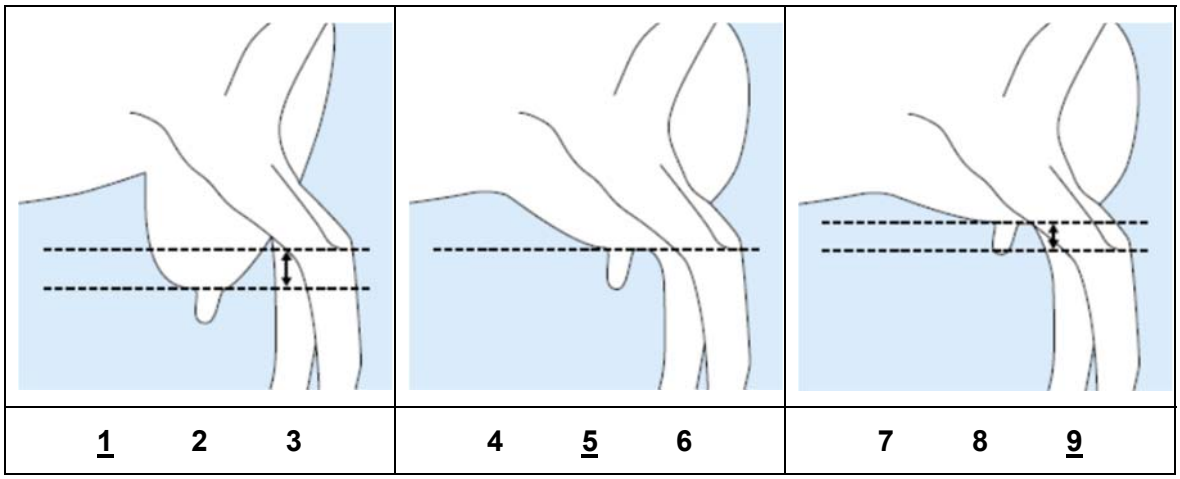
Slika 7. Linearna ocjena za suspenzorni ligament (izvor: HPA, 2018)

Kao što je prikazano na slici 8, ocjenjivanjem širine stražnjeg dijela vimena, u točki gdje je mliječno tkivo vezano uz tijelo, procjenjuje se potencijal koze za proizvodnju mlijeka. Optimalne ocjene za širinu stražnjeg dijela vimena su 8 i 9 (jako široko).



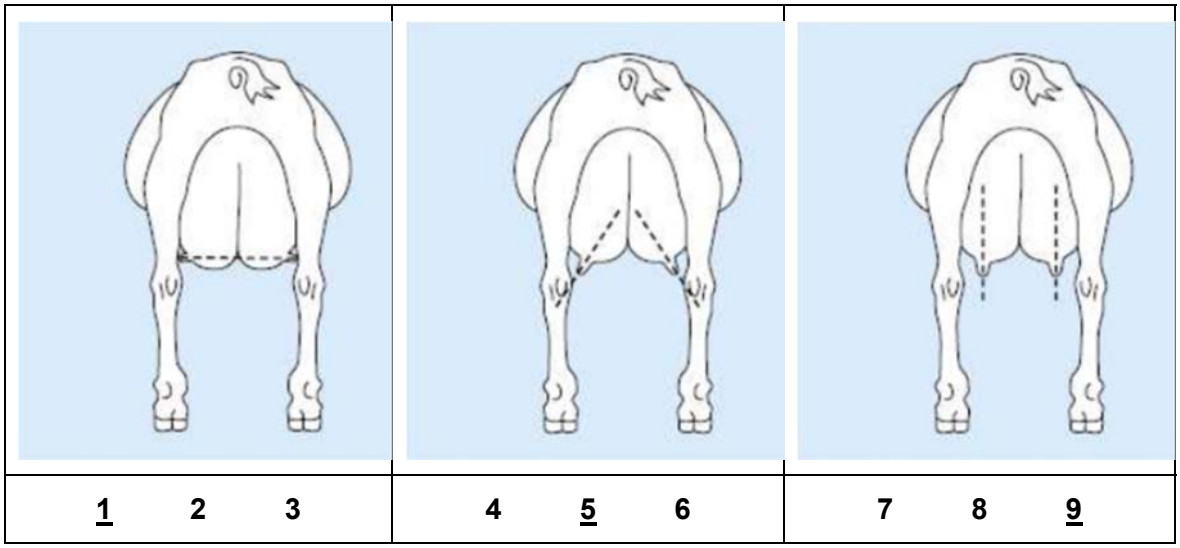
Slika 8. Linearna ocjena širine stražnjeg dijela vimena (Izvor: HPA, 2018)

Ocjenjivanjem dubine vimena procjenjuje se udaljenost vimena u odnosu na vodoravnu liniju koja prolazi kroz sredinu skočnog zgloba (slika 9). Procjena se provodi obzirom da je potrebna određena dubina vimena za kapacitet mlijeka, no izrazito duboka vimena podložna su ozljedama i infekcijama. Dubina vimena procjenjuje se ocjenama od 1 (jako nisko ispod skočnog zgloba) do 9 (jako visoko iznad skočnog zgloba), a optimalne su ocjene 7 i 8.



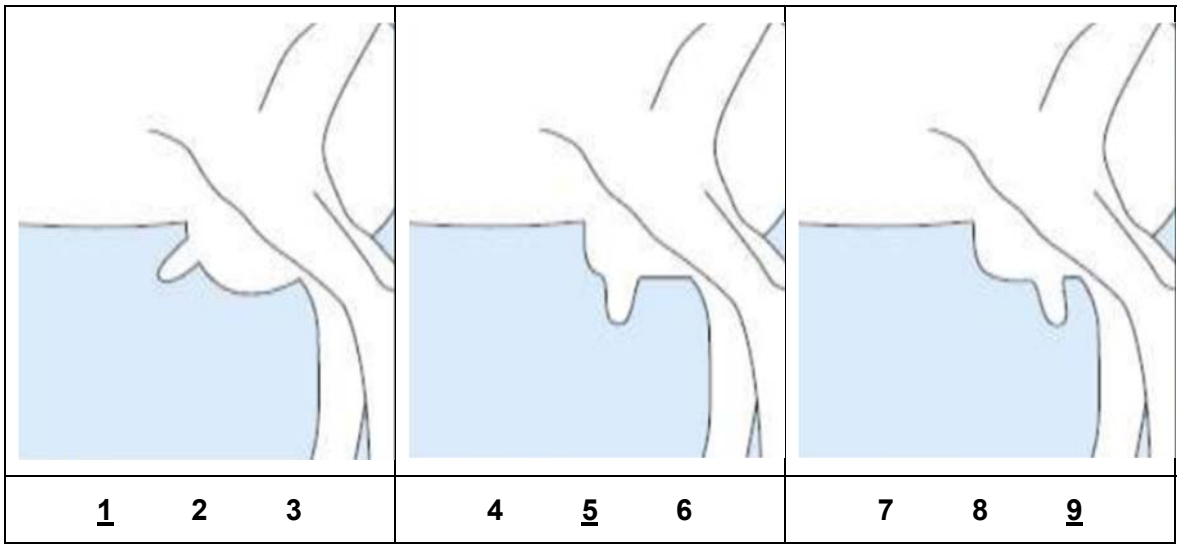
Slika 9. Linearna ocjena dubine vimena (Izvor: HPA, 2018)

Kao što je prikazano na slici 10, ocjenjivanjem smještaja sisa ocjenjuje se smjer sisa u odnosu na vime (gledano sa stražnje strane) rasponom ocjena od 1 (jako prema van) do 9 (ravno prema dolje), pri čemu je položaj sisa u korelaciji s lakoćom mužnje i sklonosti ozljedama sisa (HPA, 2018). Optimalne ocjene za smještaj sisa su 8 i 9.



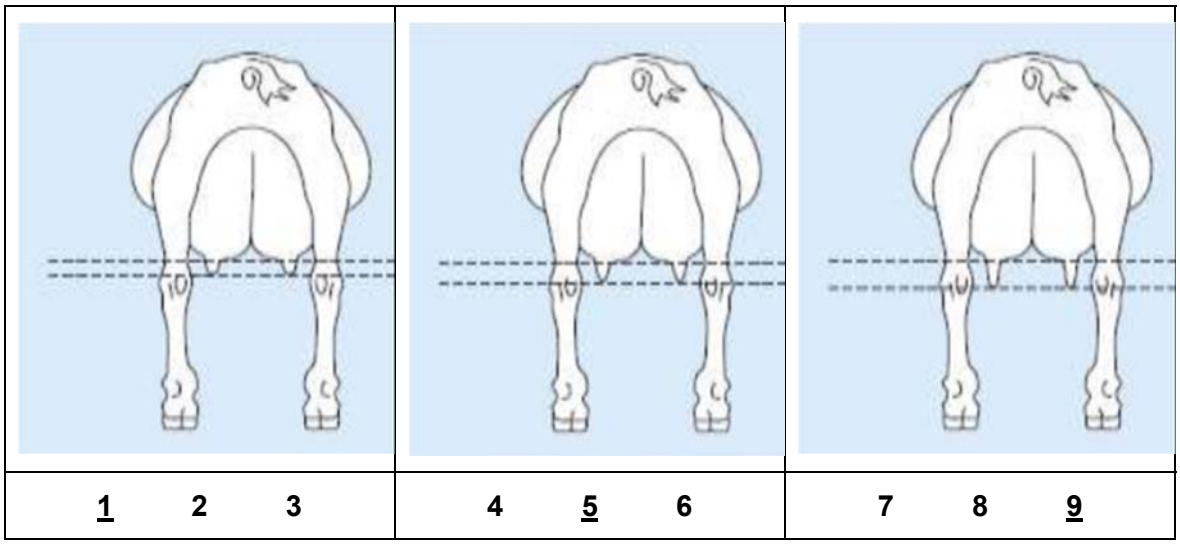
Slika 10. Linearna ocjena smještaja sisa – pogled odostraga (izvor: HPA, 2018)

Ocjenjivanjem smještaja sisa, pogled sa strane (slika 11), procjenjuje se smjer sisa u odnosu na vime ocjenama od 1 (jako sprijeda) do 9 (jako odostraga), pri čemu je optimalna ocjena 7 (prema nazad).



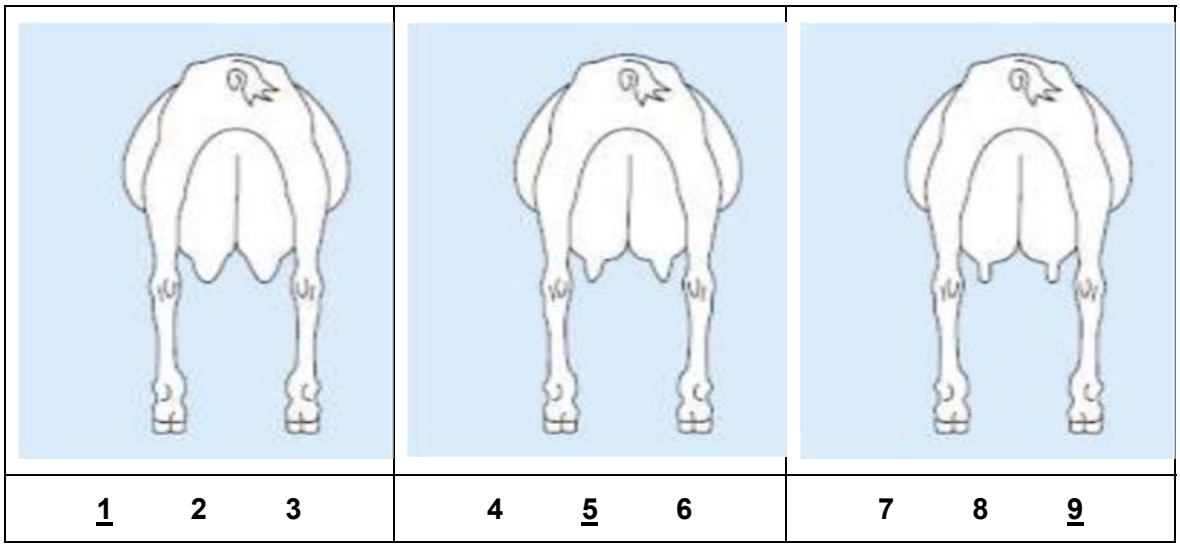
Slika 11. Linearna ocjena smještaja sisa – pogled sa strane (izvor: HPA, 2018)

Ocjenjivanjem duljine sisa procjenjuje se njihova duljina od dna vimena do vrha sise (slika 12), a ona upućuje na lakoću mužnje i podložnost (predisponiranost) ozljedama. Sise po duljini moraju biti prilagođene strojnoj mužnji. Duljina sisa procjenjuje se ocjenama od 1 (jako kratke) do 9 (jako duge), pri čemu je optimalna ocjena 7 (duge).



Slika 12. Linearna ocjena duljine sisa (izvor: HPA, 2018)

Oblik sisa također se procjenjuje ocjenama od 1 (jako široke, trokutaste) do 9 (jako uske, oblik prsta), a može varirati od trokutastoga do oblika prsta (slika 13), pri čemu su poželjne prosječne sise (ocjena 5).



Slika 13. Linearna ocjena oblika sisa (izvor: HPA, 2018)

2.2.3. Pokazatelji zdravlja vimena (mliječne žlijezde) koza

Proizvodnja higijenski kvalitetnog mlijeka kao jedan od temeljnih preduvjeta uspješne proizvodnje uvjetovana je zdravstvenim stanjem mliječne žlijezde. Poznato je, naime, da je upala mliječne žlijezde (mastitis) najučestalija i često „najskuplja“ bolest u muznih stada koza te za posljedicu ima smanjenu proizvodnju mlijeka, uzrokuje dodatni financijski trošak prouzročen liječenjem životinja i nekorištenjem mlijeka (bilo u prehrani ljudi ili preradi, ili pak othrani mladunčadi), a u konačnici može, ovisno o uzročniku, trajanju i stupnju infekcije, uzrokovati izlučenje životinja (Kostelić, 2008) što, naravno, povećava stopu remonta stada (Menzies, 2021). Upale vimena poglavito su važne s gospodarskog, higijenskog (sigurnost mliječnih proizvoda) i zakonskog stajališta (direktive EU 92/46 i 94/71 definiraju bakteriološku kakvoću mlijeka (Council Directive 92/46/EEC, 1992; Council Directive 94/71/EC, 1994)).

Iako neizravni, broj somatskih stanica u mlijeku jest važan pokazatelj zdravlja vimena i higijenske kvalitete proizvedenog mlijeka koza (i ovaca) (Mulc i sur., 2007). Naime, BSS u mlijeku može upućivati na promjenu zdravstvenog stanja vimena pa se njihov broj utvrđuje pri kontrolama zdravstvenog stanja mliječne žlijezde radi sprečavanja pojave mastitisa i poboljšanja kvalitete mlijeka (Muggli, 1993; Kostelić, 2008). Pojam „somatske stanice“ počinje se koristiti tijekom 1960.-ih godina kako bi ih se razvrstalo i moguće ih je podijeliti na epitelne stanice i krvne stanice (makrofagi, polimorfonuklearni leukociti i limfociti) te citoplazmatske čestice (Havranek i sur., 2014). Jimenez-Granado i sur. (2014) navode kako polimorfonukleociti (leukociti) čine dominantnu skupinu stanica u neinficiranom vimenu koze (45–75%), a Antunac i sur. (1997a) tvrde da makrofazi čine 16% od ukupnog broja

stanica zdravog vimena. Polimorfonuklearni leukociti čine od 2 do 40% stanične populacije mlijeka, limfociti od 6 do 20%, dok su eozinofili i epitelne stanice zastupljeni u manjem broju.

Kvalitetni mliječni proizvodi, koji zadovoljavaju zahtjeve tržišta, mogu se proizvesti isključivo od mlijeka zadovoljavajuće kakvoće koje ima dobre preradbene osobine te daje proizvod koji zadovoljava parametre higijene, nutritivna i senzorska svojstva (Ribeiro i Ribeiro, 2010).

Broj somatskih stanica u neinficiranom kozjem mlijeku veći je u odnosu na mlijeko neinficiranih (zdravih) krava (Antunac i sur., 1997a). Na osnovi broja somatskih stanica u krava je moguće utvrditi upalu vimena, dok u tumačenju rezultata u koza treba biti oprezniji jer kozje mlijeko sadrži veliki broj citoplazmatskih čestica (Olechnowicz i Jaśkowski, 2004). Visoki broj somatskih stanica u kozjem mlijeku ne mora biti pokazatelj infekcije ili poremećaja mliječne žlijezde i može biti fiziološke, a ne patološke prirode (Zeng i Escobar, 1995).

Za utvrđivanje broja somatskih stanica u kozjem mlijeku mogu se koristiti samo metode specifične za stanice s DNK i one koje razlikuju stanice nukleotida od citoplazmatskih čestica. Naime, za koze (i ovce) je karakterističan apokrini tip sekrecije mlijeka i zbog toga se u kozjem mlijeku nalazi veliki broj citoplazmatskih čestica koje se ne ubrajaju u stanice jer nemaju jezgru i DNK, a proizvod su prirodnog procesa sekrecije mlijeka i nemaju patološki značaj (Mulc i sur., 2007). Kozačinski i sur. (2001) navode kako mlijeko zdravih koza prosječno sadrži od 360.000 do 5.400.000 somatskih stanica u 1 mililitru mlijeka.

Antunac i sur. (1997a) navode kako pasmina, stadij i redoslijed laktacije, stado te sezona jarenja utječu na broj somatskih stanica u kozjem mlijeku. Park i Humphrey (1986) su u mlijeku alpina koza utvrdili od 48 tisuća do 6,2 milijuna somatskih stanica/mL, a u mlijeku nubijskih koza od 78 tisuća do 2,8 milijuna somatskih stanica/mL. Mulc i sur. (2007) navode značajne razlike u BSS i kemijskom sastavu mlijeka različitih pasmina koza (alpina, sanska i srnasta koza), pri čemu su najmanje somatskih stanica utvrdili u mlijeku alpina koza, a najviše u srnastih koza, uz značajnu povezanost BSS sa kemijskim sastavom kozjeg mlijeka. Slično su utvrdili Podhorecká i sur. (2021) istraživanjem mlijeka lokalne bijele pasmine koza u Češkoj.

Broj somatskih stanica u mlijeku tijekom laktacije se povećava, pri čemu je najviše somatskih stanica u mlijeku proizvedenom krajem laktacije, s time da se prema kraju laktacije povećava broj leukocita, dok se broj limfocita i makrofaga smanjuje (Wilson i sur., 1995). Povećanjem redoslijeda laktacije povećava se broj somatskih stanica u kozjem mlijeku pri čemu redoslijed laktacije utječe ne samo na ukupan broj somatskih stanica, već i na zastupljenost različitih tipova stanica (Dulin i sur., 1983). Sukladno tome, Rota i sur.

(1993) zaključuju kako se povećanjem redoslijeda laktacije mijenja i udio neutrofila, limfocita te makrofaga u mlijeku.

BSS u mlijeku dobivenom od koza zdravog vimena najveći je krajem laktacije (u jesen), što je više vezano uz sezonalnost proizvodnje kozjeg mlijeka nego uz utjecaj sezone, odnosno godišnjeg doba obzirom da su koze sezonski poliestrične životinje (Loewenstein i sur., 1980; Pettersen, 1981; Poutrell i Lerondelle, 1983; Dulin i sur., 1983; Droke i sur., 1993).

Hinckley (1991) je utvrdio najmanje somatskih stanica u mlijeku koza ojarenih u travnju, a najviše u mlijeku koza ojarenih tijekom rujna i listopada, dok su Zeng i Escobar (1995) utvrdili umjereno visoku korelaciju (r = 0,5) između mjeseca jarenja i brojnosti somatskih stanica.

Uz navedene čimbenike, na broj somatskih stanica utječu i određene bolesti kao npr. *artritis encefalitis (Caprine artritis encephalitis,* CAE*)* budući da je u svezi s infiltracijom leukocita u mliječne alveole i uništavanjem sekrecijskih epitelnih stanica (Braca i sur., 1988). Nadalje, Haenlein i Krauss (1974) navode kako pojava estrusa u koza izaziva porast broja somatskih stanica u mlijeku.

Ukupan broj somatskih stanica u kozjem mlijeku iz pojedinog stada može biti pokazatelj infekcije vimena jer su sve životinje u istom stadu u istim uvjetima smještaja, uzgoja, mužnje i higijene. Antunac i sur. (1997b) navode kako je broj somatskih stanica u skupnim uzorcima mlijeka u stadima mliječnih koza vrlo rijetko manji od milijun po jednom mililitru. Iako granične vrijednosti broja somatskih stanica prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (Narodne novine, 27/17) u kozjem i ovčjem mlijeku nisu definirane, preporuka je da te vrijednosti ne bi smjele biti veće od milijun po mililitru mlijeka, naročito ako se mlijeko koristi za daljnju preradu. Direktiva EU 92/46 sadrži Uputu o uvođenju granične vrijednosti broja somatskih stanica za higijenski besprijekorno mlijeko (Kozačinski i sur., 2001), dok prema američkom propisu (PMO, 1989) kozje mlijeko ne bi smjelo sadržavati više od $1x10^6$ somatskih stanica po mililitru. Haenlein i Hinckley (1995) tvrde kako kozje mlijeko koje sadrži više od milijun somatskih stanica po mililitru, a ne sadrži patogene mikroorganizme, nije mastitično te se takve koze ne treba liječiti antibioticima. Antunac i sur. (1997b) navode kako se veliki broj somatskih stanica u mlijeku odražava na smanjenje količine i promjene kemijskog sastava, fizikalnih i tehnoloških osobina mlijeka.

Kako navode Havranek i Rupić (2003), najčešći uzročnici upale vimena su različite vrste mikroorganizama, od kojih su najčešće bakterije. Općenito se smatra da su najčešći uzročnici subkliničkog mastitisa (kao najćešće vrste mastitisa u mliječnih koza (i ovaca)) koagulaza-negativni stafilokoki (Mishra i sur., 2018). Antunac i sur. (1997a) navode kako infekcija mliječne žlijezde koza s *S. aureus*, *S. agalactiae* i koliformnim bakterija povećava

broj somatskih stanica i do gotovo pet milijuna u jednom mililitru mlijeka, dok su Pettersen (1981) i Poutrell i Lerondelie (1983) utvrdili da upala mliječne žlijezde uzrokovana koagulaza-negativnim, kao i koagulaza-pozitivnim stafilokokima rezultira povećanim brojem somatskih stanica od $1,3x10^6$/mL kozjeg mlijeka.

2.3. Proizvodnja i kemijski sastav kozjeg mlijeka

Proizvodnja kozjeg mlijeka u svijetu iz godine u godinu se kontinuirano povećava pa je tako u razdoblju od 1997. do 2017. godine zabilježeno povećanje proizvodnje za 65% (FAOSTAT, 2020). Države s najvećom proizvodnjom kozjeg mlijeka u Europi su Francuska, Grčka i Španjolska (FAOSTAT, 2020), a većina kozjeg mlijeka u istima tradicijski se prerađuje u sir ili tipične mliječne proizvode lokalne ili regionalne važnosti (Dolenčić Špehar i Mioč, 2013). Tijekom 2019. godine u Republici Hrvatskoj proizvedeno je 2.633,761 kg kozjeg mlijeka, a ukoliko isto usporedimo s prethodnom godinom vidljivo je smanjenje za 6,2% (HAPIH, 2020). Proizvodnja kozjeg mlijeka u Republici Hrvatskoj temelji se na visokomliječnim uvoznim pasminama visokog genetskog potencijala, ponajviše francuskoj alpini, zatim sanskoj te njemačkoj šarenoj plemenitoj kozi – srnastoj kozi (Prpić i sur., 2015). Izvorne hrvatske pasmine koza (hrvatska šarena koza, hrvatska bijela koza, istarska koza) uzgajaju se prvenstveno zbog proizvodnje mesa, ponajviše jaretine te tradicijskih proizvoda od mesa, poput primjerice kozje kaštradine (Mioč i Pavić, 2002).

Kozje mlijeko proizvedeno od zdravih i pravilno hranjenih koza je, kako navode Mioč i Pavić (2002), tekućina bijele boje, slatkastog okusa i karakterističnog mirisa. Specifični miris i okus posljedica je pucanja masnih globula uslijed nepravilne manipulacije tijekom i nakon mužnje. Globule mliječne masti kozjeg mlijeka su sitne (<4,5 μm) i sadrže hlapljive masne kiseline od kojih potječe karakterističan miris i okus kozjeg mlijeka (Dolenčić Špehar i Mioč, 2013). Kozje mlijeko razlikuje se od kravljeg po boljoj probavljivosti, alkalnosti te određenim terapijskim vrijednostima u medicini i prehrani ljudi (Haenlein i Caccese, 1992; Prosser, 2021). Kozje je mlijeko po kemijskom sastavu slično kravljem, ali sadrži više neproteinskog dušika, a manji udio koagulirajućih bjelančevina te su mu, u usporedbi s kravljim, fizikalne osobine i kemijski sastav znatno varijabilniji. U usporedbi s ovčjim, kozje mlijeko sadrži manje suhe tvari, mliječne masti, bjelančevina i pepela (Ricordeau, 1993, cit. Mioč i Pavić, 2002). Tablica 4 daje usporedni prikaz kemijskog sastava mlijeka različitih vrsta životinja.

Mliječnu mast uglavnom čine triacilgliceroli (od 96 do 99%), a ostatak fosfolipidi, mono i diacilgliceroli, slobodne masne kiseline i steroli (Mioč i Pavić, 2002). Najvažnije bjelančevine u kozjem mlijeku su kazeini – alfa, beta i kapa kazein te alfa laktalbumin i beta

laktoglobulin. Kozje mlijeko sadrži manje laktoze od kravljeg mlijeka, a laktoza je važan izvor energije za aktivnost mikroorganizama mlijeka koji fermentiraju laktozu u mliječnu kiselinu (Mioč i Pavić, 2002). Osim navedenog, kozje mlijeko je bogat izvor minerala (kalcij, fosfor, natrij, kalij) potrebnih ljudskom organizmu, kao i vitamina topljivih u vodi i mastima.

Tablica 4. Usporedni prikaz kemijskog sastava mlijeka različitih vrsta životinja (izvor: Mioč i Pavić, 2002)

Kemijski sastojak (%)	Mlijeko		
	Kozje	Kravlje	Ovčje
Voda	88,7	87,4	80,99
Suha tvar	11,3	12,6	19,01
Bezmasna suha tvar	8,0	8,5	11,19
Mliječna mast	3,3	3,9	7,71
Bjelančevine	2,9	3,3	5,92
Laktoza	4,4	4,7	4,55
Pepeo	0,7	0,8	0,80

Suvremena proizvodnja kozjeg mlijeka u svijetu, pa tako i u Hrvatskoj temelji se na visoko mliječnim pasminama. Za pasmine selekcionirane za visoku mliječnost karakteristično je da su jako učinkoviti proizvođači mlijeka (po kg konzumirane suhe tvari obroka, odnosno po kg tjelesne mase životinje), a u usporedbi s manje mliječnim genotipovima koza, visoko selekcionirane pasmine proizvode mlijeko siromašnijeg prosječnog kemijskog sastava (Montaldo i sur., 1981; 1995; 2010). Tako Feldhofer i sur. (1994) navode da pasmine selekcionirane za visoku mliječnost proizvode mlijeko s nižim prosječnim sadržajem suhe tvari općenito u odnosu na lokalne (izvorne) pasmine koza (najčešće skromne mliječnosti), budući da postoji genetski uvjetovana korelacija između količine namuženog mlijeka i njegovog kemijskog sastava. Također, važno je napomenuti da iste pasmine koza u različitim proizvodnim uvjetima proizvode različite količine mlijeka i mliječne masti (Shelton, 1978, cit. Mioč i Pavić, 1991), što je razvidno iz podataka prikazanih u tablici 5.

Tablica 5. Prosječna laktacijska proizvodnja mlijeka, sadržaj (%) i količina (kg) proizvedene mliječne masti u mlijeku pojedinih pasmina koza uzgajanih u različitim zemljama (Izvor: Shelton, 1978, cit. Mioč i Pavić, 1991)

Pasmina	n	Engleska[a]		SAD[b]		Venezuela[c]	Indija[d]	Indija[e]	Indija[f]
		mlijeko (kg)	mast (%)	mlijeko (kg)	mast (%)	Mlijeko (kg)			
Sanska	3430	1188	4,0	979	3,6	294,2	-	-	-
Alpina	2194	1136	4,2	970	3,5	232,2	310,6	184,0	-
Togenburška	2613	1087	4,5	921	3,3	283,4	-	-	-
Nubijska	2009	839	5,6	817	4,5	154,7	289,5	-	-
Damascus	-	-	-	-	-	-	-	-	520,0
Beetal	-	-	-	-	-	-	-	124,0	-
La Mancha	1482	-	-	835	3,9	-	-	-	-

[a]Knowles i Watkins (1938); [b]Dickinson i King (1977); [c]Garcia i sur. (1972); [d]Gill i Dev (1972); [e]Bhatnagar i sur. (1971); [f]Louca i sur. (1975)

Na proizvodnju kozjeg mlijeka utječu i brojni negenetski čimbenici: hranidba koza, redoslijed laktacije (dob životinje), stadij laktacije, broj ojarene jaradi u leglu, sezona jarenja, uvjeti smještaja i držanja koza i dr. U suvremenoj znanstvenoj literaturi (McLaren i sur., 2016; Teissier i sur., 2019; Luigi-Sierra i sur, 2020) sve se češće ističe važnost tzv. funkcionalnih odlika, osobito u visokomliječnih genotipova koza (primjerice, morfologija vimena, zatim lakoća jarenja, otpornost na mastitis, otpornost prema bolestima nogu i papaka, otpornost na invaziju parazita, majčinske odlike, učinkovitost u iskorištavanju hrane i dr.), koje neizravno unaprjeđuju prihod snižavajući troškove kozarske proizvodnje (i to ne samo u proizvodnji kozjeg mlijeka) (Barillet, 2007).

Hranidba koza je najvažniji negenetski čimbenik proizvodnje mlijeka koji neposredno utječe na količinu i kvalitetu proizvedenog mlijeka. Hranidba, kako u razdoblju laktacije, tako i u fazi suhostaja, osim na količinu utječe i na kvalitetu, odnosno na kemijski sastav proizvedenoga mlijeka. Visoku proizvodnju mlijeka nije moguće ostvariti ukoliko je hranidba životinja nedostatna i bez odgovarajuće hranidbe nije moguće u potpunosti iskoristiti genetski potencijal životinje, osobito ukoliko je riječ o visokomliječnim genotipovima koza. Ukoliko se koze visokog genetskog potencijala ne hrane kvalitativno i kvantitativno dostatno, one će proizvoditi do iscrpljenja svojih tjelesnih pričuva, zatim će uslijediti smanjenje proizvodnje, a nakon toga će doći do narušavanja njihova zdravlja (Mioč i Pavić,

1991). Pritom autori navode kako je količina bjelančevina u mlijeku relativno stabilna, dok je mliječna mast, najvarijabilniji sastojak kozjeg mlijeka, najviše pod utjecajem količine, strukture i sastava dnevnog obroka, a osobito obroka tijekom laktacije (Mioč i Pavić, 1991). Međutim, Landau i sur. (1993) su utvrdili znatno manje varijacije kemijskog sastava mlijeka uslijed promjene količine i sastava obroka u usporedbi sa promjenama količine proizvedenog kozjeg mlijeka.

Značajan utjecaj na količinu proizvedenoga mlijeka ima dob životinje, odnosno redoslijed laktacije. Cunningham i Addington su još davne 1936. godine utvrdili da veću proizvodnju mlijeka imaju koze koje se prvi puta jare u dobi od 12 mjeseci u odnosu na one koje se prvi puta jare u dobi od 24 mjeseca. Antunac (1990) potvrđuje da je najmanja prosječna proizvodnja mlijeka ostvarena u koza u prvoj laktaciji, a zatim se postupno povećava da bi dosegla maksimum između treće i pete laktacije. Prema podatcima HPA (2018), najmanja prosječna proizvodnja mlijeka uzgojno valjanih alpina koza u Hrvatskoj je u prvoj laktaciji, nakon koje se proizvodnja postupno povećava do četvrte laktacije, a nakon toga počinje stagnirati i smanjivati se (tablica 6). Provodeći ispitivanje tijekom triju uzastopnih laktacija u alpina koza, Antolić i sur. (2016) su utvrdili kako životinje ostvaruju najveću prosječnu dnevnu proizvodnju u petoj laktaciji, dok su najmanju proizvodnju ostvarile prvojarke. Isti autori navode kako su koze u petoj laktaciji ostvarile najveću prosječnu dnevnu proizvodnju mlijeka, koja je bila za 30% veća u odnosu na prvojarke. Nadalje, Antolić i sur. (2016) su utvrdili kako je redoslijed laktacije, osim na proizvodnju mlijeka, značajno utjecao na kemijski sastav i BSS u mlijeku alpina koza. Gledano na prosječni sadržaj suhe tvari, utvrđeno je da je mlijeko koza u prvoj laktaciji bilo najboljeg prosječnog kemijskog sastava, što je razumljivo s obzirom na to da su koze u prvoj laktaciji imale najmanju prosječnu dnevnu proizvodnju mlijeka, a poznata je činjenica da je količina proizvedenoga kozjeg mlijeka obrnuto proporcionalna sa sadržajem osnovnih kemijskih sastojaka u mlijeku, osim količine laktoze. Pavliček i sur. (2006) su utvrdili da su koze alpina pasmine u prvoj laktaciji proizvele značajno manje mlijeka (288,26 kg) od koza u drugoj (381,58 kg), odnosno trećoj (382,96 kg) laktaciji. Povećanje proizvodnje mlijeka u koza s redoslijedom laktacije utvrdili su također Margetin i Milerski (2000), dok su Finley i sur. (1984) u istraživanjima koja su obuhvatila tri pasmine koza (alpska, sanska, togenburška) utvrdili najveću proizvodnju mlijeka u koza u dobi između 24 i 50 mjeseci. Žan Lotrič i sur. (2017) navode kako koze u četvrtoj laktaciji proizvedu najviše mlijeka (554,84 kg), a do sličnih rezultata došli su Carnicella i sur. (2008), Zeng i sur. (2008) i Mourad i sur. (2001), koji su utvrdili kako su koze u trećoj i četvrtoj laktaciji ostvarile najvišu proizvodnju, nakon čega se ona postupno smanjivala. Goetsh i sur. (2011) navode kako se proizvodnja kozjeg mlijeka povećava do treće, odnosno četvrte laktacije te se nakon toga postupno smanjuje.

Antunac i Samaržija (2000) navode kako je redoslijed laktacije ili dob životinje povezana s povećanjem biološke mase životinje, odnosno njezinim kapacitetom za proizvodnju.

Tablica 6. Proizvodnja mlijeka uzgojno valjane populacije alpina i sanskih koza u Hrvatskoj obzirom na redoslijed laktacije (izvor: HPA, 2018)

Pasmina koza	Redni broj laktacije	Količina mlijeka, kg	Duljina laktacije, dani
Alpina	1.	657,99	250
	2.	830,52	272
	3.	896,10	271
	4.	943,84	278
	5. i više	857,09	273
Sanska	1.	779,25	259
	2.	764,81	252
	3.	893,28	254
	4.	822,59	244
	5. i više	828,38	263

Na dnevnu proizvodnju mlijeka, kao i njegov kemijski sastav utječe i stadij laktacije. Antolić i sur. (2016) navode kako odmicanjem laktacije dolazi do smanjenja sekrecije te da je prosječna dnevna proizvodnja mlijeka početkom laktacije veća nego krajem laktacije. Nadalje, autori navode kako je mlijeko proizvedeno u kasnom stadiju laktacije najbogatijeg prosječnog kemijskog sastava te da je odmicanjem laktacije utvrđeno smanjenje prosječnog sadržaja laktoze u mlijeku. Anifantakis i Kandarakis (1980) navode da se količina proizvedenog mlijeka smanjuje prema kraju laktacije, dok je kretanje sadržaja mliječne masti i bjelančevina u pravilu obrnuto proporcionalno tijeku laktacijske krivulje. Mioč (1989) ističe da je prosječna dnevna količina mlijeka alpina i sanske koze najveća krajem prvog mjeseca laktacije (2,22 L i 2,0 L), a najmanja krajem laktacije (0,65 L i 0,45 L). Također, isti autor je utvrdio da je početkom laktacije mlijeko alpina koza prosječno sadržavalo 4,12% mliječne masti, sredinom laktacije 3,34%, a na kraju laktacije 4,91%.

Roko-Rubio i sur. (2016) su utvrdili da muzne koze sanske, alpina i anglo-nubijske pasmine sa dvoje ojarene jaradi u leglu u prosjeku proizvode za oko 30% više mlijeka u laktaciji nego koze s jednim jaretom. Usporedivo s navedenim, Žan Lotrič i sur. (2017) navode da koze koje su ojarile tri jareta proizvode u prosjeku 548 kg mlijeka, koze s leglom od dvoje jaradi 517 kg mlijeka, a koze koje su ojarile jedno jare proizvode prosječno 496,5 kg mlijeka u laktaciji. Ipak, Olechnowicz i Sobek (2008) navode da veličina legla ne utječe

značajno na dnevnu proizvodnju mlijeka te da više utječe na kemijski sastav mlijeka (na sadržaj bjelančevina i laktoze), kao i na broj somatskih stanica u kozjem mlijeku.

Osim broja ojarene jaradi u leglu, i sezona jarenja može imati utjecaja na količinu proizvedenoga mlijeka (Crepaldi i sur., 1999). Autori su, naime, utvrdili veću proizvodnju mlijeka u koza ojarenih tijekom zimskog razdoblja (siječanj-veljača), nego u koza ojarenih tijekom proljeća (ožujak-travanj) i ljeta (svibanj-srpanj).

Temperatura zraka jedan je od čimbenika koji utječe na proizvodnju mlijeka, jer pri izrazito niskim temperaturama dolazi do smanjenja proizvodnje mlijeka. Mioč i Pavić (1991) navode kako mliječna žlijezda pri niskim temperaturama resorbira manje glukoze, pa se sekrecija laktoze, kao i proizvodnja mlijeka smanjuje u odnosu na vrijednosti utvrđene pri optimalnim temperaturama zraka (od 16 do 22 ºC). Nadalje, Xiaoyan i sur. (2020) istraživali su utjecaj visoke temperature i vlažnosti zraka na proizvodnju mlijeka te utvrdili kako visoke temperature uzrokuju smanjenje proizvodnje mlijeka kod Guanzhong koza, dok vlažnost zraka nije imala utjecala na proizvodnju mlijeka. Također, isti autori navode kako je visoka temperatura uzrokovala smanjenje sadržaja bjelančevina, mliječne masti, suhe tvari i bezmasne suhe tvari u mlijeku. Peana i sur. (2007) su utvrdili da se, ukoliko je prosječna temperatura zraka iznad optimalnog prosjeka od 15 do 21 ºC, proizvodnja mlijeka kod Sarda koza smanjila do 15%. Sanske koze koje su bile izložene temperaturnom stresu okoliša (12 sati na 37 ºC i 12 sati na 30,5 ºC) smanjile su proizvodnju mlijeka od 3 do 13% (Sano i sur., 1985). Brown i sur. (1988) navode da su alpina koze izložene temperaturnom stresu okoliša od 34 ºC i vlažnosti zraka 25% imale smanjenu proizvodnju mlijeka, za razliku od koza nubijske pasmine na koje navedeni uvjeti nisu utjecali.

Tjelesna masa (obujam tijela, odnosno tjelesna razvijenost) također je važan čimbenik količine proizvedenoga mlijeka. Tjelesno razvijenije i superiornije životinje unutar iste pasmine i dobi proizvedu više mlijeka i mliječne masti od onih slabije razvijenosti. Utvrđena je pozitivna korelacija između tjelesne mase koza i njihove mliječnosti (Žujović i sur., 2011). Tilski i Keskin (2021) su, primjerice, utvrdili postojanje pozitivne povezanosti obujma prsiju Kilis pasmine koza uzgajane u Turskoj i količine proizvedenoga mlijeka, dok su Raphel i sur. (2017) utvrdili visoku pozitivnu korelaciju između tjelesne mase lokalne afričke pasmine koza i volumena njezinog vimena (r = 0,7). Ivanković i sur. (2011) pojašnjavaju da koze većeg tjelesnog okvira imaju razvijeniji probavni sustav koji može probaviti i iskoristiti veću količinu konzumirane (prvenstveno voluminozne) hrane i na taj način životinja može sintetizirati više mlijeka. Povezano s time, Alsheikh (2013) su utvrdili kako se kombinacijom nekoliko mjera tjelesne razvijenosti može relativno pouzdano (uz zadovoljavajuće visok koeficijent determinacije (R^2)) procijeniti mliječnost (količina dnevno proizvedenoga mlijeka) u lokalne afričke pasmine koza.

2.4. Povezanost morfologije vimena s proizvodnjom i kemijskim sastavom kozjeg mlijeka

Gall (1980, cit. Mioč i Pavić, 2002) navodi kako se proizvodnja mlijeka može procijeniti vizualnom procjenom vimena te da se volumen vimena povećava linearno s mliječnošću, iako je nekim istraživanjima (McNulty i sur., 1960, cit. Gall, 1980) utvrđeno da veliko vime ne znači nužno i visoku proizvodnju mlijeka. Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su utvrdili da je vime okruglog oblika najpoželjnije sa stanovišta proizvodnje mlijeka, kao i zdravlja mliječne žlijezde koza. Prema istim autorima, koze s okruglim vimenom ostvarile su najveću proizvodnju mlijeka, sa značajno manjim brojem somatskih stanica i manjom učestalošću pojave mastitisa negoli koze drugačijeg oblika vimena.

Od svih analiziranih morfoloških odlika (mjera) vimena, Montaldo i Martinez-Lozano (1993) i Keskin i sur. (2007) su zaključili da je opseg vimena u najvišoj pozitivnoj korelaciji s količinom proizvedenoga kozjeg mlijeka. Iako su Capote i sur. (2006) i McLaren i sur. (2016) utvrdili slabu povezanost većine istraživanih morfoloških odlika vimena i proizvodnje mlijeka, zaključuju da su vimena velikog volumena (Capote i sur., 2006), odnosno duboka i dobro vezana vimena (McLaren i sur., 2016) u značajnoj i pozitivnoj korelaciji s proizvedenom količinom kozjeg mlijeka. Cedden i sur. (2008) i Upadhyay i sur. (2014) navode postojanje umjerene do visoke pozitivne korelacije ($r = 0,6 - 0,8$) između opsega, dubine i širine vimena i ostvarene proizvodnje mlijeka, a slično su ranijim istraživanjima utvrdili Kumar i sur. (1983). Unatoč pozitivnoj korelaciji s prosječnom dnevnom proizvodnjom mlijeka, Cividini i sur. (2016) navode postojanje značajne negativne korelacije između nekih mjera veličine vimena (dubina i širina vimena) i trajanja laktacije alpina koza budući da je odmicanjem laktacije utvrđeno smanjenje dubine i širine vimena. Peris i sur. (1999) i Pawlina i sur. (2005) su utvrdili da se odmicanjem laktacije vime smanjuje, a povećava duljina i širina sisa, premda je navedeno povezano s redoslijedom laktacije.

Montaldo i Martinez-Lozano (1993), Keskin i sur. (2007) i Upadhyay i sur. (2014) su utvrdili pozitivnu korelaciju morfoloških odlika sisa i količine proizvedenoga mlijeka, pri čemu je opseg sisa u najvišoj korelaciji s proizvodnjom mlijeka. Keskin i sur. (2007) tvrde kako se proizvodnja mlijeka može povećati selekcijom koza na dubinu, širinu i opseg vimena te duljinu, opseg i kut sisa. Akpa i sur. (2003) navode postojanje slabe do umjerene pozitivne korelacije između mjera vimena i sisa koza te proizvodnje mlijeka ($r = 0,25 - 0,52$).

Osim što je kut sisa jedna od najvažnijih odlika koja određuje prikladnost vimena strojnoj mužnji, Peris i sur. (1999) i Eyduran i sur. (2013) u svojim istraživanjima navode da su kut sisa i proizvodnja mlijeka u koza pozitivno povezani, odnosno da najveću proizvodnju

mlijeka ostvaruju grla sa visoko postavljenim sisama (>50º). Peris i sur. (1999) i Pawlina i sur. (2005) su utvrdili da se odmicanjem laktacije vime smanjuje, a duljina i širina sisa povećava, premda je navedeno povezano s redoslijedom laktacije.

Osim s količinom proizvedenoga mlijeka, prema Cedden i sur. (2008), morfološke odlike kozjeg vimena su povezane i s kemijskim sastavom mlijeka, pri čemu je s povećanjem veličine vimena i sisa utvrđeno smanjenje % mliječne masti u mlijeku. Međutim, El-Gendy i sur. (2014) ističu da povezanost morfologije vimena s kemijskim sastavom kozjeg mlijeka ponajviše ovisi o pasmini.

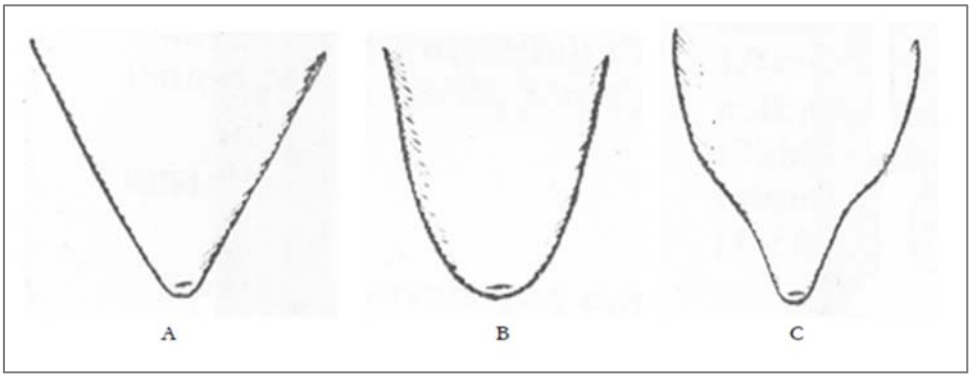
2.5. Povezanost morfologije i zdravlja vimena koza

U pogledu zdravlja vimena koza, prema rezultatima istraživanja Cedden i sur. (2008), poželjno je široko vime, budući da su istraživanjem utvrdili negativnu povezanost širine vimena, odnosno razmaka između vrhova sisa i broja somatskih stanica u mlijeku. Prema Novotna i sur. (2018), u mlijeku je koza dubljeg vimena utvrđeno više somatskih stanica, dok se s obzirom na utvrđeni BSS, optimalnim (u navednom istraživanju) pokazalo vime širine između 13 i 17 cm (Novotna i sur., 2018).

Iako su Santos i sur. (2015) utvrdili da većina istraživanih morfoloških odlika vimena sanskih koza ne utječe na broj somatskih stanica u mlijeku, navode da je opseg vimena u negativnoj korelaciji s brojem somatskih stanica te zaključuju da umjereno visoki heritabilitet opsega vimena upućuje na mogućnost uključivanja ovog svojstva u uzgojne programe sanskih koza. Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su istraživanjem triju različitih genotipova muznih koza utvrdili da mlijeko dobiveno iz vimena okruglog (globularnog) vimena ima nižu ocjenu California mastitis testa nego mlijeko iz vimena drugačijih oblika. U skladu s tim rezultatima, Rupp i sur. (2011) zaključuju da je u muznih koza poželjno visoko (ne obješeno) i za trbušni zid dobro vezano vime, budući da su utvrdili da se usporedno s povećanjem dubine vimena značajno povećava BSS u mlijeku prvojarki alpina i sanske pasmine. Također, navedeni autori navode da su kraće i uže sise bile povezane s manjim brojem somatskih stanica u sanskih koza. Santos i sur. (2015), međutim, nisu utvrdili značajnu povezanost niti jedne morfološke odlike sisa sanskih koza s BSS, kao niti s rezultatima California mastitis testa.

Osim veličine sisa, prema rezultatima nekih istraživanja, sa zdravljem vimena, odnosno mliječne žlijezde koza također je povezan oblik sisa, pri čemu se u literaturi najčešće navodi postojanje ljevkastog, odnosno cilindričnog oblika sisa (Rupp i sur., 2011; Pajor i sur., 2014), dok pojedini autori navode postojanje sisa tzv. oblika boce (slika 14). Istraživanjem različitih genotipova mliječnih koza Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su

utvrdili da mlijeko dobiveno od koza sa sisama u obliku boce ima znatno veće vrijednosti California mastitis testa nego mlijeko koza s ljevkastim, odnosno cilindričnim oblikom sisa. Slično su u srnaste pasmine koza utvrdili Schulz i sur. (1999), koji navode da su udaljenost sisa od poda, odnosno dubina vimena (uz oblik sisa), važne morfološke odlike vimena povezane sa zdravljem mliječne žlijezde. Prema istom istraživanju, koze visećeg vimena i sisa u obliku boce koje su bile bliže podu imale su veći BSS (> jednog milijuna po mL), veći broj polimorfonuklearnih leukocita (>40%), veću električnu provodljivost mlijeka (>6,8 mS/cm) i niži sadržaj laktoze (<4,6%). Budući da je sličan utjecaj imalo i loše stanje papaka, autori predlažu da se istraživane odlike vimena uključe u program zdravstvene zaštite stada. Pritom Schulz i sur. (1999) zaključuju da se učestalost pojave navedenih oblika sisa u koza povećava s odmicanjem laktacije i povećanjem redoslijeda laktacije.



Slika 14. Oblici sisa u koza: ljevkasti (A), cilindrični (B); u obliku boce (C) (izvor: James i sur., 2009)

Pajor i sur. (2014) su utvrdili da alpina koze ljevkastog oblika sisa imaju veću vjerojatnost nastanka mastitisa u odnosu na koze sa sisama cilindričnog oblika. U koza ljevkastog oblika sisa bilo je utvrđeno više somatskih stanica (po mL) te veća prevalencija tzv. *minor* i *major* patogena - uzročnika mastitisa. Premda Rupp i sur. (2011) u alpina koza nisu utvrdili (značajnu) povezanost oblika sisa s BSS, ističu da su sanske koze cilindričnog oblika sisa proizvele mlijeko sa osjetno manje somatskih stanica nego koze sa sisama ljevkastog oblika. Na osnovi utvrđenih genetskih korelacija Manfredi i sur. (2001), Rupp i sur. (2011) te McLaren i sur. (2016) zaključuju da se daljnja selekcija za povećanje proizvodnje mlijeka visokomliječnih genotipova koza ne mora nužno i negativno odraziti na zdravlje njihova vimena ukoliko se u uzgojne programe uključe i odgovarajuće morfološke odlike vimena.

2.6. Zdravlje mliječne žlijezde i proizvodnja kozjeg mlijeka

Sukladno Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (Narodne novine, 27/17) „sirovo mlijeko jest prirodni sekret mliječne žlijezde, dobiveno redovnom i neprekidnom mužnjom jedne ili više zdravih muznih životinja, pravilno hranjenih i držanih, kojem nije ništa dodano niti oduzeto i nije zagrijavano na temperaturu višu od 40 ºC“. Iz prethodne definicije je razvidno kako je jedan od temeljnih zahtjeva kakvoće mlijeka da isto potječe od zdravih muznih životinja. Prema navedenom može se zaključiti kako je zdravlje preduvjet pravilne proizvodnje mlijeka te kako će sve devijacije zdravstvenog stanja životinje ili mliječne žlijezde biti čimbenik koji remeti proizvodnju u željenom opsegu, količini, kemijskom sastavu te u konačnici i kvaliteti proizvedenoga mlijeka. Leitner i sur. (2004) navode da je prosječni udio koza s infekcijom mliječne žlijezde, odnosno infekcijom polovice vimena u pojedinim zemljama od 35 do 70% te da je proizvodnja mlijeka značajno viša u zdravoj polovici vimena (0,98 kg/mužnji) u odnosu na inficiranu polovicu (0,69 kg/mužnji; tablica 7). Nadalje, autori navode da je sadržaj laktoze u inficiranoj polovici značajno manji u odnosu na zdravu polovicu, dok se sadržaj mliječne masti nije razlikovao u inficiranoj i zdravoj polovici. Sadržaj proteina bio je veći u inficiranoj u odnosu na zdravu polovicu mliječne žlijezde. Leitner i sur. (2004) također navode kako se sadržaj kazeina nije razlikovao u mlijeku iz inficirane, odnosno iz neinficirane mliječne žlijezde, dok je sadržaj proteina sirutke i albumina bio znatno viši u mlijeku dobivenom iz inficirane polovice vimena.

Tablica 7. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka obzirom na status infekcije mliječne žlijezde koza (izvor: Leitner i sur., 2004)

Pokazatelji	**Status**	
	Neinficirano	**Inficirano**
Količina mlijeka, kg/mužnji	0,98	0,69
Mliječna mast, g/L	38,9	38,8
Bjelančevine, g/L	34,2	35,0
Laktoza, g/L	47,0	41,7
Bjelančevine sirutke, g/L	6,1	6,8
Kazein, mg/mL	28,1	28,2
Albumin, µg/mL	279,9	471,8

Utjecaj infekcije mliječne žlijezde na količinu proizvedenog mlijeka razlikuje se s obzirom na vrstu patogena uzročnika infekcije (Koop i sur., 2010). Autori navode kako su infekcije mliječne žlijezde uzrokovane tzv. *major* patogenima povezane sa smanjenjem mliječnosti koza (za 0,13 kg/mužnji). Koop i sur. (2010) također ističu da je, ukoliko se status same infekcije prvih mjeseci laktacije koristi kao pokazatelj mliječnosti, u ostatku laktacije procjena smanjenja proizvodnje mlijeka veća (0,29 kg/mužnji), što upućuje kako *major* patogeni imaju dugoročni učinak na proizvodnju mlijeka u koza, iako su imale relativno mali utjecaj na smanjenje mliječnosti. Infekcije mliječne žlijezde koza uzrokovane koagulaza-negativnim stafilokokima nisu bile značajno povezane s promjenama mliječnosti, dok su infekcije uzrokovane C. *bovis* bile značajno povezane s promjenom, odnosno smanjenjem mliječnosti (Koop i sur., 2010).

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Odabir koza za istraživanje

Istraživanjem je ukupno bilo obuhvaćeno 139 strojno muženih alpina koza. Sva grla odabrana za istraživanje potječu iz istog stada, inače obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva smještenog u Međimurskoj županiji. U navedenom stadu, slobodnom od artritis encefalitisa, za istraživanje su odabrana grla simetrično razvijenog vimena, bez uočenih kliničkih znakova mastitisa (Smith i Sherman, 2009).

Na svim istraživanim kozama primjenjivana je ista tehnologija uzgoja, odnosno proizvodnje (hranidba, način držanja, sezona pripusta/jarenja, trajanje razdoblja sisanja jaradi, način mužnje i dr.). Iz Matične evidencije Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu (HAPIH) prikupljeni su za istraživanje potrebni podaci o svakom istraživanom grlu (dob i redoslijed laktacije, datum jarenja, broj ojarene jaradi po pojedinom grlu, dužina laktacije i dr.). Sezona jarenja u istraživanom stadu koza bila je od početka siječnja do kraja veljače.



Slika 15. Staja s muznim alpina kozama

Koze su tijekom cijele godine držane u staji (zatvorenoj s tri strane) u kojoj se nalazi sedam odvojenih skupnih boksova za koze te tri boksa za jarčeve (slika 15). Kozama su tijekom cijele godine bile osigurane dovoljne količine voluminoznih i krepkih krmiva. Obrok svih istraživanih koza se tijekom razdoblja mužnje sastojao od sijena djetelinsko-travne smjese, pokošene zelene biljne mase i/ili sjenaže uz konzumaciju gotove krmne smjese za koze u laktaciji.

Potrebno je istaknuti da su tijekom istraživane laktacije u odabranom stadu alpina koza primjenjivani svi uzgojno-tehnološki i proizvodni postupci koji se i inače (uobičajeno) primjenjuju na odabranom obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu. Pod navedenim se podrazumijeva: učestalost provedbe mužnje, vrijeme provođenja jutarnje/večernje mužnje (razmak između dviju uzastopnih mužnji), način mužnje i priprema koza za mužnju, način hranidbe i sastav obroka koza, uvjete smještaja i način držanja koza, trajanje mliječne othrane (sisanja) mladunčadi, početak razdoblja mužnje, način i vrijeme provedbe zasušenja koza, i dr.

3.2. Kontrola mliječnosti koza i prikupljanje uzoraka mlijeka

Tijekom razdoblja mužnje (koje je u odabranom stadu započelo u ožujku a završilo u studenom) na svim kozama redovito je provođena kontrola mliječnosti primjenom AT_4 metode (ICAR, 2016). Prva kontrola je, sukladno preporukama ICAR-a, provedena najranije 5, a najkasnije 30 dana po odbiću jareta (jaradi). Kontrola mliječnosti je obuhvaćala mjerenje količine namuženog mlijeka (graduiranom menzurom), kao i prikupljanje pojedinačnih uzoraka mlijeka radi utvrđivanja osnovnog kemijskog sastava mlijeka alpina koza.

Ukupna ostvarena proizvodnja mlijeka po svakom pojedinom istraživanom grlu tijekom laktacije utvrđena je izračunavanjem na temelju podataka o dnevnoj količini mlijeka (AT_4 metoda, ICAR (2016), prema formuli:

$$\mathbf{KMl = I0 \times KM1 + I1 \times (KM1+KM2)/2 + I2 \times (KM2+KM3)/2 + In\text{-}1 \times (KMn\text{-}1+KMn)/2 + InKMn}$$

pri čemu,

KM1, KM2, …. KMn – označava količinu pomuzenog mlijeka u mililitrima (mL) u 24 sata na dan kontrole;

I1, I2, … In – označava intervale (u danima) između dvije prateće kontrole mliječnosti;

In – interval (u danima), između zadnje kontrole i završetka mužnje (zasušenje).

Prilikom pripreme dobivenih podataka za statističku obradu, dnevno utvrđena količina mlijeka u jednoj mužnji pomnožena je s koeficijentom 2 te je na taj način utvrđena dnevna količina proizvedenoga mlijeka.

Od svake su koze, pri prvoj, četvrtoj i sedmoj kontroli mliječnosti, uzeta po dva uzorka mlijeka (po jedan iz lijeve, odnosno iz desne polovice vimena) za određivanje broja somatskih stanica (BSS) te po dva uzorka (također, po jedan iz lijeve, odnosno iz desne polovice vimena, prikupljeni na sterilan način, u sterilne epruvete) u svrhu mikrobiološke pretrage mlijeka. Prikupljanje navedenih uzoraka (tri puta tijekom laktacije, odnosno po jednom u ranoj, srednjoj i kasnoj fazi laktacije) provedeno je sukladno provedbi istraživanja Prpić (2011), kao i plan utvrđivanja morfologije vimena koza (po jednom u ranoj, srednjoj i kasnoj fazi laktacije - objašnjeno u sljedećem potpoglavlju 3.3.). Razmak između pojedinih kontrola zdravstvenog stanja vimena/ mjerenja morfologije vimena je određen na temelju podataka HAPIH-a o trajanju laktacije koza na odabranom poljoprivrednom gospodarstvu tijekom godine koja je prethodila ovom istraživanju.

Svi uzorci mlijeka su tijekom istog dana dostavljeni u laboratorij, uz čuvanje na propisanoj temperaturi u prijenosnom hladnjaku.

3.3. Utvrđivanje morfologije vimena

Utvrđivanje morfoloških odlika vimena svih za istraživanje odabranih koza sastojalo se od prosudbe vimena i sisa koza prema obliku početkom istraživanja (pri prvoj kontroli mliječnosti), i to primjenom subjektivne metode klasifikacije sukladno Montaldo i Martinez-Lozano (1993).

Mjerenje morfoloških odlika vimena provođeno je na dane provedbe prve, četvrte i sedme kontrole mliječnosti, unutar jednog sata prije početka večernje mužnje. Izmjere vimena i sisa provedene su po uputama Papachristoforou i Mavrogenis (1981) , pri čemu je u svih koza obuhvaćenih istraživanjem izmjeren:

- opseg vimena;
- širina vimena;
- dubina vimena;
- duljina i širina sise;
- kut sise;
- udaljenost između vrhova sisa.

3.4. Utvrđivanje tjelesne razvijenosti koza

U cilju utvrđivanja povezanosti pojedinih pokazatelja tjelesne razvijenosti alpina koza s mliječnošću i morfologijom njihova vimena, početkom muznog razdoblja, na svim za istraživanje odabranim kozama korištenjem Lydtinovog štapa provedeno je mjerenje dubine i širine prsa, dok je obujam prsiju izmjeren pomoću mjerne vrpce. Tjelesna masa koza utvrđena je pojedinačnim vaganjem na elektronskoj vazi preciznosti ± 100 grama.

Navedeni pokazatelji tjelesne razvijenosti koza utvrđeni su na sljedeći način:

- širina prsa mjerena je iza lopatice, upotrebljavajući oba kraka mjerila koje je pri tome bilo postavljeno vodoravno;
- dubina prsa mjerena je iza lopatice (uzima se od grebena do donjeg ruba prsne kosti) koristeći oba kraka Lydtinova štapa, a pri tome je mjerilo okomito postavljeno na hrptu;
- opseg prsa mjeren je pomoću mjerne vrpce odmah iza lopatice.

U tablici 8 prikazane su vrijednosti utvrđenih pokazatelja tjelesne razvijenosti istraživanih alpina koza. Najvarijabilniji pokazatelj tjelesne razvijenosti bila je tjelesna masa, za koju je koeficijent varijabilnosti (CV) iznosio 12,86%.

Tablica 8. Mjere tjelesne razvijenosti i tjelesna masa istraživanih alpina koza

Pokazatelj	$\bar{x}$	SD	Min	Max	CV (%)
Dubina prsa (cm)	31,32	1,83	27,0	36,0	5,84
Širina prsa (cm)	20,15	1,73	16,0	29,0	8,59
Obujam prsiju (cm)	89,71	5,59	62,0	104,0	6,23
Tjelesna masa (kg)	55,29	7,11	29,35	89,65	12,86

$\bar{x}$ − aritmetička srednja vrijednost; SD – standardna devijacija; min – najmanja vrijednost; Max – najveća utvrđena vrijednost; CV – koeficijent varijabilnosti.

3.5. Laboratorijske analize mlijeka

Analize kemijskog sastava prikupljenih uzoraka kozjeg mlijeka provedene su u Središnjem laboratoriju za kontrolu kvalitete mlijeka u Križevcima (HAPIH), dok je utvrđivanje broja somatskih stanica u mlijeku provedeno u Referentnom laboratoriju za

mlijeko i mliječne proizvode na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu. Sadržaj suhe tvari, mliječne masti, bjelančevina i laktoze u pojedinačnim uzorcima mlijeka je utvrđen infracrvenom spektrometrijskom metodom (HRN ISO 9622:2001), dok je broj somatskih stanica u uzorcima mlijeka utvrđen fluoro-opto-elektronskom metodom (HRN EN ISO 13366-2:2007).

Mikrobiološke pretrage mlijeka (sekreta) iz svake istraživane mliječne žlijezde provedene su u Hrvatskom veterinarskom institutu u Zagrebu sukladno standardnim metodama.

3.6. Statistička obrada

Statistička obrada istraživanjem prikupljenih podataka provedena je statističkim programom SAS V 9.4 (SAS STAT, 2013) pri čemu su opisni statistički pokazatelji izračunati primjenom procedure MEANS.

Prikupljeni podaci analizirani su primjenom procedure MIXED, korištenjem modela s ponovljenim mjerenjima, koji uključuje:

$$\mathbf{Y_{ijklmn} = \mu + R_j + L_j + VL_k + TR_l + \delta m + e_{ijklmn},}$$ pri čemu je:

Y_{ijklmn} = ijklm-ta opažena vrijednost,

μ = ukupna srednja vrijednost,

R_i = utjecaj i-tog redoslijeda laktacije (i = 1 (prva), 2 (druga), 3 (treća), 4 (četvrta i više)),

L_j = utjecaj j-tog stadija laktacije (j = rani (prvih 100 dana laktacije), srednji (od 101. do 200. dana laktacije) i kasni stadij laktacije (nakon 200. dana laktacije)); u modelu koji je uključivao proizvodnju i kemijski sastav mlijeka izražen je također kao kategorička varijabla - mjesec laktacije (mjesec u kojem je provedena kontrola mliječnosti koza) s ukupno osam kategorija - mjeseci (od ožujka do listopada),

VL_k = utjecaj broja ojarene jaradi u leglu (k = 1 (jedno), 2 (dvoje i više)),

TR_l = utjecaj tjelesne razvijenosti koza (dubina prsa, širina prsa, obujam prsiju i tjelesna masa) izražen kao kontinuirana varijabla,

δ_m= slučajan utjecaj između istraživanih jedinki m,

e_{ijklmn} = slučajna greška između ponovljenih opažanja na istoj jedinki.

S obzirom na redoslijed laktacije (sukladno podacima HAPIH-a), istraživanjem je obuhvaćeno 29 prvojarki, 31 koza bila je u drugoj laktaciji, 37 koza u trećoj laktaciji, dok su u četvrtoj ili kasnijim laktacijama bile ukupno 42 koze. Četrdeset i dvije koze obuhvaćene istraživanjem ojarile su tijekom istraživanja jedno jare, dok je 97 alpina koza imalo dvoje (i više) jaradi u leglu.

U svrhu utvrđivanja međupovezanosti: morfologija vimena – proizvodnja i kemijski sastav mlijeka - zdravlje vimena korištene su procedure CORR i REG statističkog programa SAS STAT, dok su kao fiksni utjecaji u model (primjena procedure GLM istog programa) uključeni:

- determinirani oblici vimena (dvije kategorije, slike 16 i 17) istraživanih alpina koza;
- determinirani oblici sisa (tri kategorije, slike 18, 19 i 20) istraživanih alpina koza;
- utvrđeno zdravstveno stanje vimena tijekom laktacije alpina koza (dvije kategorije; zdravo : bolesno vime); u kategoriju „zdravo vime“ uključene one koze u kojih tijekom laktacije nije dijagnosticirana upala mliječne žlijezde (jedne ili obiju mliječnih žlijezda); ostale koze (vimena) su uključene u kategoriju „bolesno vime“;
- utjecaj zdravstvenog stanja mliječne žlijezde koza (dvije kategorije; zdrava : inficirana mliječna žlijezda); „zdrava mliječna žlijezda“ u koje prilikom pojedine kontrole zdravstvenog stanja nije utvrđena infekcija – nije dijagnosticiran patogeni uzročnik mastitisa, a ostale mliječne žlijezde svrstane u kategoriju „bolesna mliječna žlijezda“ (navedeno pritom odgovara i bakteriološkom statusu uzorka mliječne žlijezde s kategorijama: bakteriološki pozitivan, odnosno negativan uzorak)
- utjecaj BSS u mlijeku (izražen kao kategorička varijabla; četiri kategorije s obzirom na utvrđeni BSS u prikupljenim uzorcima mlijeka iz pojedinih mliječnih žlijezdi, i to: razred 1 (do $500x10^3$/mL mlijeka), razred 2 (od $501x10^3$ do $1000x10^3$/mL); razred 3 (od $1001x10^3$ do $2000x10^3$/mL), razred 4 (više od $2000x10^3$/mL mlijeka);
- utjecaj laktacijske proizvodnje mlijeka (izražen kao kategorička varijabla) utvrđen na način da su dobiveni podaci o ostvarenoj laktacijskoj proizvodnji mlijeka (u kg) svih istraživanih grla poredani od najmanje do najveće vrijednosti te je navedeno svojstvo primjenom procedure FREQ statističkog programa SAS pretvoreno u granične vrijednosti (tercile) ostvarene proizvodnje mlijeka sa jednakom zastupljenošću koza u pojedinoj kategoriji (<690 kg mlijeka u laktaciji; od 690 kg do 1070 kg mlijeka; >1070 kg mlijeka u laktaciji).

- utjecaj trajanja intramamarne infekcije, odnosno upale mliječne žlijezde (utjecaj izražen kao kategorička varijabla) pri čemu su definirane dvije kategorije, i to: (*1*) u kojoj je prilikom jedne kontrole zdravstvenog stanja vimena utvrđena intramamarna infekcija (izolacijom patogenog mikroorganizma) te kategorija (*2*) u kojoj je prilikom barem dviju kontrola zdravlja vimena (mliječne žlijezde) utvrđena intramamarna infekcija (izolacijom patogenog mikroorganizma);
- utjecaj pojedine vrste izoliranog uzročnika intramamarne infekcije.

U slučaju kada je utvrđena značajna povezanost između analiziranih morfoloških odlika vimena i pokazatelja proizvodnje mlijeka, odnosno zdravlja vimena (mliječnih žlijezda) koza, izvršena je logistička regresijska analiza u cilju procjene proizvodnje, odnosno zdravstvenog stanja vimena.

Primjenom procedura FREQ i GENMOD koje uključuju chi^2 test statističkog programa SAS STAT provedena je obrada podataka koji uključuju učestalost infekcija mliječnih žlijezdi, odnosno vimena - koza u čijim je uzorcima mlijeka izoliran patogeni uzročnik mastitisa. Obzirom na utvrđenu povezanost između istraživanih svojstava alpina koza, učestalost koza s obzirom na bekteriološki status uzoraka mlijeka (koza za zdravim, odnosno bolesnim vimenom) je prikazana u odnosu na kategorizirane vrijednosti morfoloških odlika vimena.

Tijekom istraživanja je ukupno prikupljeno 998 pojedinačnih uzoraka kozjeg mlijeka u svrhu utvrđivanja njegovog osnovnog kemijskog sastava. Također, ukupno je prikupljeno 716 uzoraka mlijeka (iz polovica vimena – pojedinačnih mliječnih žlijezdi) radi utvrđivanja BSS, odnosno u svrhu mikrobiološke pretrage (izolacije uzročnika mastitisa). Po grlu je u prosjeku provedeno gotovo 2,8 mjerenja morfologije vimena i sisa.

Broj somatskih stanica u ovom je radu izražen kao logaritamska vrijednost (log_{10} BSS) te kao povratno transformiran geometrijski prosjek BSS, dok su utvrđeni rezultati, općenito, prikazani kao prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška (LSM±SE).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Oblici vimena i sisa alpina koza

Subjektivnom (vizualnom) procjenom vimena u istraživanom stadu alpina koza jasno je utvrđeno postojanje dvaju različitih oblika vimena (slike 16 i 17). U 72 alpina koze (51,8% istraživanih jedinki) utvrđeno je postojanje tzv. kruškolikog oblika vimena (slika 16), dok je u 67 koza (48,2%) vime bilo ovalnog (tzv. jajolikog) oblika (slika 17).



Slika 16. Vime tzv. kruškolikog oblika



Slika 17. Vime tzv. ovalnog oblika

U alpina koza subjektivnom (vizualnom) procjenom jasno su determinirana tri različita oblika sisa i to: ljevkasti (slika 18), cilindrični (slika 19) te sise čiji je vrh u obliku boce (slika 20).



Slika 18. Sisa ljevkastog oblika

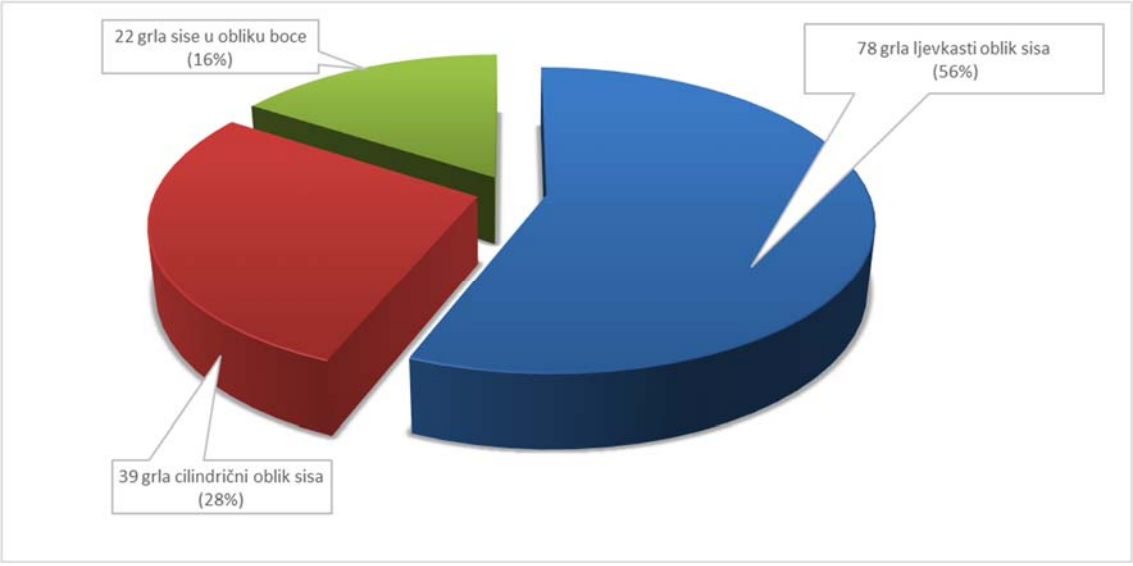


Slika 19. Sisa cilindričnog oblika



Slika 20. Sisa u obliku boce

Zastupljenost alpina koza s obzirom na utvrđeni oblik sise prikazan je na slici 21. U većine (56%) alpina koza utvrđen je ljevkast oblik sisa, sise cilindričnog oblika imalo je 28,1% koza, dok ih je 16% imalo sise oblika boce. S obzirom na redoslijed laktacije te veličinu legla, u koza nije utvrđena značajna razlika u zastupljenosti pojedinih oblika sisa, niti je utvrđena značajna povezanost utvrđenih oblika vimena i sisa s tjelesnim mjerama i tjelesnom masom istraživanih alpina koza.



Slika 21. Učestalost (%) pojedinih oblika sisa u alpina koza

4.2. Mjere morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza

U tablici 9 prikazane su vrijednosti utvrđenih morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza. Istraživanjem su utvrđene morfološke odlike vimena 139 alpina koza pri čemu su odlike sisa (kut sisa, udaljenost između vrhova sisa, dimenzije sisa (duljina i širina sisa)) utvrđene za lijevu i desnu polovicu vimena svake od koza. S obzirom da su vrijednosti navedenih mjera lijeve i desne polovice vimena bile slične (P>0,05), u radu je prikazana srednja (prosječna vrijednost kuta sisa, udaljenosti između vrhova sisa, duljine i širine sisa. Morfološke odlike sisa alpina koza bile su varijabilnije u odnosu na odlike vimena. Najvarijabilnija morfološka odlika bila je kut sisa za koju je koeficijent varijabilnosti (CV) iznosio 30,27%.

Tablica 9. Morfološke odlike vimena i sisa alpina koza (n=139)

Pokazatelj	x̄	**SD**	**Min**	**Max**	**CV (%)**
Opseg vimena (cm)	51,59	7,25	30,5	67,0	14,05
Dubina vimena (cm)	18,85	2,84	12,30	28,40	15,09
Širina vimena (cm)	13,67	2,67	7,30	22,10	19,56
Udaljenost između vrhova sisa (cm)	10,95	2,81	6,9	20,0	25,64
Kut sisa (°)	39,15	12,09	5,0	72,0	30,27
Duljina sisa (cm)	5,45	1,45	2,5	11,1	26,70
Širina sisa (cm)	3,27	0,91	1,88	6,12	27,91

x̄ − aritmetička srednja vrijednost; SD – standardna devijacija; CV – koeficijent varijabilnosti.

Usporedbom vimena kruškolikog i ovalnog oblika utvrđene su značajne razlike za: opseg vimena (P<0,001), kut sisa, duljinu i širinu sisa (P<0,05; tablica 10). Vimena kruškolikog oblika bila su veća i razvijenija nego vimena ovalnog oblika (s obzirom na utvrđene mjere opsega, dubine i širine vimena), dok su sise u koza ovalnog oblika vimena bile postavljene pod manjim kutom te većih prosječnih dimenzija nego je utvrđeno u vimena kruškolikog oblika.

Tablica 10. Morfološke odlike različitih oblika vimena alpina koza (LSM±SE)

Pokazatelj	Oblik vimena		Razina značajnosti
	Kruškolik	Ovalan	
Opseg vimena (cm)	53,27±0,47	49,87±0,51	**P<0,001**
Dubina vimena (cm)	18,91±0,21	18,80±0,22	P>0,05
Širina vimena (cm)	13,92±0,19	13,40±0,20	P>0,05
Udaljenost između vrhova sisa (cm)	11,16±0,22	10,76±0,22	P>0,05
Kut sisa (°)	42,10±0,44	38,01±0,45	**P<0,05**
Duljina sisa (cm)	5,20±0,10	5,73±0,11	**P<0,05**
Širina sisa (cm)	3,10±0,07	3,42±0,07	**P<0,05**

LSM±SE – prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška.

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti u istom redu tablice.

Morfološke odlike (mjere) različitih oblika sisa utvrđenih u alpina koza prikazane su u tablici 11. Sise različitog oblika (ljevkast, cilindričan oblik i sise u obliku boce) međusobno su se značajno razlikovale u duljini, širini, kutu i udaljenosti između vrhova sisa. Pri tome su sise u obliku boce bile većih dimenzija (duljina i širina sisa) te položene pod najmanjim kutom i najbliže postavljene jedna drugoj u usporedbi sa sisama ljevkastog i cilindričnog oblika.

Tablica 11. Morfološke odlike različitih oblika sisa alpina koza (LSM±SE)

Pokazatelj	Oblik sise			Razina značajnosti
	Ljevkast	Cilindričan	Oblik boce	
Duljina sisa (cm)	5,36±0,09^{a}	5,11±0,13^{a}	6,20±0,16^{b}	**P<0,001**
Širina sisa (cm)	3,20±0,06^{a}	2,99±0,09^{a}	3,90±0,10^{b}	**P<0,001**
Kut sisa (°)	39,61±0,43^{a}	39,48±0,61^{a}	38,92±0,75^{b}	**P<0,05**
Udaljenost između vrhova sisa (cm)	11,27±0,20^{a}	10,75±0,29^{b}	10,60±0,36^{b}	**P<0,05**

^{a,b} Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovom statistički značajno se razlikuju.

Međusobne korelacije većine analiziranih morfoloških odlika bile su značajne (P<0,001), što je razvidno iz podataka u tablici 12. Umjerene do visoke korelacije (od 0,44 do 0,71) su utvrđene između opsega, dubine i širine vimena. Također, u koza s većim i razvijenim vimenom (izraženo mjerama dubine, širine i opsega vimena), udaljenost vrhova sisa bila se povećavala, što je, naravno, bilo popraćeno i povećanjem kuta sisa. S porastom kuta, veličina sisa (izražena duljinom i širinom) bila je manja, dok su dimenzije sisa bile međusobno u visokoj pozitivnoj korelaciji.

Tablica 12. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza (n=139)

	Opseg vimena	Dubina vimena	Širina vimena	Udaljenost između vrhova sisa	Kut sisa	Duljina sisa	Širina sisa
Opseg vimena	-	**0,53*** **	**0,44*** **	**0,35*** **	**0,21*** **	0,05	**0,14***
Dubina vimena	**0,44*** **	-	**0,71*** **	**0,43*** **	0,05	**0,11***	**0,17****
Širina vimena	**0,53*** **	**0,71*** **	**-**	**0,51*** **	**0,14***	0,05	0,09
Udaljenost vrhova sisa	**0,35*** **	**0,51*** **	**0,43*** **	**-**	**0,58*** **	-0,07	-0,08
Kut sisa	**0,22*** **	**0,14***	0,05	**0,58*** **	-	**-0,22*** **	**-0,19*** **
Duljina sisa	0,05	0,05	0,10	-0,07	**-0,22****	-	**0,79*** **

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

4.3. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza

Iz prikazanog u tablici 13 je razvidno da su koze tijekom istraživanja dnevno proizvele prosječno 2,98 kg mlijeka, a istraživana laktacija je prosječno trajala 294,7 dana, tijekom kojih je ukupno proizvedeno 898,9 kg mlijeka po istraživanom grlu. Kemijski sastav analiziranog kozjeg mlijeka odgovara važećem „Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka“ (Narodne novine, 27/17), što podrazumjeva utvrđeni % mliječne masti, bjelančevina i bezmasne suhe tvari, obzirom da je navedenim Pravilnikom definiran njihov minimalni udio u kozjem mlijeku.

Između odlika mliječnosti prikazanih u tablici 13, najvarijabilnija je bila dnevna proizvodnja mlijeka (koeficijent varijabilnosti 52,94%), dok je između analiziranih sastojaka mlijeka najvarijabilniji bio sadržaj mliječne masti (koeficijent varijabilnosti: 22,24%).

Tablica 13. Proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i kemijski sastav mlijeka alpina koza (n=139)

Pokazatelj	$\bar{x}$	SD	Min	Max	CV (%)
Dnevna proizvodnja mlijeka (kg)	2,976	1,55	0,30	6,60	52,94
Laktacijska proizvodnja mlijeka (kg)	898,95	303,7	351,0	1580,1	33,78
Dužina laktacije (dana)	294,7	25,56	166	323	8,67
Suha tvar (%)	11,66	1,14	7,51	15,00	9,83
Bezmasna suha tvar (%)	8,40	0,54	4,90	10,45	6,47
Mliječna mast (%)	3,26	0,72	2,05	5,71	22,24
Bjelančevine (%)	3,21	0,49	2,48	6,45	15,18
Laktoza (%)	4,20	0,24	2,77	4,90	5,74

$\bar{x}$ − aritmetička srednja vrijednost; SD – standardna devijacija; CV – koeficijent varijabilnosti.

Proizvedena količina mlijeka (izražena kao dnevna, odnosno laktacijska) bila je u značajnoj negativnoj korelaciji sa kemijskim sastavom mlijeka, izuzev sadržaja laktoze (tablica 14), s time da su između dnevne količine proizvedenoga mlijeka i udjela pojedinih sastojaka mlijeka utvrđene izraženije negativne vrijednosti koeficijenata korelacije (od -0,19 do -0,39) nego što je to bilo u slučaju laktacijske proizvodnje mlijeka (od -0,11 do -0,13). Proizvodnja mlijeka bila je pozitivno povezana s dužinom laktacije i udjelom laktoze u

mlijeku. Između sadržaja (%) svih pojednih sastojaka mlijeka utvrđenih ovim istraživanjem (tablica 14) postojale su pozitivne (P<0,001) korelacije, s izuzetkom sadržaja laktoze i bjelančevina koji su bili u negativnom korelacijskom odnosu (P<0,001).

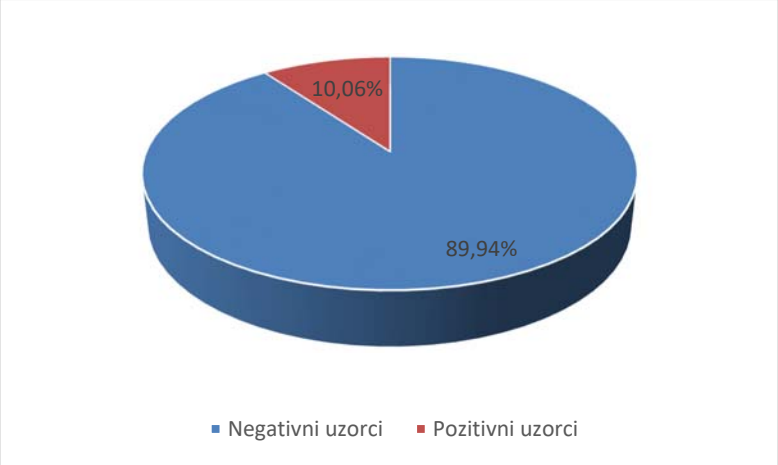
Tablica 14. Koeficijenti fenotipskih korelacija između proizvodnje i kemijskog sastava kozjeg mlijeka

	Mlijeka dnevno	Mlijeka u laktaciji	Dužina laktacije	Suha tvar	Sbm[1]	Mliječna mast	Bjelančevine
Mlijeka dnevno	-	-	-	-	-	-	-
Mlijeka u laktaciji	**0,42*** **	-	-	-	-	-	-
Dužina laktacije	**0,19***	**0,56*** **	-	-	-	-	-
Suha tvar	**-0,28*** **	**-0,13*** **	0,14	-	-	-	-
Sbm[1]	**-0,19****	**-0,12*** **	-0,01	**0,89*** **	-	-	-
Mliječna mast	**-0,31*** **	**-0,11****	-0,01	**0,92*** **	**0,52*** **	-	-
Bjelančevine	**-0,39*** **	**-0,13*** **	-0,06	**0,80*** **	**0,83*** **	**0,66*** **	-
Laktoza	**0,35*** **	0,02	**0,11****	**0,21*** **	**0,38*** **	0,04	**-0,13*** **

[1]Sbm = Bezmasna suha tvar; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

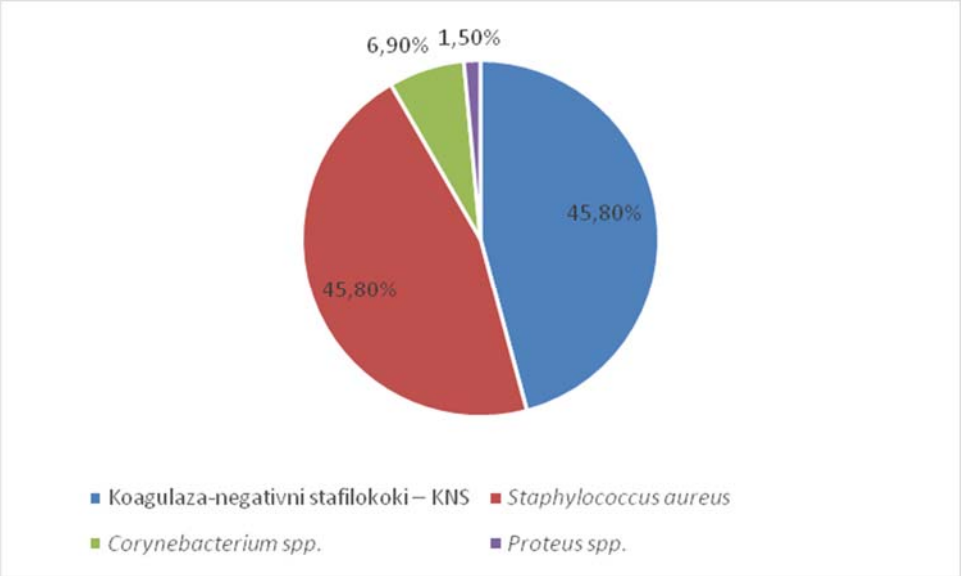
4.4. Zdravlje mliječne žlijezde alpina koza

Od ukupno tijekom laktacije prikupljenih i mikrobiološki pretraženih 716 uzoraka mlijeka iz mliječnih žlijezdi alpina koza, u 72 uzorka mikrobiološkom pretragom je izoliran patogeni mikroorganizam - uzročnik mastitisa, odnosno 10,06% pretraženih uzoraka mlijeka bilo je bakteriološki pozitivno (slika 22).



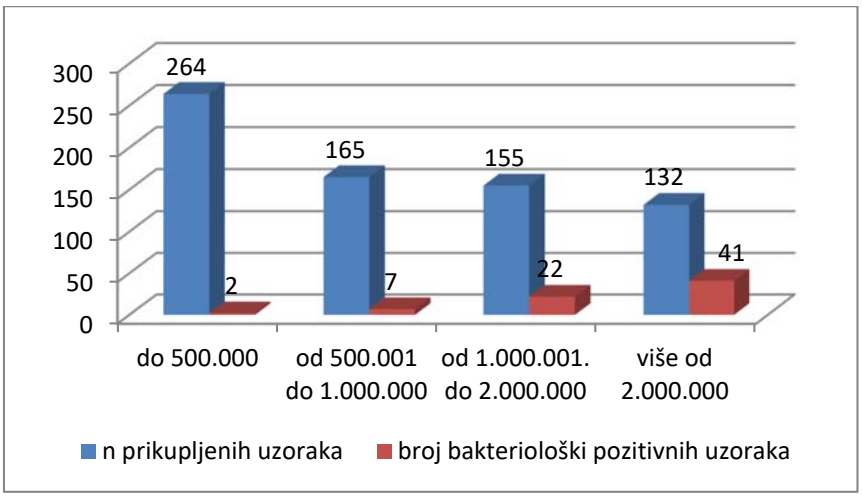
Slika 22. Udio bakteriološki negativnih i pozitivnih uzoraka mlijeka alpina koza (n=716 uzoraka)

Zastupljenost pojedinih bakterija izoliranih iz bakteriološki pretraženih uzoraka mlijeka prikazana je na slici 23. Najčešće izolirane bakterije u mikrobiološki pretraženim uzorcima mlijeka bile su koagulaza-negativni stafilokoki (KNS) i *Staphylococcus aureus* (koji su bili jednako zastupljeni), dok su znatno manje bili zastupljeni *Corynebacterium* spp. i *Proteus* spp. (zajedno činili manje od 10% bakteriološki pozitivnih uzoraka).



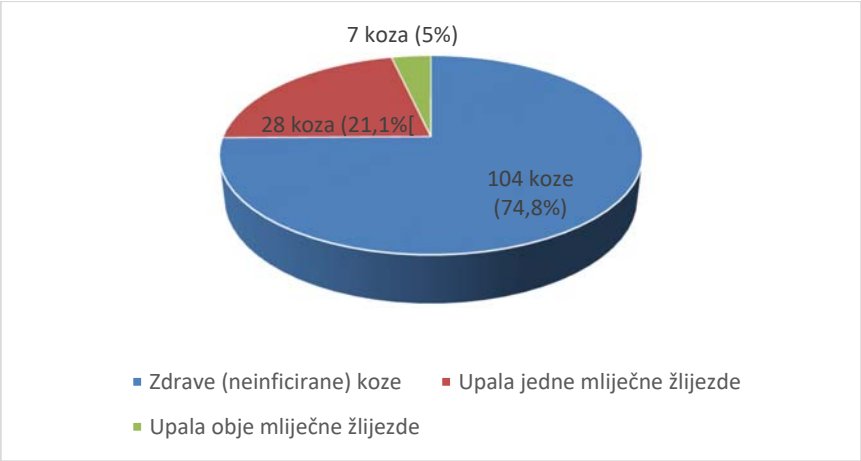
Slika 23. Zastupljenost (%) bakterija izoliranih iz mliječnih žlijezdi alpina koza

Od ukupno 716 prikupljenih uzoraka mlijeka iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi njih 36,8% (264 uzorka) imalo je manje od 500.000 somatskih stanica po mililitru, odnosno ukupno je 429 uzoraka (59,9% prikupljenih) sadržavalo manje od 1.000.000 somatskih stanica/mL (slika 24). Većina (44 uzorka) od ukupno 72 bakteriološki pozitivna uzorka, odnosno oko 60% bakteriološki pozitivnih uzoraka imalo je više od 2 milijuna somatskih stanica po jednom mL mlijeka, dok je u 22 (30%) bakteriološki pozitivna uzorka broj somatskih stanica bio između jednog i dva milijuna po mililitru mlijeka (slika 24). U svega dva bakteriološki pozitivna uzorka utvrđena ovim istraživanjem BSS je bio manji od $500x10^3$/mL mlijeka.



Slika 24. Distribucija bakteriološki pozitivnih uzoraka mlijeka (n=72 uzorka) ovisno o utvrđenom BSS

Tijekom istraživanjem obuhvaćene laktacije, upala vimena (intramamarna infekcija) dijagnosticirana je u 35 alpina koza, odnosno u 25,18% od ukupnog broja istraživanih grla, pri čemu je u većine (28 grla) bila riječ o infekciji jedne mliječne žlijezde, dok je u sedam jedinki tijekom razdoblja laktacije utvrđena upala lijeve i desne polovice vimena, što je uočljivo na slici 25. Dakle, u 104 alpina koze (74,82% svih istraživanih koza) nije utvrđena upala vimena (niti jedne mliječne žlijezde/polovice vimena). Trideset osam bakteriološki pozitivnih uzoraka potjecalo iz lijeve polovice vimena, dok su 34 bakteriološki pozitivna uzorka potjecala iz desne polovice vimena istraživanih koza.



Slika 25. Zastupljenost (%) istraživanih alpina koza ovisno o zdravstvenom stanju vimena

U tablici 15 prikazane su tijekom istraživanja izolirane vrste bakterija s pripadajućim brojem somatskih stanica utvrđenim u uzorcima mlijeka alpina koza. Izolirani uzročnik upale je utjecao ($P<0,001$) na BSS u mlijeku, pri čemu je najviše somatskih stanica (geometrijski prosjek) utvrđeno u uzorcima s izoliranim *Staphylococcus aureus* ($2550x10^3$/mL), odnosno *Corynebacterium* spp. ($2511x10^3$/mL), a najmanji u uzorcima s izoliranim *Proteus* spp. ($1381x10^3$/mL).

Tablica 15. Vrste bakterija izoliranih iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi alpina koza s pripadajućim BSS

Izolirana bakterija	**log_{10} BSS±SE**
Koagulaza-negativni stafilokoki (KNS)	6,22±0,06[a]
Staphylococcus aureus	6,41±0,06[b]
Corynebacterium spp.	6,40±0,16[b]
Proteus spp.	6,14±0,37[a]

Statistička značajnost odnosi se na vrijednosti u istom stupcu tablice ([a:b] P<0,001).

Geometrijski prosjek BSS svih analiziranih uzoraka bio je 663x10^3/mL mlijeka, dok je geometrijski prosjek BSS u mlijeku zdravih alpina koza (u kojih tijekom laktacije nije utvrđena upala vimena) iznosio 588x10^3/mL mlijeka (tablica 16) i bio je osjetno veći (P<0,001) nego u koza u kojih je utvrđena upala jedne (1019x10^3/mL mlijeka) ili obiju polovica vimena (1703x10^3/mL mlijeka). Infekcija mliječne žlijezde patogenim mikoorganizmom rezultirala je značajnim (P<0,001) povećanjem BSS (tablica 16) te je ime, geometrijski prosjek BSS u bakteriološki negativnim uzorcima kozjeg mlijeka iznosio 610x10^3/mL (log_{10} 5,79±0,02), dok je u bakteriološki pozitivnim uzorcima utvrđeno 2065x10^3 somatskih stanica u jednom mL mlijeka (log_{10} 6,32±0,06).

Tablica 16. Utjecaj zdravstvenog stanja vimena i bakteriološkog statusa uzoraka mlijeka na BSS

Zdravstveno stanje koze	**log_{10} BSS±SE**
Zdravo vime	5,77±0,02[a]
Inficirano vime	6,03±0,03[b]
Bakteriološki status uzorka	
Bakteriološki negativni uzoci	5,79±0,02[a]
Bakteriološki pozitivni uzorci	6,32±0,06[b]
Svi analizirani uzorci (n=716)	**5,82±0,01**

Statistička značajnost odnosi se na vrijednosti u istom stupcu tablice i unutar pojedine kategorije ([a:b] P<0,001).

4.5. Čimbenici varijabilnosti morfologije vimena, proizvodnje mlijeka i zdravlja mliječne žlijezde alpina koza

4.5.1. Redoslijed laktacije

Iz podataka u tablici 17 uočljivo je da su se utvrđene morfološke mjere vimena alpina koza različitog redoslijeda laktacije statistički značajno razlikovale, s izuzetkom kuta sisa. Starije koze (u četvrtoj ili kasnijim laktacijama) odlikovale su se najvećim vimenom (s obzirom na utvrđene prosječne mjere dubine, širine te opsega) čije su sise, odnosno vrhovi sisa bili, ujedno, najudaljeniji jedni od drugih. Također, koze četvrte i kasnijih laktacija imale su sise većih dimenzija (duljina i širina). Između svih utvrđenih mjera vimena i sisa i redoslijeda laktacije utvrđene su značajne fenotipske korelacije (tablica 17).

Tablica 17. Morfološke odlike vimena i sisa s obzirom na redoslijed laktacije alpina koza

Pokazatelj	Redoslijed laktacije (LSM±SE)				Razina značajnosti	Koeficijent korelacije (r)
	Prva	*Druga*	*Treća*	*Četvrta i više*		
Opseg vimena (cm)	45,90±0,73^{a}	51,12±0,71^{b}	52,91±0,65^{bc}	54,64±0,65^{c}	**P<0,001**	**0,24*** **
Dubina vimena (cm)	16,39±0,27^{a}	18,44±0,26^{b}	19,36±0,24^{b}	20,39±0,23^{c}	**P<0,001**	**0,41*** **
Širina vimena (cm)	11,72±0,26^{a}	13,04±0,25^{b}	14,13±0,23^{c}	14,98±0,22^{d}	**P<0,001**	**0,36*** **
Udaljenost vrhova sisa (cm)	10,12±0,33^{a}	11,27±0,30^{a}	10,67±0,29^{ab}	11,54±0,27^{b}	**P<0,01**	**0,10***
Kut sisa (°)	39,62±0,72	39,98±0,65	38,26±0,61	38,91±0,58	P>0,05	**-0,13***
Duljina sisa (cm)	4,84±0,16^{a}	5,74±0,15^{b}	5,52±0,14^{b}	5,57±0,13^{b}	**P<0,01**	**0,13****
Širina sisa (cm)	2,72±0,10^{a}	3,35±0,09^{b}	3,40±0,08^{b}	3,43±0,08^{b}	**P<0,001**	**0,20*** **

^{a,b,c,d} Različito označene vrijednosti unutar istog reda tablice se statistički značajno razlikuju.
*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

U tablici 18 prikazana je proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i osnovni kemijski sastav mlijeka alpina koza različitog redoslijeda laktacije. S porastom dobi koza (od prve do četvrte i kasnijih laktacija) utvrđeno je povećanje prosječne dnevne i ukupne laktacijske proizvodnje mlijeka (P<0,001). Također, redoslijed laktacije je imao značajan utjecaj (P<0,01) na dužinu laktacije. Koze u trećoj laktaciji su u prosjeku imale najdužu laktaciju, dok je laktacija najkraće trajala u prvojarki. Redoslijed laktacije je značajno utjecao na kemijski sastav kozjeg mlijeka (tablica 18). Mlijeko najbogatijeg prosječnog kemijskog sastava (obzirom na udio suhe tvari, bezmasne suhe tvari, mliječne masti i laktoze) proizvele su prvojarke, dok je mlijeko alpina starijih koza (u četvrtoj i kasnijim laktacijama) sadržavalo najmanje suhe tvari.

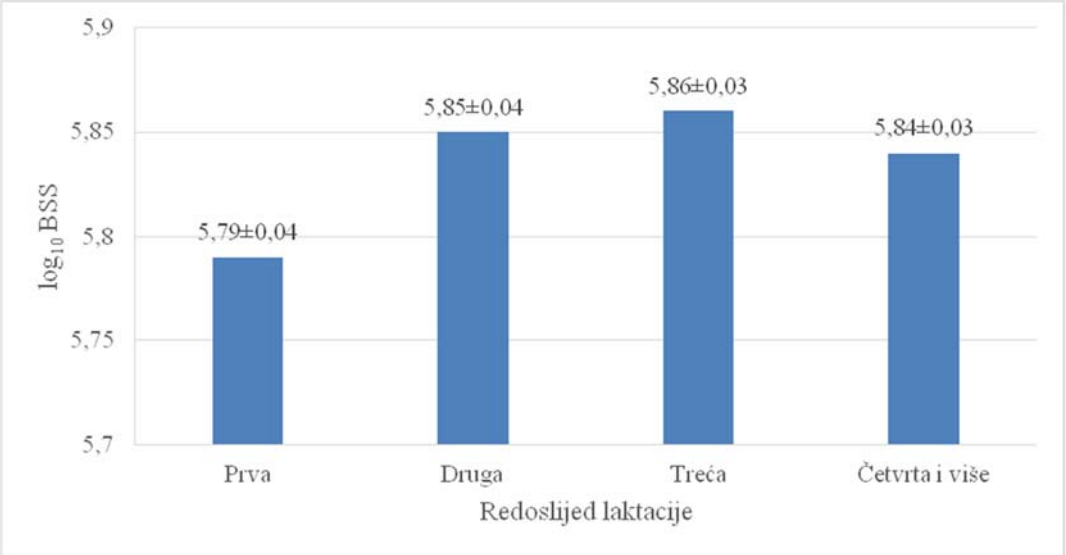
Tablica 18. Proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i kemijski sastav mlijeka s obzirom na redoslijed laktacije alpina koza

Pokazatelj	Redoslijed laktacije (LSM±SE)				Razina značajnosti	Koeficijent korelacije (r)
	Prva	***Druga***	***Treća***	***Četvrta i više***		
Dnevna proizvodnja mlijeka (kg)	2,183±0,11^{a}	2,910±0,10^{b}	3,190±0,09^{bc}	3,305±0,09^{c}	**P<0,001**	**0,16*****
Laktacijska proizvodnja mlijeka (kg)	602,9±18,18^{a}	896,8±16,51^{b}	1026,3±14,73^{c}	1062,8±14,46^{c}	**P<0,001**	**0,15***
Dužina laktacije (dana)	279,24±4,47^{a}	297,0±4,47^{b}	306,1±3,95^{b}	293,9±3,71^{ab}	**P<0,01**	**0,10***
Suha tvar (%)	11,82±0,08^{a}	11,77±0,07^{a}	11,69±0,06^{a}	11,44±0,07^{b}	**P<0,01**	**-0,07***
Bezmasna suha tvar (%)	8,48±0,04^{a}	8,45±0,04^{a}	8,43±0,03^{a}	8,29±0,03^{b}	**P<0,01**	0,05
Mliječna mast (%)	3,35±0,05^{a}	3,32±0,05^{a}	3,26±0,04^{ab}	3,15±0,04^{b}	**P<0,05**	**-0,09***
Bjelančevine (%)	3,23±0,03^{a}	3,28±0,03^{a}	3,24±0,03^{a}	3,10±0,02^{b}	**P<0,001**	**-0,13***
Laktoza (%)	4,24±0,01^{a}	4,16±0,01^{b}	4,20±0,01^{ab}	4,19±0,01^{ab}	**P<0,05**	0,04

^{a,b,c} Različito označene vrijednosti unutar istog reda tablice se statistički značajno razlikuju.

Istraživanjem su utvrđeni značajni koeficijenti linearne regresije između: opsega vimena (P<0,001) i redoslijeda laktacije alpina koza; između širine vimena i redoslijeda laktacije (P<0,001); dubine vimena i redoslijeda laktacije (P<0,001); kuta sisa i reoslijeda laktacije (P<0,05); duljine sisa i redoslijeda laktacije (P<0,01) te širine sisa i redoslijeda laktacije (P<0,001). Pritom je najveći koeficijent determinacije (R^2) utvrđen između dubine vimena i redoslijeda laktacije, pri čemu: $Y_{(\text{dubina vimena})}$ = 15,554 + 1,2355xredoslijed laktacije, uz R^2 = 0,28 (P<0,001).

Iz podataka na slici 26 razvidno je povećanje $\log_{10}$ BSS u mlijeku alpina koza s porastom dobi/redoslijeda laktacije; i to od od prve do treće laktacije (i neovisno o utvrđenom zdravstvenom stanju mliječne žlijezde). Međutim, alpina koze različitog redoslijeda laktacije nisu se međusobno značajno (P>0,05) razlikovale u BSS u mlijeku. Povezano s utvrđenim BSS, istraživanjem nisu utvrđene značajne razlike u učestalosti intramamarnih infekcija vimena, odnosno mliječne žlijezde između koza različitog redoslijeda laktacije (od 11,3 do 18,9% u pogledu mliječnih žlijezdi, odnosno od 22,6 do 31% u pogledu inficiranih vimena).



Slika 26. Redoslijed laktacije i broj somatskih stanica ($\log_{10}$ BSS±SE) u mlijeku alpina koza

4.5.2. Stadij (mjesec) laktacije

U tablici 19 su prikazane mjere vimene i sisa utvrđene po pojedinim stadijima laktacije alpina koza. U ranom stadiju laktacije (obuhvaća prvih 100 dana laktacije) utvrđene su najveće (P<0,001) srednje vrijednosti analiziranih odlika vimena i sisa (osim duljine sisa) te je odmicanjem laktacije utvrđeno smanjenje prosječnih vrijednosti morfoloških odlika. Sve mjere vimena prikazane u tablici 19 bile su u značajnoj (negativnoj) korelaciji sa stadijem laktacije, osim dimenzija sisa (P>0,05).

Tablica 19. Morfološke odlike vimena i sisa alpina koza po pojedinim stadijima laktacije

Pokazatelj	**Stadij laktacije (LSM±SE)**			**Razina značajnosti**	**Koeficijent korelacije (r)**
	Rani	***Srednji***	***Kasni***		
Opseg vimena (cm)	56,05±0,57[a]	51,18±0,54[b]	48,38±0,54[b]	**P<0,001**	**-0,43*** **
Dubina vimena (cm)	20,04±0,27[a]	18,65±0,23[b]	18,21±0,23[b]	**P<0,001**	**-0,23*** **
Širina vimena (cm)	15,21±0,24[a]	13,41±0,21[b]	12,77±0,22[b]	**P<0,001**	**-0,32*** **
Udaljenost vrhova sisa (cm)	12,22±0,28[a]	10,59±0,25[b]	10,35±0,24[b]	**P<0,001**	**-0,24*** **
Kut sisa (°)	42,64±0,57[a]	38,54±0,49[b]	37,10±0,49[b]	**P<0,001**	**-0,32*** **
Duljina sisa (cm)	5,43±0,14	5,46±0,12	5,50±0,13	P>0,05	0,01
Širina sisa (cm)	3,34±0,09	3,28±0,07	3,22±0,07	P>0,05	-0,05

[a, b] Različito označene vrijednosti unutar istog reda tablice se statistički značajno razlikuju.

*** P<0,001.

Koeficijenti linearne regresije analiziranih morfoloških odlika vimena alpina koza u odnosu na dan laktacije (dan provedene kontrole mliječnosti) prikazani su u tablici 20. Utvrđeno je postojanje značajne (P<0,001) linearne regresije između dana laktacije (dan laktacije kad je provedena pojedina kontrola mliječnosti) i opsega, dubine i širine vimena, udaljenosti između vrhova sisa i kuta sisa. Sve navedene morfološke odlike vimena bile su u negativnoj regresiji s danom laktacije, odnosno s odmicanjem laktacije. Promjene

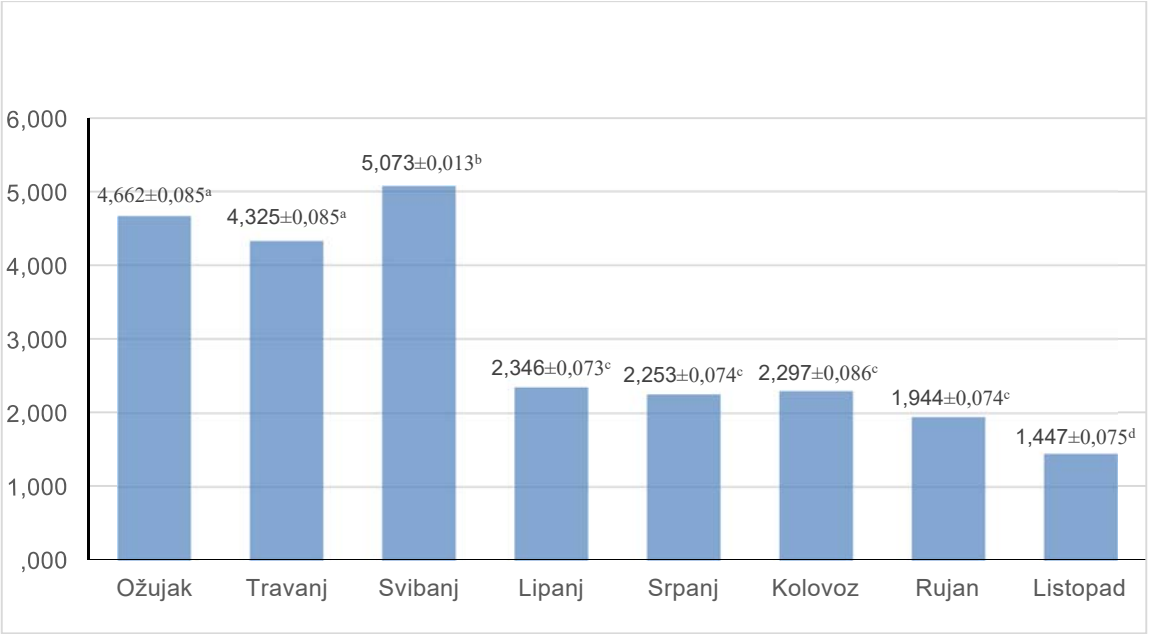
morfoloških odlika vimena usporedno s odmicanjem laktacije bile su najveće u pogledu širine vimena te udaljenosti između vrhova sisa (s odmicanjem laktacije za 1 standardnu devijaciju (SD) došlo je do smanjenja širine vimena za 7,31 SD, odnosno smanjenja udaljenosti između vrhova sisa za 5,38 SD). Između dana laktacije i veličine sisa (izraženih mjerama duljine i širine) nije utvrđeno postojanje statistički značajne regresije (tablica 20).

Tablica 20. Koeficijenti linearne regresije utvrđenih mjera vimena i sisa alpina koza u odnosu na dan laktacije (dan provedbe kontrole mliječnosti)

	Opseg vimena	**Širina vimena**	**Dubina vimena**	**Udaljenost između vrhova sisa**	**Kut sisa**	**Duljina sisa**	**Širina sisa**
b	-3,94	-7,31	-4,45	-5,38	-3,24	-0,55	-3,72
SE	0,45	1,22	1,15	1,32	0,56	2,28	3,62
Razina značajnosti	**P<0,001**	**P<0,001**	**P<0,001**	**P<0,001**	**P<0,001**	P>0,05	P>0,05

b − koeficijent linearne regresije; SE − standardna greška.

Kretanje prosječne dnevne proizvodnje mlijeka alpina koza tijekom laktacije prikazano je na slici 27. Najvišu prosječnu dnevnu proizvodnju mlijeka alpina koze su ostvarile u mjesecu svibnju, a najnižu u listopadu, odnosno krajem laktacije, pri čemu je mjesec laktacije bio statistički značajan (P<0,001) izvor varijabilnosti dnevne proizvodnje mlijeka.



[a,b,c,d] Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju.

Slika 27. Kretanje prosječne dnevne proizvodnje mlijeka (u kg) alpina koza tijekom laktacije (LSM±SE)

Utvrđeno je postojanje značajne (P<0,001) linearne regresije između dnevne proizvodnje mlijeka u odnosu na dan laktacije (dan provedbe kontrole mliječnosti koza), pri čemu je s odmicanjem laktacije utvrđen negativan koeficijent regresije.

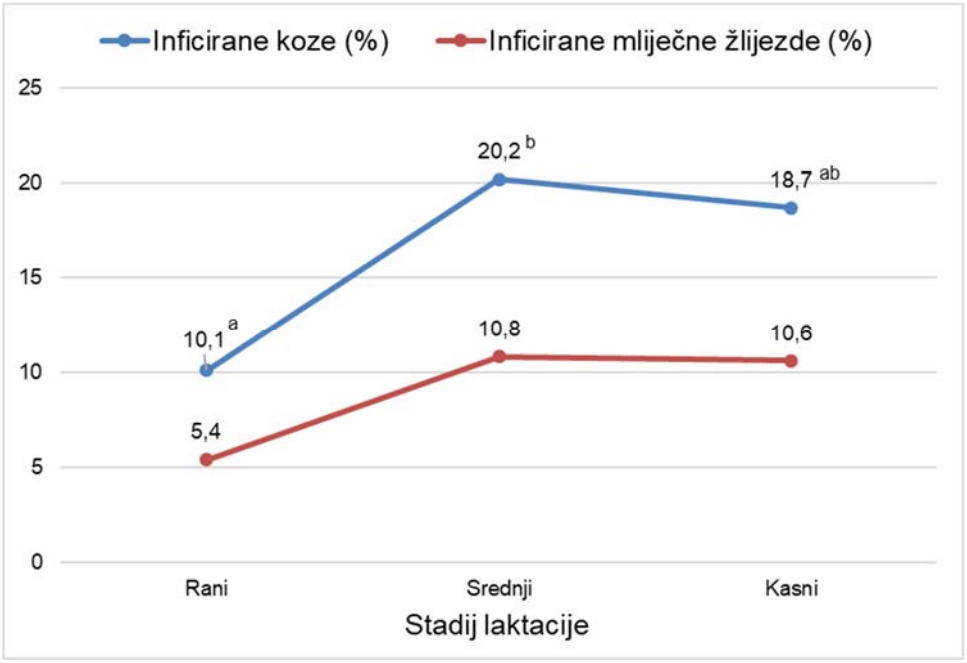
Prosječni kemijski sastav mlijeka po pojedinim mjesecima tijekom laktacije alpina koza prikazan je u tablici 21. Mjesec laktacije je značajno (P<0,001) utjecao na sadržaj svih sastojaka kozjeg mlijeka, pri čemu su najviše prosječne vrijednosti kemijskog sastava mlijeka utvrđene u mlijeku proizvedenom u ožujku (prva kontrola mliječnosti u istraživanoj laktaciji), dok je najniži udio suhe tvari u mlijeku (izuzev sadržaja laktoze) utvrđen u srpnju.

Tablica 21. Promjene kemijskog sastava mlijeka tijekom laktacije alpina koza (LSM±SE)

Mjesec	Suha tvar (%)	Bezmasna suha tvar (%)	Mliječna mast (%)	Bjelančevine (%)	Laktoza (%)
Ožujak	11,47±0,07^{a}	8,39±0,04^{a}	3,08±0,05^{a}	3,01±0,03^{a}	4,36±0,02^{a}
Travanj	11,79±0,07^{a}	8,43±0,04^{a}	3,35±0,05^{b}	3,04±0,03^{a}	4,38±0,02
Svibanj	11,13±0,06^{b}	8,30±0,04^{a}	2,84±0,05^{c}	3,02±0,03^{a}	4,28±0,02
Lipanj	11,13±0,06^{b}	8,13±0,03^{b}	3,01±0,05^{ac}	2,98±0,03^{a}	4,19±0,02
Srpanj	10,62±0,06^{c}	7,98±0,03^{c}	2,64±0,05^{d}	2,91±0,03^{a}	4,08±0,02
Kolovoz	11,44±0,06^{a}	8,18±0,03^{bc}	3,26±0,05^{ab}	3,19±0,03^{b}	3,99±0,02
Rujan	12,87±0,06^{d}	8,85±0,04^{d}	4,03±0,05^{e}	3,61±0,03^{c}	4,24±0,02
Listopad	13,25±0,07^{e}	9,17±0,04^{e}	4,09±0,05^{e}	4,06±0,03^{d}	4,11±0,02
Razina značajnosti	**P<0,001**	**P<0,001**	**P<0,001**	**P<0,001**	**P<0,001**

LSM±SE – prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška.

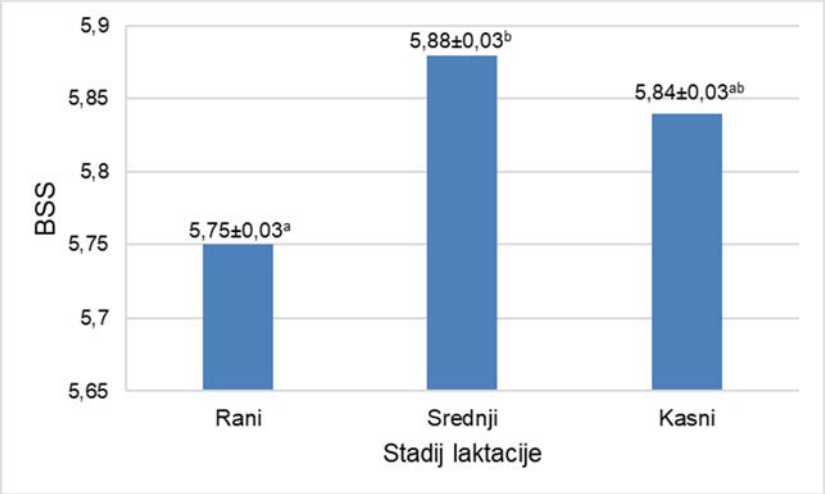
Učestalost intramamarnih infekcija tijekom laktacije istraživanih alpina koza prikazana je na slici 28. Učestalost inficiranih koza (vimena) po pojedinim stadijima laktacije je značajno varirala (P<0,05) te je sredinom laktacije (između 100. i 200. dana laktacije) utvrđena najveća učestalost (prevalencija) infekcije vimena (20,2%), a najmanja (10,1% koza) početkom laktacije (tijekom prvih stotinu dana laktacije). Vrlo sličan, odnosno gotovo isti trend je uočen i u pogledu učestalosti inficiranih polovica vimena, premda razlike između pojedinih stadija laktacije nisu bile značajne (P>0,05).



[a,b] Vrijednosti (na istom pravcu) označene različitim slovom značajno se razlikuju (P<0,05).

Slika 28. Učestalost (%) intramamarnih infekcija tijekom laktacije alpina koza

Na slici 29 prikazan je trend kretanja broja somatskih stanica utvrđenih u pojedinačnim uzorcima mlijeka prikupljenim tijekom laktacije alpina koza. Logaritamska vrijednost BSS bila je pod utjecajem (P<0,05) stadija laktacije te su alpina koze tijekom razdoblja od 100. do 200. dana laktacije (srednji stadij laktacije, slika 29) proizvele mlijeko s najviše somatskih stanica (izraženo po mL mlijeka), dok je mlijeko s najmanje somatskih stanica proizvedeno u ranoj fazi laktacije (prvih 100 dana po partusu).



[a,b] Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju (P<0,05).

Slika 29. Broj somatskih stanica (log_{10} BSS±SE) u mlijeku alpina koza po pojedinim stadijima laktacije

4.5.3. Broj jaradi u leglu

Utjecaj broja ojarene jaradi u leglu na morfološke odlike vimena i sisa alpina koza prikazan je u tablici 22. Koze s različitim brojem ojarene jaradi su se značajno (P<0,001) razlikovale u prosječnoj veličini vimena (obzirom na prosječni opseg i dubinu vimena) te u prosječnoj veličini sisa (P<0,05). Međutim, koze s različitim brojem ojarene jaradi nisu se međusobno značajno razlikovale u ostalim mjerama vimena i sisa.

Tablica 22. Mjere morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu

Pokazatelj	Broj jaradi u leglu (LSM±SE)		Razina značajnosti	Koeficijent korelacije (*r*)
	Jedno jare	Dvoje i više jaradi		
Opseg vimena (cm)	49,30±0,65	52,70±0,45	**P<0,001**	**0,21*** **
Dubina vimena (cm)	18,02±0,25	19,26±0,17	**P<0,001**	**0,20*** **
Širina vimena (cm)	13,32±0,24	13,85±0,16	P>0,05	0,09
Udaljenost vrhova sisa (cm)	10,85±0,26	11,20±0,18	P>0,05	-0,05
Kut sisa (°)	38,75±0,56	40,06±0,38	P>0,05	**-0,10***
Duljina sisa (cm)	5,19±0,13	5,59±0,09	**P<0,05**	**0,13****
Širina sisa (cm)	3,11±0,08	3,34±0,05	**P<0,05**	**0,12****

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti unutar istog reda tablice.
*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Ostvarena prosječna proizvodnja mlijeka i dužina laktacije alpina koza s obzirom na broj jaradi u leglu prikazana je u tablici 23. Veličina legla alpina koza je imala pozitivan utjecan na mliječnost, odnosno na ostvarenu laktacijsku (P<0,01) i prosječnu dnevnu proizvodnju mlijeka (P<0,001). Međutim, prosječna dužina laktacije koza s jednim jaretom te koza s dvoje i više jaradi nije se značajno razlikovala (P>0,05).

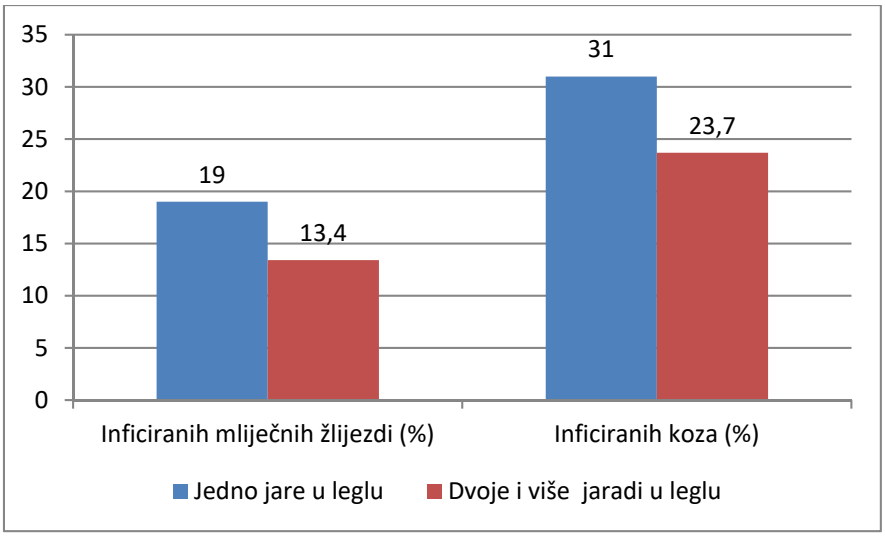
Iz podataka u tablici 23 zamjetan je značajan (P<0,01) utjecaj broja ojarene jaradi u leglu na sadržaj suhe tvari, bezmasne suhe tvari i bjelančevina u mlijeku. Mlijeko koza s jednim jaretom bilo je, uzevši u obzir njegove analizirane sastojke, bogatijeg prosječnog kemijskog sastava od mlijeka koje su proizvele koze s dvoje i više ojarene jaradi.

Tablica 23. Proizvodnja mlijeka, dužina laktacije i sadržaj analiziranih sastojaka mlijeka s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu alpina koza

Pokazatelj	Broj jaradi u leglu (LSM±SE)		Razina značajnosti	Koeficijent korelacije (r)
	Jedno	Dvoje i više		
Dnevna proizvodnja mlijeka (kg)	2,693±0,09	3,103±0,06	**P<0,001**	**0,12*** **
Laktacijska proizvodnja mlijeka (kg)	764,91±43,17	966,33±30,1	**P<0,01**	**0,21** **
Dužina laktacije (dana)	291,3±3,85	296,3±2,64	P>0,05	0,08
Suha tvar (%)	11,81±0,06	11,60±0,04	**P<0,01**	**-0,08***
Bezmasna suha tvar (%)	8,48±0,03	8,36±0,02	**P<0,01**	**-0,09***
Mliječna mast (%)	3,32±0,04	3,24±0,03	P>0,05	-0,06
Bjelančevine (%)	3,27±0,02	3,18±0,01	**P<0,01**	**-0,09***
Laktoza (%)	4,21±0,01	4,19±0,01	P>0,05	-0,03

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti unutar istog reda tablice.
*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Učestalost intramamarnih infekcija istraživanih alpina koza s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu prikazana je na slici 30. U koza s jednim ojarenim jaretom utvrđena je veća (P>0,05) učestalost intramamarnih infekcija nego u koza s dvoje i više jaradi, bilo da je riječ o dijagnosticiranim infekcijama polovica vimena, odnosno o infekcijama vimena (infekcija jedne i/ili obje mliječne žlijezde).



Slika 30. Učestalost (%) intramamarnih infekcija u alpina koza s obzirom na broj ojarene jaradi u leglu

4.5.4. Tjelesna razvijenost koza

U tablici 24 prikazani su utvrđeni koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti alpina koza (uključujući tjelesnu masu koza) i morfologije (mjera) njihova vimena. Dubina i obujam prsiju te tjelesna masa koza bili su u pozitivnoj i statistički značajnoj korelaciji s dubinom i širinom vimena. Navedene mjere tjelesne razvijenosti koza bile su, također, u pozitivnoj i značajnoj korelaciji s dimenzijama sisa (duljina i širina) alpina koza. Širina prsa, međutim, nije bila u značajnoj korelaciji niti sa jednom morfološkom odlikom vimena i sisa alpina koza.

Tablica 24. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti i mjera morfoloških odlika vimena i sisa alpina koza

Pokazatelj	Dubina prsa	Širina prsa	Obujam prsiju	Tjelesna masa
Opseg vimena	0,13	0,04	0,03	0,17
Dubina vimena	**0,28***	0,09	**0,25***	**0,26****
Širina vimena	**0,36*****	0,07	**0,28****	**0,34****
Udaljenost vrhova sisa	0,04	0,08	-0,07	0,12
Kut sisa	-0,08	0,04	0,05	-0,04
Duljina sisa	**0,29****	0,04	**0,25***	**0,23***
Širina sisa	**0,36****	-0,02	**0,29****	**-0,20***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Koeficijenti korelacija između pokazatelja (mjera) tjelesne razvijenosti (uključujući i tjelesnu masu koza) i proizvodnje te kemijskog sastava mlijeka alpina koza prikazani su u tablici 25 (uz napomenu da je u predmetnoj analizi utvrđena povezanost mjera tjelesne razvijenosti i morfoloških odlika vimena utvrđenih (izmjerenih) početkom laktacije). Mjere tjelesne razvijenosti alpina koza bile su pozitivno povezane s proizvodnjom mlijeka, a pritom su značajne korelacije utvrđene između dubine prsa, odnosno tjelesne mase koza i proizvodnje mlijeka te između širine prsa i laktacijske proizvodnje mlijeka. Što se tiče kemijskog sastava mlijeka (tablica 25), između utvrđenih tjelesnih mjera jedino je obujam prsiju bio u značajnoj korelaciji sa sadržajem pojedinih sastojaka mlijeka (suhe tvari – P<0,01, bezmasne suhe tvari – P<0,001 i laktoze – P<0,05).

Tablica 25. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti i proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka alpina koza

	Obujam prsiju	Dubina prsa	Širina prsa	Tjelesna masa
Dnevna proizvodnja mlijeka	0,15	**0,31****	0,10	**0,32****
Laktacijska proizvodnja mlijeka	0,08	**0,27****	**0,22***	**0,35****
Dužina laktacije	-0,08	0,09	0,13	0,14
Suha tvar	**0,27****	-0,03	0,06	-0,02
Bezmasna suha tvar	**0,40*****	0,01	-0,01	0,03
Mliječna mast	0,01	-0,07	0,11	-0,06
Bjelančevine	0,06	-0,01	0,05	-0,01
Laktoza	**0,23***	-0,06	-0,02	-0,03

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Linearnom regresijskom analizom izvršena je procjena ukupne laktacijske proizvodnje mlijeka alpina koza na temelju utvrđenih mjera njihove tjelesne razvijenosti (mjerenih sredinom razdoblja mužnje), pri čemu su utvrđene jednadžbe procjene s pripadajućim koeficijentima determinacije (tablica 26). Utvrđeni su statistički značajni koeficijenti regresije između tjelesne mase i laktacijske proizvodnje mlijeka (P<0,01) te između dubine prsa, odnosno širine prsa i laktacijske proizvodnje mlijeka (P<0,05). Međutim, istraživane mjere tjelesne razvijenosti alpina koza nisu bile pouzdan procjenitelj njihove laktacijske proizvodnje mlijeka budući da su koeficijenti determinacije pripadajućih jednadžbi bili niski (R^2 = 0,01 – 0,12).

Tablica 26. Jednadžbe procjene laktacijske proizvodnje mlijeka i pripadajući koeficijenti determinacije (R^2) na temelju utvrđenih mjera tjelesne razvijenosti i tjelesne mase alpina koza

Procjenitelj	Jednadžba procjene laktacijske proizvodnje mlijeka	Koeficijent determinacije (R^2)	Razina značajnosti
Dubina prsa	Y = -355,75 + 41,833 x dubina prsa	0,07	**P<0,05**
Širina prsa	Y = 230,35 + 35,913 x širina prsa	0,05	**P<0,05**
Obujam prsiju	Y = 633,6 + 3,579 x obujam prsiju	0,001	P>0,05
Tjelesna masa	Y = 231,77 + 13,077 x tjelesna masa	0,12	**P<0,01**

U tablici 27 su prikazani koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti koza i BSS u mlijeku, (izraženom kao $\log_{10}$ BSS). Utvrđene mjere razvijenosti (dubina i širina prsa te obujam prsiju) alpina koza bile su u negativnoj korelaciji sa BSS, premda su utvrđeni relativno niski koeficijenti korelacija (P>0,05). Također, između tjelesne mase alpina koza i BSS utvrđenog u uzorcima njihova mlijeka prikupljenih početkom laktacije (rani stadij) nisu utvrđene značajne korelacije.

Tablica 27. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera tjelesne razvijenosti koza i BSS u mlijeku

Pokazatelj	Obujam prsiju	Dubina prsa	Širina prsa	Tjelesna masa
$\log_{10}$ BSS	-0,04	-0,15	-0,15	0,07

4.6. Međupovezanost morfologije vimena, proizvodnje mlijeka i zdravlja mliječne žlijezde alpina koza

4.6.1. Povezanost oblika vimena i sisa s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka alpina koza

Prosječna proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na utvrđene oblike njihova vimena prikazana je u tablici 28. Koze s vimenom kruškolikog oblika bile su neznatno (P>0,05) mlječnije od koza s vimenom ovalnog oblika te je, također, prosječni kemijski sastav mlijeka dobivenog iz vimena kruškolikog, odnosno ovalnog oblika bio sličan (P>0,05).

Tablica 28. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza različitog oblika vimena

Pokazatelj	Oblik vimena (LSM±SE)	
	Kruškolik	Ovalan
Dnevna proizvodnja mlijeka (g)	3031±70,8	2935±70,9
Laktacijska proizvodnja mlijeka (kg)	932±37,8	874±38,3
Dužina laktacije (dani)	295,3±3,04	293,9±3,10
Suha tvar (%)	11,69±0,05	11,64±0,05
Bezmasna suha tvar (%)	8,41±0,02	8,38±0,02
Mliječna mast (%)	3,27±0,03	3,26±0,03
Bjelančevine (%)	3,23±0,02	3,18±0,02
Laktoza (%)	4,19±0,01	4,20±0,01

Prosječna proizvodnja i prosječni kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na utvrđeni oblik njihovih sisa prikazan je u tablici 29. Utvrđeno je da su koze sa sisama oblika boce ostvarile najvišu prosječnu dnevnu i laktacijsku proizvodnju mlijeka, koja je bila viša (P<0,05) nego u koza s ljevkastim sisama. Međutim, utvrđene razlike u prosječnom sadržaju analiziranih kemijskih sastojaka mlijeka između koza različitog oblika sisa nisu bile značajne.

Tablica 29. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza različitog oblika sisa

Pokazatelj	Oblik sisa (LSM±SE)			Razina značajnosti
	Ljevkasti	Cilindrični	Oblik boce	
Dnevna proizvodnja mlijeka (kg)	2,911±0,067[a]	2,984±0,098[ab]	3,217±0,12[b]	**P<0,05**
Laktacijska proizvodnja mlijeka (kg)	871,27±34,1[a]	914,94±51,18[ab]	992,17±63,14[b]	**P<0,05**
Dužina laktacije (dani)	293,7±2,95	295,1±4,29	296,5±5,25	P>0,05
Suha tvar (%)	11,68±0,04	11,67±0,07	11,61±0,08	P>0,05
Bezmasna suha tvar (%)	8,40±0,02	8,42±0,03	8,39±0,04	P>0,05
Mliječna mast (%)	3,28±0,03	3,25±0,04	3,22±0,05	P>0,05
Bjelančevine (%)	3,19±0,02	3,24±0,03	3,21±0,04	P>0,05
Laktoza (%)	4,22±0,02	4,17±0,03	4,19±0,03	P>0,05

LSM±SE – prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška.

[a,b] Vrijednosti u istom redu označene različitim slovom značajno se razlikuju.

4.6.2. Povezanost mjera morfoloških odlika vimena i sisa s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka alpina koza

Iz tablice 30 je uočljivo da su opseg, dubina i širina vimena bile u značajnoj i pozitivnoj korelaciji s proizvodnjom mlijeka te s dužinom laktacije, odnosno u statistički značajnoj i negativnoj fenotipskoj korelaciji sa kemijskim sastavom mlijeka (% suhe tvari, bezmasne suhe tvari, mliječne masti i bjelančevine), s time da su u pogledu sadržaja laktoze utvrđene pozitivne korelacije. Sličan odnos s praćenim pokazateljima proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka utvrđen je i za svojstva udaljenosti između vrhova sisa i kuta sisa. Što se utvrđenih mjera veličine sisa tiče, širina sisa bila je u značajnoj i pozitivnoj korelaciji s proizvodnjom mlijeka (dnevnom i laktacijskom) te s dužinom laktacije. Duljina sisa nije bila u značajnoj korelaciji niti s jednim od analiziranih pokazatelja proizvodnje mlijeka, kao niti sa kemijskim sastavom kozjeg mlijeka (tablica 30).

Tablica 30. Koeficijenti fenotipskih korelacija morfoloških odlika vimena i proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka alpina koza

Pokazatelj	Dnevna proizvodnja mlijeka	Mliječna mast	Bjelančevine	Laktoza	Suha tvar	Sbm
Opseg vimena	**0,55*** **	**-0,15** **	**-0,26*** **	**0,20***	**-0,16*** **	**0,12***
Dubina vimena	**0,43*** **	**-0,13***	**-0,21*** **	0,01	**-0,17*** **	**-0,17*** **
Širina vimena	**0,45*** **	**-0,15** **	**-0,28*** **	**0,12***	**-0,15** **	**-0,18** **
Udaljenost vrhova sisa	**0,39*** **	-0,05	**-0,25*** **	**0,15** **	**-0,11***	**-0,15** **
Kut sisa	**0,38*** **	**-0,13** **	**-0,24*** **	**0,25*** **	**-0,11***	0,08
Duljina sisa	0,01	-0,01	0,07	-0,05	0,02	0,04
Širina sisa	**0,12***	-0,05	-0,04	-0,05	-0,04	-0,02

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Na temelju vrijednosti umjereno visokih vrijednosti koeficijenata korelacija između koeficijenata korelacija između većine morfoloških odlika vimena i sisa i dnevne količine proizvedenoga mlijeka (tablica 30), u slijedećoj tablici (tablica 31) su prikazane fenotipske korelacije između navedenih pokazatelja izračunate po pojedinim stadijima laktacije. Najizraženija povezanost morfoloških mjera razvijenosti vimena (dubina, opseg i širina vimena) s dnevnom proizvodnjom mliejka alpina koza bila je u ranoj fazi laktacije (prvih sto dana po partusu), premda su iz,među navedenih mjera vimena i dnevne proizvodnje mlijeka tijekom cijele laktacije utvrđene značajne korelacije. Što se tiče udaljenosti između vrhova sisa i kuta sisa najviši koleficijenti korelacija utvrđeni su nakon 200. dana laktacije (kasni stadij laktacije).

Tablica 31. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera morfoloških odlika vimena i sisa i dnevne proizvodnje mlijeka alpina koza utvrđene po pojedinim stadijima laktacije

Dnevna proizvodnja mlijeka po pojedinim stadijima laktacije	Opseg vimena	Širina vimena	Dubina vimena	Udaljenost između sisa	Kut sisa	Duljina sisa	Širina sisa
Rani stadij	**0,66*** **	**0,59*** **	**0,53*** **	**0,35** **	**0,23***	0,03	0,18
Srednji stadij	**0,50*** **	**0,33***	**0,37*** **	**0,24***	0,04	0,11	**0,25***
Kasni stadij	**0,44*** **	**0,48** **	**0,40*** **	**0,45*** **	**0,25***	-0,03	0,07

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Regresijskom analizom su utvrđene jednadžbe procjene laktacijske proizvodnje mlijeka na temelju mjera vimena i sisa s pripadajućim koeficijentima determinacije (tablica 32). Utvrđena je značajna linearna regresija između utvrđenih mjera vimena (P<0,001) i sisa (P<0,05) i količine mlijeka proizvedenoga u laktaciji (s izuzetkom kuta i duljine sisa). Najviši koeficijenti determinacije utvrđeni su primjenom jednadžbe procjene laktacijske proizvodnje mlijeka temeljem opsega vimena [koeficijent determinacije (R^2 = 0,35)], potom dubine vimena (R^2=0,28) te širine vimena (R^2 = 0,23), dok su istraživane morfološke odlike sisa alpina koza (udaljenost između vrhova sisa te njihova širina) bile manje pouzdani procjenitelji laktacijske proizvodnje (R^2=0,07 – 0,12).

Tablica 32. Jednadžbe procjene laktacijske proizvodnje mlijeka i koeficijenti determinacije (R^2) na temelju morfoloških odlika vimena alpina koza

Pokazatelj	Jednadžba procjene	Koeficijent determinacije (R^2)	Razina značajnosti
Opseg vimena	Y = -316 + 24,98 x opseg vimena	0,35	**P<0,001**
Dubina vimena	Y = -147,7 + 56 x dubina vimena	0,28	**P<0,001**
Širina vimena	Y = 310 + 50,9 x širina vimena	0,23	**P<0,001**
Udaljenost između vrhova sisa	Y = 571+ 39,3 x udaljenost izm. vrhova sisa	0,12	**P<0,001**
Širina sisa	Y = 728,6 + 93,7 x širina sisa	0,07	**P<0,05**

4.6.3. Povezanost oblika vimena i sisa sa pokazateljima zdravlja mliječne žlijezde alpina koza

Broj somatskih stanica u mlijeku (log_{10} BSS±SE) s obzirom na utvrđeni oblik vimena, odnosno utvrđeni oblik sisa alpina koza prikazan je u tablici 33. U usporedbi sa kozama ovalnog oblika vimena, u mlijeku dobivenom iz vimena kruškolikog oblika bio je značajno (P<0,05) manji broj somatskih stanica (663x10^3/mL : 482x10^3/mL).

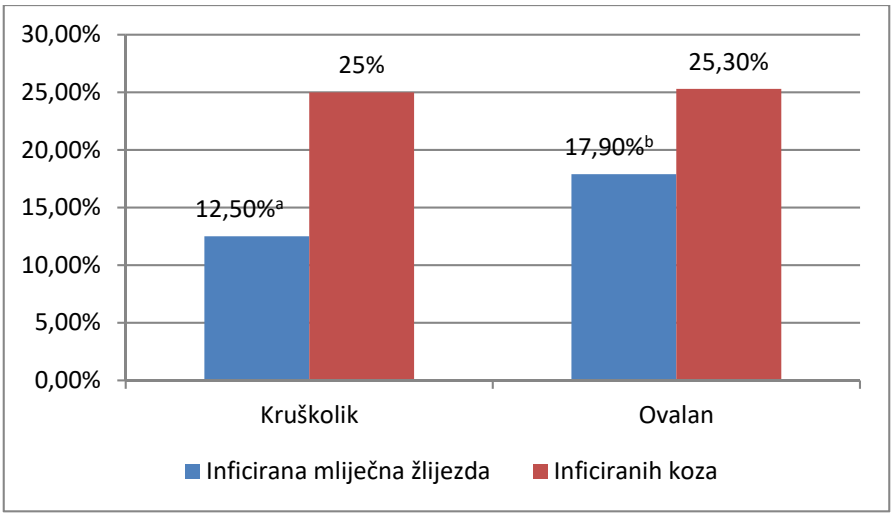
Također, BSS (log_{10} BSS±SE) bio je pod značajnim utjecajem utvrđenog oblika sise alpina koza (P<0,05; tablica 33). Najviši geometrijski prosjek BSS utvrđen je u mlijeku iz vimena sa sisama u obliku boce (708x10^3/mL).

Tablica 33. Utjecaj utvrđenih oblika vimena i oblika sisa na broj somatskih stanica u mlijeku alpina koza

Pokazatelj	**Oblik vimena**		
	Kruškolik		**Ovalan**
Log_{10} BSS±SE	5,68±0,03[a]		5,82±0,03[b]
	Oblik sisa		
	Ljevkast	**Cilindričan**	**U obliku boce**
	5,73±0,02[a]	5,75±0,04[ab]	5,85±0,05[b]

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti unutar istog reda tablice ([a:b] = P<0,05).

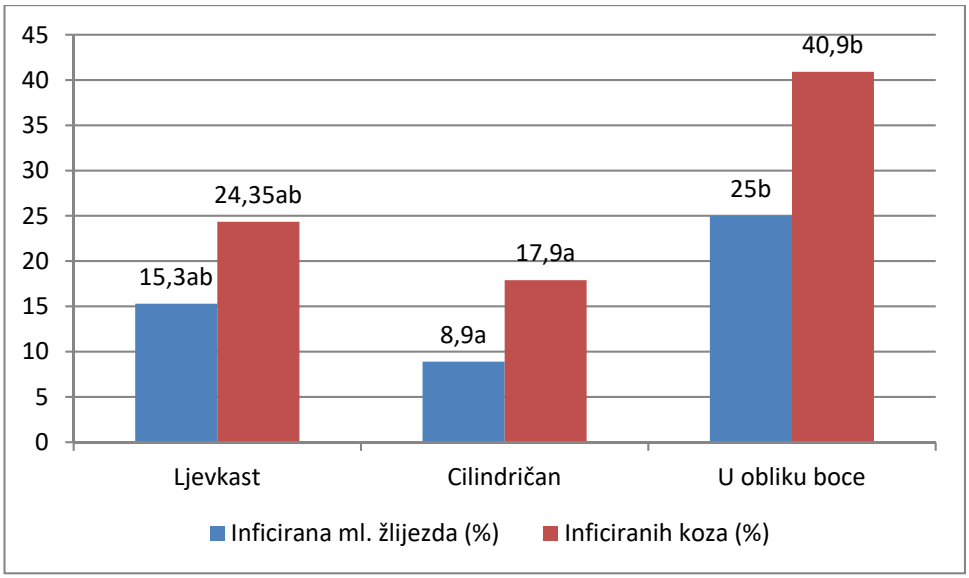
Također, povezano rezultatima prikazanim u tablici 33, u koza s ovalnim oblikom vimena utvrđena je osjetno veća (P<0,05) učestalost inficiranih mliječnih žlijezdi nego je utvrđeno u koza kruškolikog oblika vimena (slika 31), dok niti u jedne alpina koze kruškolikog vimena nije utvrđena bilateralna (obostrana) upala vimena. Naime, učestalost (prevalencija) intramamarnih infekcija izražena kao prevalencija koza s dijagnosticiranom infekcijom vimena (jedne i/ili obje polovice vimena) nije se značajno razlikovala između koza različitog oblika vimena.



[a,b] Vrijednosti označene različitim slovom (unutar istog pokazatelja) značajno se razlikuju (P<0,05).

Slika 31. Učestalost (%) inficiranih mliječnih žlijezdi i inficiranih koza s obzirom na utvrđeni oblik vimena

Istraživanjem je utvrđen značajan utjecaj (P<0,05) oblika sisa na učestalost intramamarnih infekcija (bilo da je riječ o infekciji pojedinačne mliječne žlijezde, odnosno infekciji vimena). U koza sa sisama u obliku boce, kao što je vidljivo na slici 32, utvrđena je najveća učestalost intramamarnih infekcija, dok je najmanja učestalost (u pogledu inficiranih mliječni žlijezdi, odnosno koza s inficiranim vimenom) utvrđena u koza cilindričnog oblika sisa.



[a,b] Vrijednosti označene različitim slovom (unutar istog pokazatelja) značajno se razlikuju (P<0,05).

Slika 32. Učestalost (%) inficiranih mliječnih žlijezdi i inficiranih koza s obzirom na utvrđeni oblik sisa alpina koza

4.6.4. *Povezanost mjera morfoloških odlika vimena i sisa sa pokazateljima zdravlja mliječne žlijezde alpina koza*

Utvrđene mjere vimena alpina koza zdravog i bolesnog vimena prikazane su u tablici 34. Vime alpina koza u kojih je tijekom muznog razdoblja laktacije dijagnosticirana intramamarna infekcija vimena (mliječne žlijezde), odlikovalo se je većim prosječnim opsegom (P<0,05) nego vime koza s dijagnosticiranom infekcijom jedne ili obje mliječne žlijezde (tzv. *bolesno vime*, tablica 34). Alpina koze zdravog i bolesnog vimena, kako je prikazano u tablici 34, nisu se značajno razlikovale u prosječnim vrijednostima ostalih mjera vimena utvrđenih ovim istraživanjem.

Tablica 34. Povezanost zdravstvenog stanja vimena i morfoloških odlika kozjeg vimena

Pokazatelj	Zdravstveno stanje vimena (LSM±SE)		Razina značajnosti
	Zdravo	Bolesno	
Opseg vimena	51,31±0,44	52,96±0,76	**P<0,05**
Dubina vimena	18,73±0,16	19,24±0,29	P>0,05
Širina vimena	13,55±0,15	14,03±0,28	P>0,05
Udaljenost vrhova sisa	10,89±0,17	11,13±0,30	P>0,05
Kut sisa	38,91±0,36	39,21±0,64	P>0,05
Duljina sisa	5,41±0,09	5,58±0,15	P>0,05
Širina sisa	3,24±0,05	3,35±0,09	P>0,05

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti unutar istog reda tablice.

U tablici 35 prikazane su morfološke odlike vimena koza s utvrđenom intramamarnom infekcijom obzirom na vrstu izoliranog patogenog uzročnika (s obzirom na malu zastupljenost infekcija vimena sa *Proteus* spp., vimena u kojih je utvrđena upala uzrokovana navedenim uzročnikom nisu prikazana u tablici). U koza u kojih je utvrđena upala vimena uzrokovana infekcijom *Staphylococcus aureus* odlikovala su se značajno (P<0,05) najmanjom udaljenošću između vrhova sisa, kao i najmanjim kutom sisa (P>0,05) i najmanjim dimenzijanma sisa (P>0,05) u odnosu na vimena u kojih je upala dijagnosticirana izolacijom koagulaza negativnih stafilokoka, odnosno *Corynebacterium* spp.

Tablica 35. Morfološke odlike vimena koza (LSM±SE) s utvrđenom intramamarnom infekcijom obzirom na vrstu izoliranog patogena

Pokazatelj	Vrsta izoliranog patogenog mikroorganizma			Razina značajnosti
	KNS[1]	*S. aureus*	*Corynebacterium* spp.	
Opseg vimena (cm)	53,03±0,99	52,85±1,10	51,83±2,24	P>0,05
Dubina vimena (cm)	19,16±0,42	19,21±0,45	19,73±0,94	P>0,05
Širina vimena (cm)	14,43±0,16	13,54±0,43	14,00±0,89	P>0,05
Udaljenost vrhova sisa (cm)	11,65±0,41[a]	9,97±0,48[b]	13,36±0,92[a]	**P<0,05**
Kut sisa (°)	39,29±0,91	37,76±0,97	42,62±2,03	P>0,05
Duljina sisa (cm)	5,58±0,21	5,63±0,23	5,43±0,48	P>0,05
Širina sisa (cm)	3,18±0,13	3,61±0,15	3,19±0,30	P>0,05

[1]KNS – koagulaza-negativni stafilokoki.

[a,b]Vrijednosti u istom redu označene različitim slovom značajno se razlikuju.

U tablici 36 prikazan je utjecaj trajanja intramamarne infekcije utvrđene u alpina koza na morfološke odlike njihova vimena. Grla u kojih je tijekom barem dviju uzastopnih kontrola zdravlja vimena izoliran patogeni uzročnik infekcije mliječne žlijezde odlikovala su se neznatno (P>0,05) slabije razvijenim vimenom s obzirom na utvrđene mjere opsega, dubine i širine vimena. Što se tiče analiziranih mjera (odlika) sisa, takve koze su se odlikovale također neznatno manjom udaljenošću vrhova sisa, odnosno manjim kutem sisa, ali i većim sisama, iako razlike u njihovoj veličini nisu bile statistički značajne.

Tablica 36. Utjecaj trajanja intramamarne infekcije na morfološke odlike kozjeg vimena (LSM±SE)

Pokazatelj	Trajanje intramamarne infekcije		Razina značajnosti
	Jedna kontrola[1]	Dvije ili više kontrola[2]	
Opseg vimena	53,15±1,28	52,84±1,09	P>0,05
Dubina vimena	19,37±0,55	18,93±0,49	P>0,05
Širina vimena	14,25±0,48	13,36±0,44	P>0,05
Udaljenost vrhova sisa	11,29±0,49	10,98±0,49	P>0,05
Kut sisa	39,71±0,99	38,87±0,90	P>0,05
Duljina sisa	5,43±0,25	6,13±0,22	P>0,05
Širina sisa	3,23±0,16	3,45±0,15	P>0,05

[1]obuhvaća koze u kojih je prilikom jedne od kontrola zdravlja vimena utvrđena intramamarna infekcija.

[2]obuhvaća koze u kojih je prilikom barem dviju (uzastopnih) kontrola zdravlja vimena (mliječne žlijezde) utvrđena intramamarna infekcija.

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti u istom redu tablice.

Analizom vjerojatnosti nastanka intramamarne infekcije alpina koza tijekom laktacije na temelju utvrđenih mjera vimena i sisa alpina koza nisu utvrđene značajni koeficijenti logističke regresije. Uz korištenje mjere duljine sisa i vjerojatnosti nastanka intramamarne infekcije u istraživanoj laktaciji, utvrđena je razina značajnosti P=0,0548, dok je pripadajući koeficijent regresije prikazan u tablici 37.

Tablica 37. Regresijska analiza vjerojatnosti nastanka intramamarne infekcije alpina koza tijekom laktacije na temelju duljine sisa

Odlika vimena	Koeficijent logističke regresije	SE	Pr<Chisq
Duljina sisa	0,03	0,13	0,0548

S obzirom na prikazano u prethodnoj tablici 37, u sljedećoj tablici 38 prikazana je učestalost dijagnosticiranih upala vimena s obzirom na prosječnu duljinu sisa. Najveća učestalost intramamarnih infekcija uočena je u koza s najdužim sisama (koze sa sisama dužim od 6,5 cm), dok je, u pogledu zdravlja vimena, u istraživanom stadu koza optimalna duljina sisa iznosila od 5,5 do 6 cm, budući da u koza navedene duljine sisa nije utvrđen niti jedan slučaj intramamarne infekcije.

Tablica 38. Učestalost pojave intramamarne infekcije ovisno o utvrđenoj duljini sisa alpina koza

Duljina sisa	**<4 cm**	**4-4,5 cm**	**4,5-5 cm**	**5-5,5 cm**	**5,5-6 cm**	**6-6,5 cm**	**>6,5 cm**
Broj koza	18	14	17	21	22	20	27
Koza s upalom vimena	3 (16,6%)[a]	3 (21,4%)	4 (23,5%)	5 (28,5%)	0 (0,0%)	8 (40%)	12 (44,4%)

[a]Vrijednost u zagradi predstavlja zastupljenost koza s dijagnosticiranom upalom vimena u predmetnoj kategoriji (s obzirom na opseg vimena).

U tablici 39 prikazane su morfološke odlike vimena koza ovisno o broju somatskih stanica utvrđenom u pojedinačnim uzorcima mlijeka. Utvrđene su značajne razlike u udaljenosti između vrhova sisa ovisno o utvrđenom BSS ($P<0,01$), zatim u duljini i širini sisa ($P<0,05$) s obzirom na utvrđeni broj (kategoriju) somatskih stanica. Ostale odlike vimena i sisa nisu se značajno razlikovale ovisno o kategoriji BSS prikazanoj u tablici.

Tablica 39. Kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na BSS utvrđen u uzorcima mlijeka dobivenih iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi[1]

Pokazatelj	BSS/mL mlijeka				Razina značajnosti
	do 500x10^3	od 501x10^3 do 1000x10^3	od 1001x10^3 do 2000x10^3	Više od 2000x10^3	
Opseg vimena	51,60±0,63	51,64±0,77	52,12±0,77	50,90±0,83	P>0,05
Dubina vimena	18,95±0,27	18,84±0,33	18,96±0,31	18,55±0,34	P>0,05
Širina vimena	13,99±0,25	13,55±0,30	13,69±0,29	13,12±0,31	P>0,05
Udaljenost vrhova sisa	11,44±0,28^a	10,78±0,34^{ab}	11,12±0,32^{ab}	9,94±0,35^b	**P<0,01**
Kut sisa	39,62±0,60	39,68±0,71	38,64±0,66	38,04±0,72	P>0,05
Duljina sisa	5,19±0,13^a	5,33±0,16^{ab}	5,71±0,15^b	5,68±0,17^{ab}	**P<0,05**
Širina sisa	3,09±0,08^a	3,23±0,09^{ab}	3,39±0,09^{ab}	3,43±0,11^b	**P<0,05**

[1]BSS prikazan u tablici utvrđen je kao srednja vrijednost BSS utvrđenih u uzorcima mlijeka iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi po pojedinom grlu u pojedinoj kontroli zdravlja vimena alpina koza.

Većina morfoloških odlika vimena prikazanih u tablici 40 bila je značajno povezana sa BSS, iako su uglavnom utvrđeni niski koeficijenti korelacija. S povećanjem dubine vimena (P<0,05), te veličine sisa (P<0,001) došlo je do povećanja BSS. Naprotiv, s povećanjem kuta sisa, kao i povećanjem udaljenosti između vrhova sisa, utvrđeno je smanjenje BSS u mlijeku, budući da je utvrđeno postojanje negativne fenotipske korelacije (P<0,05) između navedenih svojstava (tablica 40).

Tablica 40. Koeficijenti fenotipskih korelacija između mjera morfoloških odlika vimena i BSS

Odlika vimena	Broj somatskih stanica (log_{10} BSS)
Opseg vimena	-0,06
Dubina vimena	**0,12***
Širina vimena	-0,02
Udaljenost između vrhova sisa	**-0,11***
Kut sisa	**-0,13***
Duljina sisa	**0,18****
Širina sisa	**0,14****

*P<0,05; **P<0,01.

Nastavno na rezultate prikazane u tablici 40, iz podataka u slijedećoj tablici 41 je razvidno postojanje značajne linearne regresije između pojedinih mjera sisa alpina koza i BSS u mlijeku koje potječe iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi. Statistički značajna linearna regresija je utvrđena između sljedećih svojstava: udaljenosti između vrhova sisa i BSS (P<0,01), duljine sisa i BSS (P<0,01) i širine sisa i BSS (P<0,01). Očekivano, utvrđeni su relativno niski koeficijenti determinacije s obzirom na izraženu varijabilnost broja somatskih stanica u kozjem mlijeku. Između ostalih pojedinačno analiziranih morfoloških odlika vimena (i sisa) alpina koza i BSS nije utvrđena statistički značajna linearna regresija.

Tablica 41. Jednadžbe procjena broja somatskih stanica u mlijeku (log_{10} BSS) na temelju pojedinih odlika (mjera) sisa alpina koza (s pripadajućim koeficijentima determinacije (R^2))

Pokazatelj	Jednadžba procjene	Koeficijent determinacije (R^2)	Razina značajnosti
Udaljenost vrhova sisa	Y = 6,19 – 0,02 x udaljenost vrhova sisa	0,10	**P<0,01**
Duljina sisa	Y = 5,63 + 0,05 x duljina sisa	0,10	**P<0,01**
Širina sisa	Y = 5,69 + 0,06 x širina sisa	0,07	**P<0,01**

4.6.5. *Povezanost zdravlja mliječne žlijezde i proizvodnje mlijeka alpina koza*

U tablici 42 prikazana je proizvodnja i kemijski sastav mlijeka alpina koza zdravog, odnosno bolesnog vimena. Koze iz čijeg je vimena tijekom praćene laktacije izoliran patogeni uzročnik mastitisa proizvele su neznatno (P>0,05) manje mlijeka, koje je bilo bogatijeg (P>0,05) prosječnog kemijskog sastava nego mlijeko koza zdravog vimena. Pritom su se alpina koze zdravog i bolesnog vimena međusobno u pogledu kemijskog sastava mlijeka značajno razlikovale jedino u sadržaju bjelančevina (P<0,05).

Tablica 42. Utjecaj upale vimena na dnevnu proizvodnju i kemijski sastav mlijeka alpina koza (LSM±SE)

Pokazatelj	Zdravstveno stanje vimena		Razina značajnosti
	Zdravo	Inficirano	
Dnevna proizvodnja mlijeka (kg)	2,99±0,05	2,90±0,10	P>0,05
Suha tvar (%)	11,65±0,03	11,68±0,07	P>0,05
Bezmasna suha tvar (%)	8,42±0,02	8,36±0,03	P>0,05
Mliječna mast (%)	3,25±0,04	3,30±0,09	P>0,05
Bjelančevine (%)	3,19±0,02	3,26±0,03	**P<0,05**
Laktoza (%)	4,19±0,01	4,22±0,02	P>0,05

Statistička značajnost se odnosi na vrijednosti unutar istog reda tablice.

Utvrđene su značajne razlike u prevalenciji koza s dijagnosticiranom subkliničkom upalom vimena ovisno o ostvarenoj laktacijskoj proizvodnji mlijeka. Iz podataka u tablici 43 uočljivo je da je u skupini istraživanih alpina koza s ostvarenom najvišom laktacijskom proizvodnjom mlijeka (više od 1070 kg) utvrđena najveća prevalencija (32,1%) inficiranih koza (u kojih je tijekom laktacije utvrđena upala jedne ili obiju polovica vimena). Najmanja prevalencija (20,9%) inficiranih koza utvrđena je u koza s laktacijskom proizvodnjom od 690 do 1070 kg mlijeka.

Tablica 43. Zastupljenost alpina koza s dijagnosticiranom upalom vimena ovisno o količini mlijeka proizvedenoga u laktaciji

Pokazatelj	Količina mlijeka proizvedenoga u laktaciji (po grlu)			Razina značajnosti
	<690 kg	690-1070 kg	>1070 kg	
Učestalost inficiranih koza (vimena)	26,1%[ab]	20,9%[a]	32,1%[b]	**P<0,05**

[a,b] Statistička značajnost se odnosi na isti red tablice.

Kao što je uočljivo iz podataka prikazanih u tablici 44, logaritamska vrijednost BSS (log_{10}) bila je u značajnoj (P<0,001) fenotipskoj korelaciji s količinom dnevno proizvedenoga mlijeka, kao i sa kemijskim sastavom kozjeg mlijeka (svi analizirani sastojci, (P<0,001).

Tablica 44. Koeficijenti fenotipskih korelacija između broja somatskih stanica (log_{10} BSS), proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka

Pokazatelj	Broj somatskih stanica (log_{10} BSS)
Dnevna proizvodnja mlijeka	**-0,22*** **
Suha tvar	**0,26*** **
Bezmasna suha tvar	**0,22*** **
Mliječna mast	**0,25*** **
Bjelančevine	**0,36*** **
Laktoza	**-0,24*** **

*** P<0,001.

Nastavno na prethodno prikazane koeficijente fenotipskih korelacija (tablica 44), u sljedećoj tablici razvidan je kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na BSS utvrđen u pojedinačnim uzorcima mlijeka (tablica 45). Uzorci kozjeg mlijeka s više od 2 milijuna somatskih stanica/mL bili su najbogatijeg prosječnog (P<0,001) kemijskog sastava, dok je kemijski sastav uzoraka s manje od $500x10^3$ stanica/mL mlijeka bio u prosjeku najsiromašniji.

Tablica 45. Kemijski sastav mlijeka alpina koza s obzirom na utvrđeni broj somatskih stanica u uzorcima mlijeka pojedinačnih mliječnih žlijezdi[1]

Sastojak mlijeka	BSS/mL mlijeka (LSM±SE)				Razina značajnosti
	do 500x10^3	od 501x10^3 do 1000x10^3	od 1001x10^3 do 2000x10^3	Više od 2000x10^3	
Suha tvar (%)	11,25±0,08^a	11,42±0,10^{ab}	11,65±0,11^b	12,01±0,11^c	**P<0,001**
Bezmasna suha tvar (%)	8,19±0,03^a	8,22±0,05^{ab}	8,34±0,05^b	8,57±0,05^c	**P<0,001**
Mliječna mast (%)	3,02±0,04^a	3,15±0,06^{ab}	3,23±0,07^b	3,47±0,07^c	**P<0,001**
Bjelančevine (%)	3,00±0,03^a	3,10±0,05^{ab}	3,21±0,05^b	3,44±0,05^c	**P<0,001**
Laktoza (%)	4,20±0,03^a	4,15±0,05^{ab}	3,21±0,05^b	3,44±0,05^c	**P<0,001**

[1]BSS prikazan u tablici utvrđen je kao srednja vrijednost BSS utvrđenih u uzorcima mlijeka iz pojedinačnih mliječnih žlijezdi po pojedinom grlu u pojedinoj kontroli zdravlja vimena alpina koza.

LSM±SE – prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška.

^{a,b,c}Vrijednosti u istom redu označene različitim slovom značajno se razlikuju.

5. RASPRAVA

5.1. Morfologija vimena alpina koza

Različite pasmine koza se odlikuju različitim oblikom vimena tako da razvijenost, građa i oblik vimena često predstavljaju pasminsku odliku budući da je isto često predodređeno genotipom koze (Mioč i sur., 2008). Ujednačenost (uniformnost) oblika vimena izraženija je u tipičnih mliječnih pasmina koza u odnosu na pasmine kombiniranog proizvodnog tipa, odnosno pasmine niže učinkovitosti u proizvodnji mlijeka. To je logično obzirom na dugotrajnu selekciju mliječnih pasmina na svojstva muznosti i prikladnost (strojnoj) mužnji pri čemu su grla s neprikladnim vimenom za mužnju izlučivana iz proizvodnje. U predmetnom je istraživanju vizualnom procjenom u alpina koza determinirano postojanje dva tipa vimena podjednake zastupljenosti (kruškoliko i ovalno). Primjerice, u zapadnoafričke patuljaste koze (West African Dwarf) James i sur. (2009) su utvrdili postojanje tri različita oblika vimena (ovalno, okruglo i kruškoliko). Istražujući Serrana koze Margatho i sur. (2020) su također utvrdili postojanje tri oblika vimena, i to okruglog, kruškolikog te cilindričnog (obješenog). Navedeno je u skladu s navodima Prpića (2011) koji zaključuje na temelju rezultata vlastistog istraživanja da je u tipičnih mliječnih pasmina ovaca u odnosu na pasmine kombiniranog proizvodnog tipa, odnosno pasmine niže učinkovitosti u proizvodnji mlijeka, prisutna veća ujednačenost vimena s obzirom na njihov oblik što objašnjava dugotrajnom selekcijom mliječnih genotipova na svojstva muznosti, a samom time i na prikladnost vimena (strojnoj) mužnji. Međutim, Senthilkumar i sur. (2019) su u tipične mesne pasmine Boer utvrdili postojanje vimena isključivo cilindričnog oblika, dok Kouri i sur. (2019) navode da većina koza beduinske pasmine ima okruglo vime.

Predmetnim je istraživanjem u koza alpina pasmine utvrđeno je postojanje tri različita oblika sisa i to: ljevkaste (najzastupljenije), cilindrične te sise u obliku boce. Između tri navedena oblika sisa utvrđene su znatne razlike u njihovoj duljini, širini te kutu. Prosječno su najveće (s obzirom na duljinu i širinu) bile sise oblika boce koje su ujedno bile položene pod najmanjim prosječnim kutom u odnosu na sise druga dva oblika. Slično rezultatima predmetnog istraživanja za alpina koze, Kouri i sur. (2019) utvrdili su u koza lokalne afričke pasmine postojanje sisa ljevkastog oblika, zatim sisa čiji je vrh u obliku boce te sisa cilindričnog oblika. Istražujući fenotipske odlike različitih genotipova (križanki) Montaldo i sur. (1993) su utvrdili postojanje sisa ljevkastog oblika, sisa u obliku boce, sisa cilindričnog oblika te sisa oblika balona. Sukladno pravilima predloženima od strane ICAR-a (2018) za linearnu ocjenu vanjštine koza, a koje obuhvaćaju i svojstva vimena, dogovoren je opisni oblik sisa od jako širokih (ljevkastih) do jako uskih (cilindričnih).

Istraživanjem obuhvaćene alpina koze su se odlikovale većim i razvijenijim vimenom (glede utvrđenog opsega, dubine i širine vimena) nego je utvrđeno u grla iste pasmine uzgajanih u Sloveniji (Cividini i sur., 2016), zatim u Rohilkhandi koza (Upadhyayi sur., 2014), koza pasmine Serrana (Margatho i sur., 2020), beduinske koze (Kouri i sur., 2019) i Boer koze (Senthilkumar i sur., 2019).

Prosječne vrijednosti utvrđenih morfoloških odlika sisa alpina koza približno su jednake onima koje su utvrdili Manfredi i sur. (2001) i Cividini i sur. (2016). Nadalje, u Rohilkhandi koza (Upadhyay i sur., 2014) i u Serrana koza (Margatho i sur., 2020) utvrdili su manju vrijednost za udaljenost između sisa odnosno veću vrijednost duljine sisa u odnosu na istraživane alpina koze. Manje vrijednosti morfoloških odlika sisa u odnosu na predmetno istraživanje utvrdili su Kouri i sur. (2019) u Bedouin koza, Peris i sur. (1999) za Murciano-Granadina pasminu koza, Merkhan i sur. (2019) za Meriz koze i Senthilkumar i sur. (2019) za Boer koze te su ujedno utvrdili razliku u prosječnoj duljini sisa lijeve i desne strane vimena kako muženih tako i nemuženih koza.

5.1.1. Čimbenici morfologije vimena

Prema rezultatima istraživanjima različitih autora (Mavrogenis i sur., 1989; Montaldo i Martinez-Lozano, 1993; Capote i sur., 2006; Lérias i sur., 2014; Upadhyay i sur., 2014; Atay i Gokdal, 2016; Assan, 2020) na izgled, veličinu i razvijenost vimena, osim genotipa koze, utječe redoslijed laktacije, stadij laktacije, broj jaradi u leglu te učestalost ispražnjavanja vimena (učestalost mužnje/sisanja).

Povećanjem redoslijeda laktacije vime alpina koza bilo je razvijenije, što potvrđuju i rezultati istraživanja Montaldo i Martinez-Lozano (1993) i Upadhyay i sur. (2014). Naime, najveće vrijednosti mjera vimena utvrđene su u starijih alpina koza (u četvrtoj i kasnijim laktacijama). Sukladno utvrđenim rezultatima, Montaldo i Martinez–Lozano (1993) navode da vime koza prvojarki ima kraće sise i manji opseg te da proizvode manje mlijeka u odnosu na višejarke. Isti autori navode da je u koza prve laktacije utvrđena znatno veća udaljenost sisa od poda u odnosu na koze višeg redoslijeda laktacije.

Utvrđen je značajan utjecaj broja ojarene jaradi i legla na pojedine mjere vimena i sisa istraživanih alpina koza (na opseg i dubinu vimena te duljinu i širinu sisa). Za mjere: širina vimena, udaljenost između vrhova sisa i kut sisa u koza nije utvrđen značajan utjecaj. Sukladno navedenom, za pojedina morfološka svojstva i veličinu legla utvrđena je značajna povezanost, a obzirom kako su navedene mjere i jedan od pokazatelja visine proizvodnje, razvidno je kako veći broj jaradi u leglu pozitivno utječe na proizvodnju mlijeka. Akpa i sur.

(2003) te Atay i Gokdal (2016) potvrđuju povezanost veličine legla s mjerama opsega vimena i duljine sisa, dok su Upadhyay i sur. (2014) utvrdili sličan utjecaj broja jaradi u leglu na utvrđene mjere (morfološke) vimena i sisa koza, s izuzetkom duljine sisa. Međutim, suprotno navedenom, Merkhan i Alkass (2011) nisu utvrdili znatne razlike u širini i opsegu kozjeg vimena, udaljenosti između vrhova sisa, širini i duljini sisa između koza različite veličine legla.

Sukladno rezultatima predmetnog istraživanja, Peris i sur. (1999), Elsayed i sur. (2009), Amao i sur (2013) te Idowu i Adewumi (2017) navode smanjenje mjera razvijenosti vimena te kuta sisa i udaljenosti između vrhova sisa usporedno s odmicanjem laktacije mliječnih koza, što objašnjavaju smanjenjem sekrecijske aktivnosti žljezdanog tkiva vimena, odnosno manjom razvijenošću parenhima vimena do koje dolazi s odmicanjem laktacije. Sukladno tome, Cividini i sur. (2016) su u alpina koza utvrdili postojanje negativne korelacije između mjera razvijenosti vimena (dubina i širina vimena) i trajanja laktacije. Pawlina i sur. (2005.) su istraživanjem lokalne bijele pasmine koza u Poljskoj utvrdili da se s odmicanjem laktacije povećava duljina i širina sisa, dok predmetnim istraživanjem nisu utvrđene znatne promjene veličine sisa alpina koza tijekom laktacije.

Utvrđeno je da je tjelesna razvijenost prikazana s određenim tjelesnim mjerama u pozitivnoj i značajnoj korelaciji s morfološkim odlikama vimena i sisa. Navedeno potvrđuju rezultati istraživanja Upadhyay i sur. (2014) i Jena i sur. (2019).

5.2. Proizvodnja mlijeka i kemijski sastav mlijeka alpina koza

Prosječna laktacijska proizvodnja mlijeka dobivena u predmetnom istraživanju je viša u odnosu na laktacijsku proizvodnju mlijeka u sanskih, alpina i togenburških koza u ranije provedenim istraživanjima (Haenlein, 2007).

Mliječna mast je bila najvarijabilniji sastojak kozjeg mlijeka u predmetnom istraživanju što je u skladu s navodima Mioča i Pavić (1991). Naime, poznato je da na sadržaj mliječne masti utječe količina, struktura i sastav dnevnog obroka koza (Currò i sur., 2019). Međutim, Landau i sur. (1993) navode kako sastav obroka ne utječe izravno na sadržaj pojedinih komponenti kemijskog sastava mlijeka, već prvenstveno na količinu izlučenog mlijeka, što posljedično ima utjecaja na sadržaj (%) pojedinih sastojaka kozjeg mlijeka.

Predmetnim istraživanjem utvrđena je negativna povezanost između dnevne, odnosno ukupne laktacijske proizvodnje mlijeka i sadržaja analiziranih sastojaka kozjeg

mlijeka, izuzev laktoze. Sukladno rezultatima predmetnog istraživanja Mioč i sur. (2008) su u alpina i sanskih koza utvrdili postojanje negativne povezanosti između dnevne proizvodnje mlijeka i sadržaja mliječne masti, odnosno sadržaja bjelančevina. Iz navedenog, dakako, proizlazi da je mlijeko bogato najvažnijim sastojcima povezano s nižom sekrecijom (proizvodnjom) mlijeka, što također u svom radu zaključuju Todaro i sur. (2005).

5.2.1. Čimbenici proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka

Istraživanjem alpina koza je utvrđeno kako se s porastom dobi (redoslijeda laktacije) povećava prosječna proizvodnja mlijeka te kako su koze u trećoj laktaciji ostvarile najduže razdoblje sekrecije mlijeka (laktaciju). Slična istraživanja proveli su različiti autori (Margetin i Milerski, 2000; Pavliček i sur., 2006) po kojima najnižu prosječnu dnevnu i laktacijsku proizvodnju mlijeka ostvaruju koze u prvoj laktaciji te kako se prosječna dnevna i laktacijska proizvodnja povećava s povećanjem dobi (redoslijeda laktacije) koza. Suprotno navedenom, Šlyžienė i sur. (2016) navode kako koze lokalne bijele pasmine koza u Češkoj najvišu prosječnu laktacijsku proizvodnju postižu u drugoj laktaciji. Nadalje, iz podataka godišnjeg izvješća Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu (HAPIH, 2020) je razvidno kako uzgojno valjane alpina koze u Hrvatskoj najveću prosječnu laktacijsku proizvodnju ostvaruju u četvrtoj laktaciji, a što je u skladu s rezultatima predmetnog istraživanja. Također, najviša prosječna dnevna proizvodnja mlijeka utvrđena je u koza četvrte (i kasnijih) laktacija, što je usporedivo s rezultatima istraživanja Bendelja Ljoljić (2018). Objašnjenje više proizvodnje mlijeka u laktacijama kasnijeg redoslijeda, odnosno dobi životinje, može se povezati s povećanjem biološke mase životinja uslijed čega se povećava kapacitet probavnog sustava, te mogućnost konzumacije veće količine hrane, a samim time i količine proizvedenoga mlijeka. Naime, ovim istraživanjem je utvrđeno da su tjelesna masa i dubina prsiju istraživanih alpina koza pozitivno povezane s dnevnom i laktacijskom proizvodnjom mlijeka, dok je širina prsa u pozitivnoj korelaciji s količinom mlijeka proizvedenog u laktaciji.

Obzirom na količinu proizvedenoga mlijeka i na prosječni sadržaj analiziranih sastojaka, mlijeko koza u prvoj laktaciji bilo je najbogatijeg prosječnog kemijskog sastava. Naime, koze u prvoj laktaciji imale su najnižu prosječnu dnevnu proizvodnju mlijeka, a poznato je kako je količina proizvedenoga mlijeka u negativnoj korelaciji sa sadržajem većine osnovnih kemijskih sastojaka mlijeka (Pavliček i sur., 2006; Mioč i sur., 2007; Antolić i sur., 2016, Bendelja Ljoljić, 2018). Najviši prosječni sadržaj suhe tvari utvrđen je u mlijeku koza prve laktacije, a slične rezultate utjecaja redoslijeda laktacije navode Antolić i sur.

(2016) i Bendelja Ljoljić (2018). Također, utvrđeno je kako je redoslijed laktacije značajno utjecao i na sadržaj bezmasne suhe tvari u mlijeku iako Agnihotri i Rajkumar (2007) u svom istraživanju navode suprotno. Nadalje, utvrđeno je kako je prosječni sadržaj mliječne masti najviši u koza u prvoj laktaciji, dok Agnihotri i Rajkumar (2007) tvrde da je prosječni sadržaj mliječne masti najviši u koza u četvrtoj laktaciji. Utvrđeno je kako su koze u drugoj laktaciji proizvele najveću prosječnu količinu bjelančevina, dok je najviši prosječni udio laktoze utvrđen u mlijeku koza prve laktacije, dok je Bendelja Ljoljić (2018) utvrdila najviši udio bjelančevina i laktoze u mlijeku koza u trećoj laktaciji.

Najviša dnevna proizvodnja mlijeka alpina koza u predmetnom istraživanju utvrđena je u mjesecu svibnju (ili trećem mjesecu laktacije), dok je najniža prosječna dnevna proizvodnja mlijeka utvrđena u listopadu, odnosno u zadnjem mjesecu laktacije. Slične rezultate kretanja laktacijske krivulje koza utvrdili su i drugi (Anifantakis i Kandarakis, 1980; Antolić i sur., 2016) pri čemu je najveća dnevna proizvodnja mlijeka bila u ranoj laktaciji te kako s odmicanjem laktacije dolazi do smanjenja prosječne dnevne proizvodnje mlijeka. Kędzierska-Matysek i sur. (2013) i Bendelja Ljoljić (2018) navode kako je proizvodnja mlijeka najviša tijekom ljeta, te se smanjuje prema kraju laktacije, a isto se može povezati s količinom i kvalitetom hranidbe mliječnih koza. U ranom stadiju laktacije, odnosno u početnom razdoblju mužnje, hranidba koza temelji se na sjenaži, silaži i krepkim krmivima, a u proljeće i tijekom ljeta koze borave na pašnjaku i konzumiraju svježu voluminoznu krmu (pašu) koja doprinosi povećanju prosječne dnevne količine mlijeka.

Jedan od temeljnih čimbenika koji utječe na kemijski sastav kozjeg mlijeka je stadij laktacije (Idowu i Adewumi., 2017). Prema rezultatima predmetnog istraživanja, najveće prosječne vrijednosti kemijskog sastava mlijeka utvrđene su u ranom stadiju laktacije (u ožujku), dok je najsiromašniji prosječni kemijski sastav mlijeka (izuzev sadržaja laktoze) utvrđen u srednjem stadiju laktacije (u srpnju). Dobiveni rezultati su bili očekivani obzirom na utvrđenu nižu proizvodnju mlijeka na početku i kraju laktacije, a sadržaj kemijskih sastojaka obrnuto je proporcionalan dnevnoj količini proizvedenoga mlijeka, što potvrđuju i utvrđeni negativni koeficijenti korelacije između sadržaja analiziranih sastojaka mlijeka i dnevne proizvodnje mlijeka. Antolić i sur. (2016) navode da je mlijeko proizvedeno u kasnijem stadiju laktacije bogatijeg prosječnog kemijskog sastava, dok Guo i sur. (2001) tvrde kako osnovni kemijski sastojci mlijeka najvišu vrijednost (u %) dostižu u početku laktacije, nakon čega se smanjuju da bi se prema kraju laktacije ponovno povećavali. Anifantakis i Kandarakis (1980) navode da je sadržaj mliječne masti i bjelančevina visok na početku laktacije, nešto niži sredinom laktacije, a povećava se prema kraju laktacije, što je istovjetno s rezultatima predmetnog istraživanja.

Utvrđeno je kako je veličina legla jedan od važnih izvora varijabilnosti te utječe na proizvodnju i kemijski sastav kozjeg mlijeka. U istraživanih alpina koza s dvoje ili više jaradi u leglu utvrđena je značajno viša laktacijska proizvodnja te viša prosječna dnevna proizvodnja mlijeka u odnosu na koze koje su ojarile jedno jare. Slično su utvrdili Žan Lotrič i sur. (2017) te Gamit i sur. (2019), prema kojima je veličina legla pozitivno povezana s proizvedenom količinom mlijeka u koza. Navedeno se može, između ostalog, pripisati većoj koncentraciji hormona (placentalni laktogen) u koza s više jaradi koji priprema vime do faze laktacije utječući tako na veću sekreciju mlijeka nakon jarenja (Haldar i sur., 2013). Nasuprot navedenom Olechnowicz i Sobek (2008) i Bendelja Ljoljić (2018) naglašavaju kako su alpina koze s troje jaradi u leglu proizvele osjetno više mlijeka u odnosu na koze s jednim jaretom. Na temelju navedenog proizlazi da su viši udjeli osnovnih kemijskih sastojaka u mlijeku koza s jednim jaretom posljedica rjeđeg pražnjenja vimena i niže razine proizvodnje (sekrecije) mlijeka, iako su u svom istraživanju Olechnowicz i Sobek (2008) utvrdili da su koze s brojnijim leglom proizvodile mlijeko s višim prosječnim sadržajem bjelančevina i laktoze u odnosu na koze s jednim ojarenim jaretom u leglu.

Potvrđeno je kako tjelesni okvir životinje utječe na količinu proizvedenog mlijeka, obzirom da veće životinje imaju veći kapacitet probavnih organa i shodno tome imaju veći kapacitet konzumacije hrane, a poznato je da je hranidba najvažniji negenetski čimbenik proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka (Mioč i Pavić, 2002). Utvrđena je značajna pozitivna korelacija između pokazatelja tjelesne razvijenosti i proizvodnje mlijeka. To je u skladu s rezultatima istraživanja Merkhana (2019) provedenog na kozama pasmine Meritz kojim je utvrđena umjereno visoka i pozitivna korelaciju između mjera tjelesne razvijenosti i proizvodnje mlijeka (osobito između opsega vimena i proizvodnje mlijeka).

5.3. Zdravlje mliječne žlijezde alpina koza

Zdravlje mliječne žlijezde jedan je od temeljnih čimbenika nesmetane proizvodnje mlijeka, što čini osnovu uzgoja mliječnih životinja. Mastitis je, osobito njegov subklinički oblik, najčešća i najskuplja bolest u stadima muznih koza jer intramamarne infekcije, osim što su veliki zdravstveni problem u oboljelih životinja, uzrokuju i velike gospodarske gubitke u proizvodnji kozjeg mlijeka te predstavljaju mogući rizik za potrošače mliječnih proizvoda (Moroni i sur., 2005).

U 10,6% pretraženih uzorka mlijeka alpina koza izoliran je patogeni uzročnik mastitisa, što je također znatno manje u odnosu na ranijim istraživanjima utvrđenu prevalenciju (Contreras i sur., 1999; Moroni i sur., 2005) intramamarnih infekcija vimena u alpina koza (od 34 do 50% mikrobiološki pozitivnih uzoraka). U 25,18% istraživanih alpina koza dijagnosticirana je upala vimena, što je znatno manje od vrijednosti koje su utvrdili Leitner i sur. (2004) istraživanjem različitih pasmina mliječnih koza (od 35 do 70%, ovisno o genotipu istraživanih koza). U alpina koza najčešće su izolirane bakterije – patogeni uzročnici mastitisa bili koagulaza-negativni stafilokoki (KNS) te *Staphylococcus aureus,* što je usporedivo s navodima Samaržije i sur. (2007), koji ističu upravo koagulaza-negativne stafilokoke kao najčešće uzročnike subkliničkog mastitisa u koza. Također, navedeno je u skladu s rezultatima istraživanja provedenog na alpina, sanskim i anglo-nubijskim kozama (Contreras i sur., 1999) u kojih je KNS izoliran kao najviše zastupljena skupina bakterija (66,7%), odnosno s rezultatima istraživanja Moroni i sur. (2005) provedenom na lokalnim takojanskim pasminama koza, u kojih je također KNS bila najzastupljenija skupina uzročnika upala mliječne žlijezde (80,7%).

Povišeni broj somatski stanica u mlijeku može upućivati na promjenu zdravstvenog stanja vimena te je jedan od indikatora infekcije, odnosno upale mliječne žlijezde koza (Muggli, 1993; Mulc i sur., 2007). Iako su Antunac i sur. (1997a) utvrdili značajan utjecaj infekcije mliječne žlijezde na BSS, Hussein i sur. (2020) navode kako nije utvrđena značajna razlika između srednje vrijednosti BSS u bakteriološki pozitivnim i negativnim uzorcima. To upućuje na zaključak kako broj somatskih stanica nije odgovarajući (potpuno pouzdan) pokazatelj upale mliječne žlijezde u koza te je jedini ispravni pokazatelj upale bakteriološki pregled mlijeka i izolacija patogenog uzročnika mastitisa. U prilog ovome, povećani broj somatskih stanica u kozjem mlijeku ne mora nužno biti pokazatelj upale mliječne žlijezde ili poremećaja sekrecije, već može biti fiziološke prirode, s obzirom da je BSS u koza pod utjecajem brojnih nepatogenih (fizioloških) čimbenika (Zeng i Escobar, 1995).

Najveći geometrijski prosjek BSS utvrđen je u uzorcima s izoliranim *Staphylococcus aureus,* što je u skladu s istraživanjima Kalogridou-Vassiliadou (1991), Lerondelle i sur., (1992) i Contreras i sur. (2003) provedenim na različitim (pretežno lokalnim mediteranskim) pasminama koza. Međutim, Poutrel i Lerondelle (1983) su utvrdili znatno niže vrijednosti BSS u uzorcima mlijeka iz inficiranih polovica vimena, i to neovisno o vrsti izolirane bakterije - patogena, nego je utvrđeno predmetnim istraživanjem.

U mlijeku istraživanih alpina koza najveći broj somatskih stanica utvrđen je sredinom laktacije, prvenstveno kao posljedica činjenice da je upravo sredinom laktacije (srednji stadij, od 100. do 200. dana laktacije) utvrđena najveća prevalencija intramamarnih infekcija. Suprotno su utvrdili Antunac i sur. (1997a) i Hussein i sur. (2020), koji navode kako se BSS u mlijeku koza povećava usporedno s odmicanjem laktacije tako da BSS poprima najviše vrijednosti u kasnoj fazi laktacije. Ferdous i sur. (2018), međutim, su utvrdili najveću učestalost infekcije vimena u ranom stadiju laktacije lokalnih afričkih koza.

Alpina koze koje su ojarile jedno jare imale su veću prevalenciju subkliničkog mastitisa u odnosu na koze s brojnijim leglom (premda bez statističke značajnosti), što se može usporediti s rezultatima istraživanjima McDougall i sur. (2002) (provedenog na različitim pasminama ovaca) i Begum i sur. (2016) (provedenom na crnoj bengalskoj i Jamnapari kozi), prema kojima je prevalencija subkliničkog mastitisa manja u muznih grla s većim leglom. McDougall i sur. (2002) navode potkrepljuju tvrdnjom kako velika učestalost sisanja u brojnih legala može rezultirati visokom stopom samoizlječenja mastitisa u ovaca. U istraživanjima povezanosti veličine legla i broja somatskih stanica, Olechnowicz i Sobek (2008) su utvrdili kako je veličina legla značajan čimbenik BSS u kozjem mlijeku.

5.4. Međupovezanost morfologije vimena, proizvodnje mlijeka i zdravlja mliječne žlijezde alpina koza

5.4.1. Povezanost morfologije vimena i proizvodnje mlijeka alpina koza

Dostupnih literaturnih navoda (istraživanja) o povezanosti oblika kozjeg vimena s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka je relativno malo. Horak (1971) je utvrdio podjednaku laktacijsku proizvodnju mlijeka između sanskih koza različitog oblika vimena (okrugao i ovalan), što je slično rezultatima predmetnog istraživanja utvrđenim na kozama alpina pasmine različitog redoslijeda laktacije. Međutim, autor navodi da su sanske koze obješenog vimena ostvarile najvišu prosječnu laktacijsku proizvodnju mlijeka što ste može pojasniti činjenicom da mlječnije koze imaju vime većeg volumena, koje svojom masom opterećuje suspenzorni sustav vimena, što utječe na obješenost vimena. Međutim, suprotno tome, Szymanowska i sur. (2010) su utvrdili kako su koze obješenog vimena ostvarile najnižu prosječnu laktacijsku proizvodnju mlijeka, uz napomenu autora da se radilo o asimetrično razvijenim vimenima (nejednako razvijene polovice vimena). Također, u skladu s rezultatima ovog istraživanja, Vacca i sur. (2016) nisu utvrdili značajne razlike u prosječnoj dnevnoj i laktacijskoj proizvodnji mlijeka i trajanju laktacije koza različitog oblika vimena, kao niti u pogledu prosječnog kemijskog sastava mlijeka.

Predmetnim istraživanjima utvrđene su značajne razlike u ostvarenoj prosječnoj proizvodnji mlijeka alpina koza različitog oblika sisa. Kouri i sur. (2019) nisu utvrdili povezanost oblika sisa (oblik boce i cilindrične) i proizvodnje mlijeka u afričke pasmine koza kombiniranih proizvodnih odlika. Schulz i sur. (1999) su utvrdili da su koze koje imaju obješeno vime i sise u obliku boce koje su bile bliže podu imale niži sadržaj laktoze u mlijeku od koza sa sisama drugačijeg oblika, premda predmetnim istraživanjem nije utvrđena povezanost između oblika sisa i kemijskog sastava mlijeka alpina koza.

Utvrđena je značajna povezanost proizvodnje mlijeka i oblika sisa dok su Keskin i sur. (2007) utvrdili značajnu pozitivnu korelaciju između mjera vimena (dubine i širine) i količine proizvedenoga kozjeg mlijeka. Peris i sur. (1999) utvrdili su pozitivne koeficijente korelacije između količine proizvedenoga mlijeka i volumena vimena, između duljine sisa i protoka mlijeka, te između količine proizvedenoga mlijeka i trajanja mužnje.

El-Gendy i sur. (2014) su zaključili kako je povezanost morfologije kozjeg vimena s mliječnošću uvjetovana pasminom. Predmetnim istraživanjem utvrđeno je kako su mjere vimena pozitivno povezane s količinom proizvedenoga mlijeka alpina koza, što je u skladu s rezultatima brojnih istraživanja (Montaldo i Martinez-Lozano, 1993; Capote i sur., 2006; Keskin i sur., 2007; Cedden i sur.; 2008; Upadhyay i sur., 2014). Navedeni rezultati su i

očekivani s obzirom na činjenicu da su veličina i razvijenost vimena jedna od najuočljivijih vanjskih odlika mliječnosti koza (Mioč i Pavić, 2002). U alpina koza utvrđena je pozitivna povezanost ne samo između mjera vimena i proizvodnje mlijeka, već i između većine ostalih odlika sisa (osim duljine sisa) i proizvodnje mlijeka pri čemu je, dakle, s povećanjem mliječnosti koza utvrđeno povećanje veličine i kuta sisa, kao i međusobne udaljenosti vrhova sisai. Slično su utvrdili i mnogi drugi autori (Montaldo i Martinez-Lozano, 1993; Keskin i sur., 2007; McLaren i sur., 2016; Léo i sur., 2018). Međutim, Capote i sur. (2006) su utvrdili slabu povezanost (nisku korelaciju) između većine istraživanih morfoloških odlika vimena i količine proizvedenoga kozjeg mlijeka.

Cedden i sur. (2008) u svom istraživanju su utvrdili visoke korelacije između morfoloških oslika vimena i količinom proizvedenoga mlijeka (r = 0,6 – 0,8), ali i povezanost morfologije vimena i kemijskog sastava mlijeka. Autori navode da s povećanjem veličine vimena i sisa dolazi do smanjenja udjela mliječne masti u mlijeku što je usporedivo (slično) s rezultatima predmetnog istraživanja. Navedeno, dakako, proizlazi iz postojanja pozitivne korelacije između morfoloških odlika vimena i proizvodnje mlijeka, odnosno korelacije između proizvedene količine mlijeka alpina koza i kemijskog sastava mlijeka (većine analiziranih sastojaka suhe tvari mlijeka). Međutim, predmetnim istraživanjem mjera duljina sisa alpina koza utvrđeno je kako ista nije bila značajno povezana s količinom proizvedenoga mlijeka niti sa sadržajem pojedinih sastojaka mlijeka, što je sukladno rezultatima prethodnih istraživanja (Peris i sur., 1999; Pawlina i sur., 2005).

5.4.2. Povezanost morfologije vimena s pokazateljima zdravlja mliječne žlijezde alpina koza

U mlijeku alpina koza ovalnog oblika vimena utvrđen je značajno veći broj somatskih stanica u odnosu na mlijeko koza kruškolikog oblika vimena, što, barem dijelom, proizlazi iz činjenice da je u jedinki ovalnog oblika vimena utvrđena veća učestalost intramamarnih infekcija. Margatho i sur. (2020) su došli do sličnih rezultata istraživanjem koza pasmine Serrana, pri čemu su koze s vimenom ovalnog oblika proizvele mlijeko s prosječno najviše somatskih stanica u odnosu na jedinke kruškolikog, odnosno okruglog oblika vimena. Međutim, u literaturi dostupni rezultati istraživanja koja se odnose na povezanost oblika kozjeg vimena i određenih pokazatelja njegova zdravlja prilično su varijabilni. Naime, Vacca i sur. (2016) su utvrdili da mlijeko sardinijske koze kruškolikog oblika vimena ima više somatskih stanica nego mlijeko koza ovalnog vimena. Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su istraživanjem vimena triju različitih genotipova muznih koza utvrdili da je mlijeko

dobiveno iz vimena okruglog oblika sadržavalo najnižu prosječnu ocjenu na temelju reakcije s California mastitis reagensom u usporedbi s mlijekom koje potječe iz drugačijih oblika vimena.

Suprotno rezultatima predmetnog istraživanja, Rupp i sur. (2011) nisu utvrdili značajnu povezanost oblika sisa alpina koza s BSS, dok u kasnije provedenom istraživanju Pajor i sur. (2014) navode da alpina koze ljevkastog oblika sisa imaju veću vjerojatnost nastanka intramamarne infekcije u odnosu na jedinke (grla) cilindričnog oblika sisa. Međutim, usporedivo s rezultatima ovog istraživanja, Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su u različitih mliječnih genotipova utvrdili da mlijeko dobiveno od koza sa sisama u obliku boce ima znatno veće vrijednosti California mastitis testa nego mlijeko koza s ljevkastim, odnosno cilindričnim oblikom sisa, a slično su utvrdili Schulz i sur. (1999) za srnastu pasminu koza.

Predmetnim je istraživanjem utvrđena najveća prevalencija subkliničkog mastitisa i ujedno najviše somatskih stanica u mlijeku koza ovalnog oblika vimena, što se može pojasniti činjenicom da su vimena ovalnog oblika bila značajno manjeg opsega te da su imala sise značajno manje veličine, postavljene pod manjim kutom nego je utvrđeno u vimena kruškolikog oblika. Naime, iz utvrđenih koeficijenata korelacija između analiziranih mjera vimena i BSS razvidno je da je s povećanjem veličine sisa, kao i kuta sisa, došlo do smanjenja broja somatskih stanica u mlijeku alpina koza. Navedeno ide u prilog navodima Schulz i sur. (1999) kako je u muznih koza najvažniji (morfološki) čimbenik zdravlja vimena udaljenost sisa od poda. Do sličnih spoznaja došli su Cedden i sur. (2008) koji navode da su veće sise te sise koje su postavljene pod manjim kutom (okomitije) bliže podu, a poznato je da je ulazak bakterija u sisni kanal dodatno olakšan kontaktom sisa s podlogom.

Osim oblikom sisa, istraživanjem utvrđena značajna povezanost oblika sisa i pokazatelja zdravlja mliječne žlijezde alpina koza (BSS u mlijeku, prevalencija intramamarnih infekcija) može se, barem djelomično, objasniti i činjenicom da su sise u obliku boce (u kojih je utvrđena najveća prevalencija mastitisa, odnosno najveći BSS) bile najvećih prosječnih dimenzija te postavljene pod najmanjim kutom te najbliže jedna drugoj (najmanja prosječna udaljenost između vrhova sisa) u odnosu na ostale determinirane oblike sisa alpina koza. Navedeno se može dovesti u vezu s udaljenošću sisa od poda (Schulz i sur., 1999), što je sukladno navodima Rupp i sur. (2011) prema kojima su kraće i uže sise povezane s nižim brojem somatskih stanica u mlijeku sanskih koza. Iz navedenog se nameće potreba implementacije mjerenja udaljenosti vrhova sisa od poda u budućim istraživanjima.

Može se također pretpostaviti da u sisa većih dimenzija dolazi do češćeg ozljeđivanja i iritacije sisnog tkiva uslijed strojne mužnje, odnosno da sise većeg promjera imaju veći promjer sisnog kanala čime je olakšan ulazak patogenih mikroorganizama u mliječne žlijezde. Navedeno potvrđuju rezultati predmetnog istraživanja, gdje je u alpina koza koje su početkom istraživanja imale dulje sise, tijekom laktacije utvrđena veća vjerojatnost nastanka intramamarne infekcije nego u grla kraćih sisa.

Vimena u kojih tijekom laktacije nije bila utvrđena infekcija patogenim mikroorganizmom, odlikovala su se značajno manjim opsegom nego vimena s dijagnosticiranom infekcijom, dok u pogledu ostalih odlika razlike nisu bile značajne, premda su se vimena s dijagnosticironom infekcijom odlikovala također većim vrijednostima svih ostalih odlika vimena i sisa, što je usporedivo s rezultatima istraživanja Margatho i sur (2020). U prilog navedenome ide i činjenica da je u alpina koza s najvišom ostvarenom laktacijskom proizvodnjom mlijeka utvrđena upravo najveća učestalost jedinki s dijagnosticiranom infekcijom vimena, odnosno da su vimena mliječnih koza veće i razvijenija u odnosu na manje mliječna grla, što je, uostalom, potvrđeno rezultatima istraživanja.

Montaldo i Martinez-Lozano (1993) te Castañeda-Bustos i sur. (2017) navode da se morfološke odlike vimena i sisa sve češće ističu kao čimbenici ranog izlučenja mliječnih koza, te su ujedno koze većeg opsega vimena manje sklone pojavi mastitisa. Također, u alpina koza obuhvaćenih predmetnim istraživanjem koje su početkom laktacije (razdoblja mužnje) imale vime većeg opsega utvrđena je značajno manja vjerojatnost nastanka upala vimena tijekom laktacije. Slično zaključuju na temelju vlastitih rezultata Santos i sur. (2015).

5.4.3. Povezanost pokazatelja zdravlja mliječne žlijezde s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka alpina koza

Antunac i sur. (1997b) navode kako povećanje broja somatskih stanica rezultira smanjenjem količine proizvedenoga (sintetiziranog) koje je ujedno promijenjenog kemijskog sastava (te promjenjenih fizikalnih i tehnoloških osobina mlijeka). Usporedivo s time, u predmetnom je istraživanju utvrđeno da su uzorci mlijeka alpina koza sa manje od dva milijuna somatskih stanica (u 1 mL) bili najbogatijeg prosječnog kemijskog sastava, što proizlazi iz ovim istraživanjem utvrđenog postojanja negativne korelacije broja somatskih stanica s količinom sintetiziranog (namuženog) mlijeka. Također, Podhorecká i sur. (2021) također su utvrdili da kozje mlijeko s povišenim brojem somatskih stanica (>1.000.000/mL)

sadrži veći % bjelančevina i bezmasne suhe tvari nego mlijeko s manje (600.000) somatskih stanica/mL.

Unatoč utvrđenoj negativnoj korelaciji između broja somatskih stanica i (dnevne) proizvodnje mlijeka, alpina koze s utvrđenom upalom mliječne žlijezde ostvarile su neznatno manju proizvodnju. Naime, u istraživanom stadu koza utvrđena je relativno niska učestalost intramamarnih infekcija (svega oko 10% bakteriološki pozitivnih uzoraka) pa očito nije došlo do značajnijeg utjecaja infekcije na proizvedenu količinu mlijeka. Također, treba istaknuti da je najveća učestalost koza s dijagnosticiranom infekcijom vimena utvrđena upravo u skupini alpina koza s najvećom proizvodnjom mlijeka. Povezano s time, koze s upalom vimena su proizvele mlijeko s bogatijim prosječnim kemijskim sastavom (osim laktoze), dok razlike u odnosu na mlijeko koza zdravog vimena nisu bile značajne (osim u pogledu sadržaja bjelančevina). Leitner i sur. (2004), međutim, navode kako je u koza s dijagnosticiranim mastitisom proizvodnja mlijeka značajno viša u zdravoj polovici vimena (0,98 kg po mužnji) u odnosu na inficiranu polovicu (0,69 kg po mužnji). Leitner i sur. (2004) su utvrdili da je sadržaj laktoze u mlijeku iz inficirane polovice vimena niži u odnosu na mlijeko iz zdrave polovice (mliječne žlijezde), dok je sadržaj bjelančevina viši u inficiranoj u odnosu na zdravu polovicu mliječne žlijezde, i to prvenstveno zahvaljujući višoj sintezi sirutkinih bjelančevina u inficiranoj polovici vimena. Međutim, predmetnim istraživanjem na alpina kozama to nije bilo moguće preciznije utvrditi, budući da se praćenje proizvodnje mlijeka (utvrđeno kontrolom mliječnosti koza) odnosilo na cijelo vime, a ne na količinu sintetiziranog mlijeka po svakoj pojedinoj polovici vimena, i na taj način je „zamaskiran“ ili ublažen eventualni utjecaj upale mliječne žlijezde na količinu i kemijski sastav namuženog mlijeka.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenog istraživanja može se zaključiti:

1. Utvrđen je značajan utjecaj redoslijeda i stadija laktacije te veličine legla na većinu analiziranih morfoloških odlika vimena, dok su dubina i širina vimena te veličina sisa bile pozitivno povezane s utvrđenim pokazateljima tjelesne razvijenosti alpina koza (dubina i obujam prsiju, tjelesna masa).
2. Na temelju gotovo svih analiziranih odlika (mjera) vimena i sisa može se procijeniti mliječnost alpina koza (izuzev kuta i duljine sisa), pri čemu su opseg, dubina i širina vimena bili najpouzdaniji procjenitelji laktacijske proizvodnje mlijeka.
3. Nije utvrđena značajna povezanost između determiniranih oblika vimena alpina koza i proizvodnje mlijeka.
4. Koze sa sisama u obliku boce ostvarile su značajno višu prosječnu dnevnu i laktacijsku proizvodnju mlijeka u odnosu na koze sa sisama ljevkastog i cilindričnog oblika. Sise oblika boce bile su značajno veće te postavljene horizontalnije i s većom udaljenošću jedna od druge u odnosu na sise drugačijih oblika.
5. Najveća količina proizvedenoga mlijeka utvrđena je u koza velikog i razvijenog vimena (obzirom na utvrđeni opseg, dubinu i širinu), sa sisama većih dimenzija (obzirom na utvrđenu duljinu i širinu) koje su postavljene pod višim kutom i međusobno udaljenijih vrhova.
6. S obzirom na utvrđeni oblik vimena, odnosno oblik sisa, najmanja prevalencija mliječnih žlijezdi s dijagnosticiranim subkliničkim mastitisom, kao i najmanji BSS u mlijeku utvrđen je u koza kruškolikog oblika vimena te u koza sa sisama cilindričnog oblika.
7. Povećanjem dubine vimena te veličine sisa, kao i smanjenjem kuta sisa i udaljenosti između vrhova sisa došlo je do značajnog povećanja BSS što se može povezati i sa smanjenjem udaljenosti sisa od tla.
8. Najveća učestalost nastanka intramamarne infekcije utvrđena je u koza sa najdužim sisama (>6,5 cm), dok je, sa stanovišta zdravlja vimena, najoptimalnija duljina sisa bila od 5,5 do 6 cm.

7. POPIS LITERATURE

1. Agnihotri M.K., Rajkumar V. (2007). Effect of breed, parity and stage of lactation on milk composition of Western region goats of India. International Journal of Dairy Science 2 (2): 172-177. doi: 10.3923/ijds.2007.172.177.
2. Akers R.M. (2002). Lactation and the Mammary Gland. Blackwell Publishing, Ames, Iowa.
3. Akpa G.N., Asiboro O.E., Oni O.O. (2003). Relationships among udder and teat size characteristics with milk yield in Red Sokoto goats. Tropical Agriculture 80 (2): 114-117.
4. Alsheikh (2013). Prediction of Daily Milk Yield Using Different Body Measurements of Shami Goats in Sinai, Egypt. American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Sciences 13 (2): 218-221.
5. Amao A.O., Osinowo O.A., Onwuka C.F.I., Abiola S.S., Dipeolu M.A. (2003). Evaluation of udder traits in West African Dwarf goats. Nigerian Journal of Animal Production 30 (2): 246-252.
6. Anderson R.R., Harness J.R., Snead A.F., Salah M.S. (1981). Mammary growth pattern in goats during pregnancy and lactation. J. Dairy Sci. 64 (3): 427-432. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(81)82589-1.
7. Anifantakis E., Kandarakis J.G. (1980). Contribution to the study of the composition of goat's milk. Milchwissenschaft 35 (10): 617-619.
8. Antolić M., Prpić Z., Vnučec I., Jurković D., Mioč B. (2016). Laktacijske promjene proizvodnje i kakvoće mlijeka alpina koza. U: Proceedings: 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture (Pospišil M., ur.), Opatija, Hrvatska, 351-355.
9. Antunac N. (1990). Proizvodnja i sastav mlijeka koza alpina i sanske pasmine. Mljekarstvo 40 (6): 151-158.
10. Antunac N., Havranek J. (2013). Mlijeko – kemija, fizika i mikrobiologija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
11. Antunac N., Havranek J., Samaržija D. (1997a). Somatske stanice u kozjem mlijeku. Mljekarstvo 47 (2): 123-134.
12. Antunac N., Lukač-Havranek J., Samaržija D. (1997b). Somatske stanice i njihov utjecaj na kakvoću i preradu mlijeka. Mljekarstvo 47 (3): 183-193.
13. Antunac N., Samaržija D. (2000). Proizvodnja, sastav i osobine kozjeg mlijeka. Mljekarstvo 50 (1): 53-66.
14. Assan N. (2020). Morphology and its relationship with reproduction and milk production in goat and sheep. Scientific Journal of Zoology 9 (2): 123-137.

15. Atay O., Gokdal Ö. (2016). Some production traits and phenotypic relationships between udder and production traits of Hair goats. Indian Journal of Animal Research 50 (6): 983-988. doi: 10.18805/ijar.9634.
16. Ayadi M., Caja G., Such X., Knight C.H. (2003). Use of ultrasonography to estimate cistern size and milk storage at different milking intervals in the udder of dairy cows. J. Dairy Res. 70 (1): 1-7. doi: 10.1017/s0022029902005873.
17. Adam Z.E.A. Ragab G.A.N., Awaad A.S., Tawfiek M.G., Maksoud M.K.M. (2019). Gross anatomy and ultrasonography of the udder in goat. Journal of Morphological Sciences 34 (3): 137-142.
18. Begum M., Hossain M., Ershaduzzaman M., Alam M. (2016). Epidemiological studies on subclinical mastitis in dairy goats in northern regions of Bangladesh. Bangladesh Journal of Livestock Research 19 (1-2): 112-122. doi: 10.3329/bjlr.v19i1-2.26433.
19. Bendelja Ljoljić D. (2018). Koncentracija uree u kozjem mlijeku kao pokazatelj njegove kvalitete i hranidbe koza. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
20. Bhatnagar D.S., Tomer O.S., Nagarcenkar R. (1971). All India coordinated research project on breeding and management of goats for milk. Annual Report of National Dairy Research Institute, India.
21. Braca G., Renzoni G., Taccini E., Tolari F. (1988). The mammary gland as a target organ for the retrovirus of caprine arthritis encephalitis. Summa 5: 291-294.
22. Brown D.L., Morrison S.R., Bradford G.E. (1988). Effects of ambient temperature on milk production of Nubian and Alpine goats. J. Dairy Sci. 71 (9): 2486-2490. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79835-5.
23. Capote J., Arguello A., Castro N., Lopez J.L., Caja G. (2006). Correlations between udder morphology, milk yield and milking ability with different milking frequencies in dairy goats. Journal of Dairy Science 89 (6): 2076-2079. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72276-7.
24. Capote J., López J.L., Caja G., Peris S., Argüello A., Darmanin N. (1999). The effects of milking once or twice daily throughout lactation on milk production of Canaria dairy goats. (ur. Barillet F., Deligeorgis S., Zervas, N.P., Boyazoglu J.G., Vallerand F.), CABI Publishing, United Kingdom.
25. Carnicella D., Dario M., Ayres M.C.C., Laudadio V., Dario C. (2008). The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. Small Ruminant Research 77 (1): 71-74. doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.02.006.

26. Castañeda-Bustos V.J., Montaldo H.H., Valencia-Posadas M., Shepard L., Perez-Elizalde S., Hernandez-Mendo O., Torres-Hernandez G. (2017). Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats. Journal of Dairy Science 100 (2): 1232-1245. doi: 10.3168/jds.2016-11313.
27. Castro N., Capote J., Bruckmaier R.M., Arguello A. (2011). Management effects on colostrogenesis in small ruminants: a review. Journal of Applied Animal Research 39 (2): 85-93. doi: 10.1080/09712119.2011.581625.
28. Cedden F., Kaya S.O., Daskiran I. (2008). Somatic cell, udder and milk yield in goat. Revue De Medecine Veterinaire 159 (4): 237-242.
29. Ciappesoni G., Přibyl J., Milerski M., Mareš V. (2004). Factors affecting goat milk yield and its composition. Czech J. Anim. Sci. 49 (11): 465-473.
30. Cividini A., Flisar T., Kovač M., Kompan D. (2016). Correlations between udder traits and their relationship with milk yield during first lactation in Slovenian Alpine goats. Acta Agriculturae Slovenica 5: 113-117.
31. Contreras A., Paape M.J., Miller R.H. (1999). Prevalence of subclinical intramammary infection caused by *Staphylococcus epidermidis* in a commercial dairy goat herd. Small Ruminant Research 31: 203-208.
32. Contreras A., Luengo C., Sanchez A., Corrales J.C. (2003). The role of intramammary pathogens in dairy goats. Livestock Production Science 79: 273–283.
33. Council Directive 92/46/EEC (1992). Official Journal of the European Communities, No L 268/1992.
34. Council Directive 94/71/EC (1994). Amending Directive 92/46/EEC laying down the health rules for the production and placing on the market of raw milk, heat- treated milk and milk-based products.
35. Cowie A.T (1984). Lactation. U: Reproduction in mammals. Hormonal control of reproduction (ur. Austin C.R., Short R.V.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
36. Crepaldi P., Corti M., Cicogna M. (1999). Factors affecting milk production and prolificacy of Alpine goats in Lombardy (Italy). Small Ruminant Research 32 (1): 83-88.
37. Cunningham O.C., Addington L.H. (1936). The effect of early breeding upon the milk energy production of grade and purebred Toggenburg goats. Journal of Dairy Science 19 (6): 405-409. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(36)93080-1.
38. Currò S., Manuelian C.L., De Marchi M., Claps S., Rufrano D., Neglia G. (2019). Effects of breed and stage of lactation on milk fatty acid composition of Italian goat breeds. Animals 9 (19): 764. doi:10.3390/ani9100764.

39. Dickinson F.N., King G.J. (1977). Phenotypic parameters of dairy goat lactation records. Proceedings 72nd Annual Meeting of American Dairy Science Association, Iowa State University, Ames, Iowa.
40. Dolenčić Špehar I., Mioč B. (2013). Čimbenici proizvodnje i kemijskog sastava kozjeg mlijeka. Stočarstvo 67 (3): 89-97.
41. Droke E.A., Paape M.J., Di Carlo A.L. (1993). Prevalence of high somatic cell counts in bulk goat milk. Journal of Dairy Science 76 (4): 1035-1039. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77431-7.
42. Dubeuf J.P. (2005). Structural, market, and organisational conditions for developing goat dairy production systems. Small Ruminant Research 60 (1-2): 67-74. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.015.
43. Dulin A.M., Paape M.J., Schultze W.D., Weinland B.T. (1983). Effect of parity, stages of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. Journal of Dairy Science 66 (9): 2426-2433. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(83)82101-8.
44. El-Gendy M.E., Hafsa F.H.Y., Saifelnasr E.O.H., El-Sanafawy H.A., Saaba F.E. (2014). Relationship between udder characteristics and each of reproductive performance and milk production and milk composition in Zaraibi and Damascus dairy goats. Egyptian Journal of Sheep & Goat Sciences 9 (3): 95-104.
45. Elmaz O. (2018). First lactation milk yield, composition, and some udder measurements of Honamlı goats raised under extensive conditions. Animal Science Papers and Reports 36 (4): 393-403.
46. Elsayed E.H., EL-Shafie M.H., Saifelnasr E.O.H., Abu El-Ella A.A. (2009). Histological and histochemical study on mammary gland of Damascus goats through stages of lactation. Small Ruminant Research 85 (1): 11-17. doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.06.019.
47. Eyduran E., Yilmaz I., Kaygisiz A., Aktas Z. (2013). An investigation on relationship between lactation milk yield, somatic cell count and udder traits in first lactation Turkish Saanen goat using different statistical techniques. J. Anim. Plant Sci. 23 (4): 956-963.
48. Feldhofer S., Banožić S., Antunac N. (1994). Uzgoj i hranidba koza proizvodnja i prerada kozjeg mlijeka. Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb.
49. Ferdous J., Rahman M., Khan M., Khan M., Rima U. (2018). Prevalence of clinical and subclinical caprine mastitis of northern region in Bangladesh. Progressive Agriculture 29 (2): 127-138. doi: 10.3329/pa.v29i2.38296.

50. Finley C.M., Thompson J.R., Bradford G.E. (1984). Age-parity season adjustment factors for milk and fat yields of dairy goats. Journal of Dairy Science 67 (8): 1868-1872. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81516-7.
51. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020). FAOSTAT Database. Rome, Italy. Preuzeto s: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA [pristupljeno 09.10.2020.].
52. Gall C. (1980). Relationship between body conformation and production in dairy goats. Jornal of Dairy Science 63 (10): 1768-1781. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(80)83136-5.
53. Gamit C.K., Rao B.J., Thakre V.V., Gamit, Patel A.S. (2019). Udder Morphology Relationship with Milk Yield In Singlet and Twins Bearing Surti Goat. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8 (8): 1484-1488.
54. Garcia O., Castillo J., Gado C. (1972). Situacion actual de la gonaderia caprina en Venezuela. Agronomia Tropical Maracay 22 (3): 239-250.
55. Gill G.S., Dev D.S. (1972). Performance of two exotic breeds of goats under Indian conditions. Indian J. Anim. Prod. 3: 173-178.
56. Gipson T.A. (2019). Recent advances in breeding and genetics for dairy goats. Asian-Australian J. Anim. Sci. 32 (8): 1275-1283.
57. Goetsch A.L., Zeng S.S., Gipson T.A. (2011). Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research 101 (1-3): 55-63. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.025.
58. Guo M.R., Dixon P.H., Park Y.W., Gilmore J.A., Kindstedt P.S. (2001). Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. Journal of Dairy Science 84 (Suppl.): 79-83.
59. Haenlein G.F.W. (2004). Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research 51 (2): 155-163. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.
60. Haenlein G.F.W. (2007). About the evolution of goat and sheep milk production. Small Ruminant Research 68 (1-2): 3-6. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.021.
61. Haenlein G.F.W., Ace D. (1984). Extension Goat Handbook. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
62. Haenlein G.F.W., Caccese R. (1992). The udder. U: Extension Goat Handbook (ur. Haenlein G.), University of Delaware, Newark (preuzeto s: https://meyenberg.com/uploads/documents/goat-extension-handbook-2011.pdf.; 09.11.2020.).

63. Haenlein G.F.W., Hinckley L.S. (1995). Goat milk somatic cell count situation in USA. Int. J. Anim. Sci. 10: 305-310.
64. Haenlein G.F.W., Krauss W.C. (1974). Effects of single injections of diethylstilbestrol on milk composition and counts of leucocytes in milk of Holstein-Friesian cattle. Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde: vergleichende Verhaltensforschung 34 (1): 50-60. doi: 10.1111/j.1439-0396.1974.tb01048.x.
65. Haldar A., Pal S.K., Chakraborty S., Hazorika M., Pan, S., Majumdar D., Prakash B.S. (2013). Endocrine markers for identifying prolificacy potential and predicting fetal number in goats. Animal Reproduction Science 140 (1): 54–61. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.05.00.
66. HAPIH (2020). Godišnje izvješće za 2019. godinu. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Osijek.
67. Havranek J., Kalit S., Antunac N., Samaržija D. (2014). Sirarstvo. HMU, Zagreb.
68. Havranek J., Rupić V. (2003). Mlijeko od farme do mljekare. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
69. Hayden T.J., Thomas C.R., Forsyth I.A. (1979). Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: Role for placental lactogen. Journal of Dairy Science 62 (1): 53-57.
70. Hinckley L.S. (1991). Quality standards for goat milk. Dairy, Food and Environmental Sanitation 11 (9): 511-512.
71. Horak F. (1971). Evaluation of the morphology of udder characters in the goat. Hodnoceni tvarovych vlasmosti yemen koz. Chovatel 10: 162.
72. HPA (2018). Priručnik za linearnu ocjenu prvojarki mliječnih pasmina koza. Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb.
73. HRN EN ISO 13366-2 (2007). Mlijeko – Brojanje somatskih stanica – 2. dio: Upute za rad s fluoro-optoelektroničkim brojačima. Hrvatski zavod za norme. Zagreb.
74. HRN ISO 9622 (2001). Punomasno mlijeko – određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze. Uputstva za rad MID-IR instrumentima (ISO 9622:1999). Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Zagreb.
75. Hussein H.A., Fouad M.T., Abd El-Razik K.A. (2020). Study on prevalence and bacterial etiology of mastitis, and effects of subclinical mastitis and stage of lactation on SCC in dairy goats in Egypt. Tropical Animal Health and Production 52 (6): 3091-3097.
76. ICAR (2016). International agreement of recording practices. International Committee for Animal Recording, Rome, Italy.

77. Idowu S.T., Adewumi O.O. (2017). Genetic and non-genetic factors affecting yield and milk composition in goats. Advances in Dairy Research 5 (2): 175. doi: 10.4172/2329-888X.1000175.
78. Ivanković M, Ćavar S., Petričušić J. (2011). Mliječno kozarstvo kroz održivi model proizvodnje u Hercegovini. Federalni agromediteranski zavod, Mostar.
79. James I.J., Osinowo O.A., Adegbasa O.I. (2009). Evaluation of udder traits of West african dwarf (wad) goats and sheep in Ogun State, Nigeria. Journal of Agricultural Science and Environment 9 (1): 75-87.
80. Jena S., Malik D.S., Kaswan S., Sharma A., Kashyap N., Singh U. (2019). Relationship of udder morphometry with milk yield and body condition traits in Beetal goats. Indian Journal of Animal Sciences 89 (2): 204–208.
81. Jiménez-Granado R., Sánchez-Rodríguez M., Arce C., Rodríguez-Estévez V. (2014). Factors affecting somatic cell count in dairy goats: a review. Spanish Journal of Agricultural Research 12 (1): 133-150. doi: 10.5424/sjar/2014121-3803.
82. Kalogridou-Vassiliadou D. (1991). Mastitis-related pathogens in goat milk. Small Ruminant Research 4 (2): 203-212.
83. Kędzierska-Matysek M., Barlowska J., Litwinczuk Z., Koperska N. (2013). Content of macro- and microelements in goat milk in relation to the lactation stage and region of production. Journal of Elementology 20 (1): 107-114.
84. Keskin S., Kor A., Karaca S. (2007). Use of factor analysis scores in multiple linear regression model for determining relationships between milk yield and some udder traits in goats. Journal of Applied Animal Research 31 (2): 185-188. doi: 10.1080/09712119.2007.9706660.
85. Knight C.H., Dewhurst R.J. (1994). Once daily milking of dairy cows: Relationship between yield loss and cisternal milk storage. J. Dairy Res. 61 (4): 441-449. doi: 10.1017/s0022029900028363.
86. Knowles F., Watkin J.E. (1938). The milk of the goat under English conditions. J. Dairy Res. 9 (2): 153-165. doi: 10.1017/s0022029900002405.
87. Koop G., van Werven T., Schuiling H.J., Nielen M. (2010). The effect of subclinical mastitis on milk yield in dairy goats. Journal of Dairy Science 93 (12): 5809-5817. doi: 10.3168/jds.2010-3544.
88. Kostelić A. (2008). Utjecaj liječenja supkliničkih upala mliječne žlijezde koza na sastav i lučenje mlijeka. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, Zagreb.
89. Kouri F., Charallah S., Kouri A., Amirat Z., Khammar F. (2019). Milk production and its relationship with milk composition, body and udder morphological traits in Bedouin

goat reared under arid conditions. Acta Scientiarum, Animal Sciences 41 (1): e42552. doi: 10.4025/actascianimsci.v41i1.42552.

90. Kozačinski L., Majić T., Cvrtila Ž., Hadžiosmanović M. (2001). Istraživanje i značenje broja somatskih stanica u kozjem mlijeku. Mljekarstvo 51 (2): 81-90.
91. Kumar C.S.P, Singh S.N., Balraj S. (1983). Relationship between milk yield and udder biometries in Black Bengal goats. Indian Journal of Dairy Science 36: 105–107.
92. Landau S., Vecht J., Perevolotsky A. (1993). Effects of two levels of concentrate supplementation on milk production of dairy goats browsing Mediterranean scrubland. Small Ruminant Research 11 (3): 227-237. doi: 10.1016/0921-4488(93)90047-I.
93. Leitner G., Merin U., Silanikove N. (2004). Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. Journal of Dairy Science. 87 (6): 1719-1726. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73325-1.
94. Léo R.A.R., Santos Lourenço B., Moura Ribeiro D., Souza M.S., Macedo K.B.R., Silva Filho C.A., Silva T.L., Oliveira R.V. (2018). Relationship between the depth of the udder and the diameter of the roof with milk production in goats. U: 55a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 28° Congresso Brasileiro de Zootecnia, Goiânia, Brasil, 27 a 30 de agosto de 2018.
95. Lérias J.R., Hernández-Castellano L.E., Suárez-Trujillo A., Castro N., Pourlis A., Almeida A.M. (2014). The mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events underlying milk production – a review. Journal of Dairy Research 81 (3): 304-318. doi: 10.1017/S0022029914000235.
96. Lerondelle C., Richard Y., Issartial J. (1992). Factors affecting somatic cell counts in goat milk. Small Ruminant Research 8 (1-2): 129-139.
97. Loewenstein M., Speck S.J., Bamhart H.M., Frank J.F. (1980). Research on goat milk products: a review. Journal of Dairy Science 63 (10): 1631-1648. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(80)83126-2.
98. Lopez J.L., Capote J., Caja G., Peris S., Darmanin N., Arguello A., Such X. (1999). Changes in udder morphology as a consequence of different milking frequency during first and second lactation in Canarian dairy goats. Wageningen Press, Wageningen, the Netherlands, str. 100-103.
99. Louca A., Mavrogenis A., Lawlor M.J. (1975). The effect of early weaning on the lactation performance of Damascus goats and the growth rate of the kids. Animal Sience 20 (2): 213-2018. doi: 10.1017/S0003356100035212.
100. Luigi-Sierra M.G., Landi V., Guan D., Delgado J.V., Castelló A., Cabrera B., Mármol-Sánchez E., Alvarez J.F., Gómez-Carpio M., Martínez A., Such X., Jordana J., Amills M. (2020). A genome-wide association analysis for body, udder, and leg conformation

traits recorded in Murciano-Granadina goats. Journal of Dairy Science 103 (12): 11605-11617.

101. Macias H., Hinck L. (2012). Mammary gland development. WIREs Developmental Biology 1 (4): 533-557. doi: 10.1002/wdev.35.
102. Manfredi E., Piacere A., Lahaye P., Ducrocq V. (2001). Genetic paremeters of type appraisal in Saanen and Alpine goats. Livestock Production Science 70 (3): 183-189. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00180-4.
103. Margatho G., Quintas H., Rodríguez-Estévez V., Simões J. (2020). Udder morphometry and its relationship with intramammary infections and somatic cell count in Serrana goats. Animals 10 (9): 1534. doi: 10.3390/ani10091534.
104. Margetin M., Milerski M. (2000). The effect of nongenetic factors on milk yield and composition in goats of white short-haired breed. Czech J. Anim. Sci. 45 (11): 501-509.
105. Martin P., Palhière I., Maroteau C., Clément V., David I., Klopp G.K., Rupp R. (2018). Genome-wide association mapping for type and mammary health traits in French dairy goats identifies a pleiotropic region on chromosome 19 in the Saanen breed. Journal of Dairy Science 101 (6): 5214-5226.
106. Mavrogenis A.P., Papachristoforou C., Lysandrides P., Roushians A. (1989). Environmental and genetic effects on udder characteristics and milk production in Damascus goat. Small Ruminant Research 2 (4): 333-343. doi: 10.1016/0921-4488(89)90028-X.
107. McDougall S., Pankey W., Delaney C., Barlow J., Murdough P.A., Scruton D. (2002). Prevalence and incidence of subclinical mastitis in goats and dairy ewes in Vermont, USA. Small Ruminant Research 46 (2-3): 115-121.
108. McLaren A., Mucha S., Mrode R., Coffey M., Conington J. (2016). Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. Journal of Dairy Science 99 (7): 1-10. doi: 10.3168/jds.2015-10269.
109. McNulty R., Downing C., Aulenbacher A.D. (1960). Your dairy goat. University of California, Agricultural Extension Service Circular.
110. Menzies P. (2021). Udder health for dairy goats. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 37 (1): 149-174.
111. Merkhan K., Alkass J. (2011). Influence of udder and teat size on milk yield in Black and Meriz goats. Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences 1 (9): 601-605.

112. Merkhan K.Y. (2019). Milk production and body weight at weaning and their relationships with body and udder measurements in meriz goats. Iraqi Journal of Agricultural Sciences 50 (1): 480-486.
113. Mioč B, Pavić V. (2002). Kozarstvo. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.
114. Mioč B. (1989). Utjecaj pasmine i veličine legla na mliječnost koza u prvoj laktaciji. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
115. Mioč B., Barać Z., Pavić V., Prpić Z., Vnučec I. (2007). Odlike vanjštine i proizvodnosti nekih hrvatskih izvornih pasmina ovaca. Konferencija o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine s međunarodnim sudjelovanjem, Šibenik, Hrvatska, 190-194.
116. Mioč B., Pavić V. (1991). Proizvodnja kozjeg mlijeka i čimbenici koji na nju utječu. Stočarstvo 45 (3-4): 117-123.
117. Mioč B., Prpić Z., Vnučec I., Barać Z., Samaržija D., Pavić V. (2008). Factors affecting goat milk yield and composition. Mljekarstvo 58 (4): 305-313.
118. Mioč B., Barać Z., Pavić V., Prpić Z., Mulc D., Špehar M. (2012). Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. Zagreb.
119. Mishra A.K., Sharma N.,. Singh DD,. Gururaj K., Vijay Kumar A., Sharma D.K. (2018). Prevalence and bacterial etiology of subclinical mastitis in goats reared in organized farms. Veterinary World 11: 20-24.
120. Montaldo H., Juárez A., Berruecos J.M., Sánchez F. (1995). Performance of local goats and their backcrosses with several breeds in Mexico. Small Ruminant Research 16 (2): 97-105. doi: 10.1016/0921-4488(95)00624-T.
121. Montaldo H., Martinez-Lozano F.J. (1993). Phenotypic relationships between udder and milking characteristics, milk-production and California mastitis test in goats. Small Ruminant Research 12 (3): 329-337. doi: 10.1016/0921-4488(93)90068-S.
122. Montaldo H., Tapia G., Juárez A. (1981). Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche y el intervalo entre partos en cabras. Téchnica Pecuaria Méxica 41: 32-44.
123. Montaldo H.H., Torres-Hernández G., Valencia-Posadas M. (2010). Goat breeding research in Mexico. Small Ruminant Research 89 (2-3): 155-163.
124. Moroni P., Pisoni G., Antonini M., Ruffo G., Carli S., Varisco G., Boettcher P. (2005). Subclinical mastitis and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus caprae* and *Staphylococcus epidermidis* isolated from two Italian goat herds. Journal of Dairy Science 88 (5):1694-1704. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(05)72841-1.

125. Mourad M., Gbanamou G., Balde I. (2001). Carcass characteristics of West African dwarf goats under extensive system. Small Ruminant Research 42 (1): 81-85. doi: 10.1016/s0921-4488(01)00211-5.
126. MP (2019). Godišnje izvješće o stanju uzgoja ovca, koza i malih životinja u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu. Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb.
127. MP (2020). Godišnje izvješće o sustavu označavanja i registracije ovaca i koza u RH za 2019. godinu. Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb.
128. MP (2021). Godišnje izvješće o sustavu označavanja i registracije ovaca i koza u RH za 2020. godinu. Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb.
129. Muggli J. (1993). Zellzahl und Qualitätskontrolle der Ziegenmilch. Kleinviehzuchter 41 (18): 934-937.
130. Mulc D., Barać Z., Prpić Z., Vnučec I., Pavić V., Mioč B. (2007). Povezanost broja somatskih stanica i kemijskog sastava kozjeg mlijeka. U: Proceedings: 42nd Croatian and 2nd International Symposium on Agriculture (Pospišil M., ur.), Opatija, Hrvatska, 556-559.
131. Narodne novine – NN (2017). Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka. Broj 27, Narodne novine, Zagreb.
132. Novotna K., Svitakova A., Rychtarova M., Fantova M., Nohejlova L. (2018). Metodology of udder description and the effect on somatic cell count in Czech White Shorthaired goat breed. Medycyna Weterynaryjna 74 (8): 497-500. doi: org/10.21521/mw.6108.
133. Olechnowicz J., Jaśkowski J.M. (2004). Somatic cells in goat milk. Medycyna Weterynaryjna 60 (12):1263-1266.
134. Olechnowicz J., Sobek Z. (2008). Factors of variation influencing production level, SCC and basic milk composition in dairy goats. J. Anim. Feed Sci. 17 (1): 41-49. doi: 10.22358/jafs/66468/2008.
135. Pajor F., Egerer A., Sramek A., Weidel W., Polgar P., Bardos L., Poti P. (2014). Effect of teat morphology on hygenic quality of goat milk. Magyar Allatorvosok Lapja 136 (9): 535-540.
136. Papachristoforou C, Mavrogenis A (1981). Udder characteristics of Chios sheep and their relation to milk production and machine milking. Agric. Res. Ins., Cyprus, Technical Paper, 20, ISSN, 0379- 0932.
137. Pasteurized Milk Ordinance – PMO (1989). Grade A Pasteurized Milk Ordinance. U.S. Dept. Health Hum. Serv., Washington, DC.

138. Pavliček J., Antunović Z., Senčić Đ., Šperanda M. (2006). Proizvodnja i kemijski sastav kozjega mlijeka u ovisnosti o redoslijedu i stadiju laktacije. Poljoprivreda 12 (2): 52-57.
139. Pawlina E., Kruszynski W., Zielezinski M., Bosek M. (2005). Relations between the goat udder dimensions in the first and second lactation. Medycyna Weterynaryjna 61 (2): 204-206.
140. Peaker M. (1980). The effect of raised intramammary pressure on mammary function in the goat in relation to the cessation of lactation. The Journal of Physiology 301 (1): 415-428. doi: 10.1113/jphysiol.1980.sp013214.
141. Peana I., Fois G., Cannas A. (2007). Effects of heat stress and diet on milk production and feed and energy intake of Sarda ewes. Italian J. Anim. Sci. 6 (1): 577-579. doi: 10.4081/ijas.2007.1s.577.
142. Peris S., Caja G., Such X. (1999). Relationships between udder and milking traits in Murciano-Granadina dairy goats. Small Ruminant Research 33 (2): 171-179. doi: org/10.1016/S0921-4488(99)00017-6.
143. Pettersen K.E. (1981). Cell content in goat's milk. Acta Veterinaria Scandinavica 22 (2): 226-237.
144. Pfeilsticker H.U., Bruckmaier R.M., Blum J.W. (1996). Cisternal milk in the dairy cow during lactation and after preceding teat stimulation. Journal of Dairy Research 63 (4): 509-515.
145. Podhorecká K., Borková M., Šulc M., Seydlová R., Dragounová H., Švejcarová M., Peroutková J., Elich O. (2021). Somatic cell count in goat milk: An indirect quality indicator. Foods 10: 1046. doi: 10.3390/foods10051046.
146. Porter V., Alderson L., Hall S.J.G., Sponenberg D.P. (2016). Goats. U: Mason's World Encyclopedia of Livestock Breeds and Breeding, str. 350-352.
147. Poutrel B., Lerondelle C. (1983). Cell content of goat milk: California Mastitis Test, Coulter Counter, and Fosomatic for predicting half infection. Journal of Dairy Science 66 (9): 2575-2579. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(83)82129-8.
148. Prosser C.G. (2021). Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. J. Food Sci. 86 (2): 257-265. doi: 10.1111/1750-3841.15574.
149. Prpić Z. (2011). Povezanost pasmine s mliječnošću, morfologijom i zdravljem vimena ovaca. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
150. Prpić Z., Žampera P., Grgić Z., Mioč B. (2015). Mliječne i reprodukcijske odlike srnaste koze u mediteranskim uvjetima uzgoja. Mljekarstvo 65 (4): 251-258. doi: 10.15567/mljekarstvo.2015.0405.

151. Ramzan F., Khan M.S., Bhatti S.A., Gültas M., Schmitt A.O. (2020). Breeding objectives and selection criteria for four strains of Pakistani Beetal goats identified in a participatory approach. Small Ruminant Research 190: 106163.
152. Raphel J., Tizhe M.A., Shua J.N., Kubkomawa H.I. (2017). Correlation Between Udder Traits With Breed, Live Weight, Age and Parity in Respect to Milk Production of Indigenous Goats in Adamawa State, North-eastern Nigeria. International Journal of Animal Research 1 (12). Dostupno na: https://escipub.com/Articles/IJAR/IJAR-2017-10-1901.
153. Ribeiro A.C., Ribeiro S.D.A. (2010). Specialty products made from goat milk. Small Ruminant Research 89 (2-3): 225-233. doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.048.
154. Rojo-Rubio R., Kholif AE., Salem AZM., Mendoza GD., Elghandour MMMY., Vazquez-Armijo JF., Lee-Rangel H. (2016). Lactation curves and body weight changes of Alpine, Saanen and Anglo-Nubian goats as well as pre-weaning growth of their kids. Journal of Applied Animal Research 44 (1): 331–337.
155. Rota A.M., Gonzalo C, Rodriguez P.L., Rojas A.L, Martin L., Tovar J.J. (1993). Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of Verata goats and algebraic models of their lactation curves. Small Ruminant Research 12 (2): 211-219. doi: 10.1016/0921-4488(93)90085-V.
156. Rupić V. (1988). Veterinar u kući. II. knjiga, LOGOS, Split.
157. Rupić V. (1994). Dijagnosticiranje zaraznih bolesti životinja i upale vimena krave. Agronomski fakultet, Zagreb.
158. Rupp R., Clément V., Piacere A., Robert-Granié C., Manfredi E. (2011). Genetic parameters for milk somatic cell score and relationship with production and udder type traits in dairy Alpine and Saanen primiparous goats. Journal of Dairy Science 94 (7): 3629-3634. doi: 10.3168/jds.2010-3694.
159. Salama A.A.K, Such X., Caja G., Rovai M., Casals R., Abanell E., Marín M.P., Martí A. (2003). Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. Journal of Dairy Science 86 (5): 1673-1680. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73753-9.
160. Sano H., Ambo K., Tsuda T. (1985). Blood glucose kinetics in whole body and mammary gland of lactating goats exposed to heat stress. Journal of Dairy Science 68 (10): 2557-2564. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(85)81137-1.
161. Santos D.S., Lima M.G.B., Noznica C.F., Lima D.M., Batista C.F., Gomes R.C., Bertagnon H.G., Santos B.P., Della Libera A.M.M.P. (2015). Udder conformation of Saanen goats: aesthetic or functional parameters? Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia 67 (5): 1287-1294. doi: doi.org/10.1590/1678-4162-8246.

162. SAS STAT (2013). OnlineDoc® Software Release 9.4. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
163. Schulz J., Fahr R.D., Finn G., Naumann I. (1999). Physical examination of the mammary gland and milk indicators of udder health in the goat. Tierarztliche Praxis Ausgabe Grobtiere Nutztiere 27 (2): 92-98.
164. Senthilkumar S., Kannan T.A., Ramesh G., Sumathi D., Gnanadev R. (2019). Gross morphometric findings of udder and teat in Boer local she-goats. The Pharma Innovation Journal 8 (12): 301-303.
165. Shingu H., Hodate K., Kushibiki S., Ueda Y., Touno E., Shinoda M., Ohashi S. (2004). Hormonal and lactational responses to growth hormone-releasing hormone treatment in lactating Japanese Black cows. J. Dairy Sci. 87 (6): 1684-1693. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73321-4.
166. Smith M.C., Sherman D.M. (2009). Goat medicine. Wiley-Blackwell, Iowa, USA.
167. Suarez V.H., Busetti M.R., Miranda A.O., Calvinho L.F., Bedotti D.O., Canavesio V.R. (2002). Effect of infectious status and parity on somatic cell count and California Mastitis Test in Pampinta dairy ewes. Journal of Veterinary Medicine Series B 49 (5): 230-234. doi: 10.1046/j.1439-0450.2002.00552.x.
168. Szymanowska A., Patkowski K., Milerski M. (2010). Correlation between mammary gland morphology and gland cistern size to lactation milk yield in goat. Journal of Animal Science, Biology and Bioeconomy 28 (4): 36-43.
169. Šlyžienė B., Juozaitienė V., Šlyžius E. (2016). Relationship between milk yield, milking parameters and udder evaluation of czech white goats. Veterinarija ir Zootechnika 73 (95): 128-132.
170. Teissier M., Larroque H., Robert-Granie C. (2019). Accuracy of genomic evaluation with weighted single-step genomic best linear unbiased prediction for milk production traits, udder type traits, and somatic cell scores in French dairy goats. Journal of Dairy Science 102 (4): 3142-3154.
171. Tilki H.Y., Keskin M. (2021). Relationships between different body characteristics and milk yield traits in Kilis goats. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26 (2): 272-277.
172. Todaro M., Scatassa M.L., Giaccone P. (2005). Multivariate factor analysis of Girgentana goat milk composition. Italian J. Anim. Sci. 4 (4): 403-410.
173. Upadhyay D., Patel B.H.M., Kerketta S., Kaswan S., Sahu S., Shushan B., Dutt T. (2014). Study on udder morphology and its relationship with production parameters in local goats of Rohilkhand region of India. Indian Journal of Animal Research 48 (6): 615-619. doi: 10.5958/0976-0555.2014.00042.9.

174. Vacca G.M., Paschino P., Dettori M.L., Bergamaschi M., Cipolat-Gotet C., Bittante G., Pazzola M. (2016). Environmental, morphological, and productive characterization of Sardinian goats and use of latent explanatory factors for population analysis. J. Anim. Sci. 94 (9): 3947-3957. doi: 10.2527/jas.2016-0542.
175. Wang P.Q. (1989). Udder characteristics in Toggenburg dairy goats. Small Ruminant Research 2 (2): 181-190.
176. Watson C.J., Khaled W.T. (2008). Mammary development in the embryo and adult: a journey of morphogenesis and commitment. Development 135 (6): 995-1003. doi: 10.1242/dev.005439.
177. Wilson D.J., Keith N.S., Philip M.S. (1995). Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. Small Ruminant Research 16 (2): 165-166. doi: 10.1016/0921-4488(95)00622-R.
178. Xiaoyan Z., Jing W., Jianguo W. (2020). Effect of environmental temperature and humidity on milk production and milk composition of Guanzhong dairy goats. Veterinary and Animal Science 9: 100121. doi: 10.1016/j.vas.2020.100121.
179. Zeng S.S., Escobar E.N. (1995). Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. Small Ruminant Research 17: 269-274. doi: org/10.1016/0921-4488(95)00658-8.
180. Zeng S.S., Zhang L., Wiggans G.R., Clay J., LaCroix R., Wang J.Z., Gipson T. (2008). Current status of composition and somatic cell count in milk of goats enrolled in Dairy Herd Improvement Program in the United States. U: New Research on Livestock Science and Dairy Farming. Nova Science Publishers. Hauppauge, NY, USA, 129-144.
181. Žan Lotrič M., Zajc P., Simčić M., Mulc D., Barać Z., Špehar M. (2017). Analysis of Milk productions traits of alpine and saanen goat populations in Croatia and Slovenia. Agriculturae Conspectus Scientificus 82 (3): 307-310.
182. Žujović M., Memiši N., Bogdanović V., Tomić Z. (2011). Correlation between body measurements and milk production of goats in different lactations. Biotechnology in Animal Husbandry 27 (2): 217-225. doi: 10.2298/BAH1102217Z.

8. ŽIVOTOPIS

ŽIVOTOPIS

Josip Vrdoljak rođen je 27. ožujka 1973. godine u Slavonskom Brodu gdje je završio osnovnu školu, osnovnu glazbenu školu i opću srednju školu Matije Antuna Reljkovića, smjera veterinarski tehničar. Nakon završene srednje škole pridružuje se Hrvatskoj vojsci te kao pripadnik postrojbe za posebne namjene sudjeluje u Domovinskom ratu na ličkom ratištu, Velebitu, te na području istočne Slavonije. Diplomirao je 2006. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu obranom diplomskog rada naslova „Cigaja – ugrožena ili komercijalna hrvatska pasmina ovaca“. Godine 2006. zapošljava se u Mils mljekara Split d.d. gdje obavlja poslove vezane uz otkup sirovine, edukacije kooperanata te poslove tehnologa u proizvodnji sve do zamjenika tehničkog direktora. Godine 2009. upisuje doktorski studij „Poljoprivredne znanosti“ te paralelno uz zaposlenje radi na izradi doktorskog rada. Godine 2013. zapošljava se u EKO SIR PUĐA d.o.o. te sudjeluje u projektu formiranja poslovnog subjekta sirane od samog početka izgradnje pogona, organizacije mreže kooperanata, pokretanja proizvodnje i plasmana proizvoda na domaćem i inozemnom tržištu. Kao član Hrvatske mljekarske udruge objavljuje veći broj članaka u Mljekarskom listu te održava predavanja na području Splitsko-dalmatinske županije s ciljem edukacije i popularizacije proizvoda hrvatske mliječne industrije, posebice različitih vrsta sira. Godine 2013. preuzimanjem sirane Sabalić na otoku Pagu od strane tvrtke EKO SIR PUĐA d.o.o pokreće prvu proizvodnju paškog sira pod brendom Sirana Sabalić. Godine 2015. zapošljava se u tvrtki Pleter-usluge d.o.o. gdje sve do danas radi na poslovima direktora Sektora i posvećen je prvenstveno sustavu vojne prehrane, razvoju istoga te sigurnosti hrane. Kao autor ili koautor objavio je 6 radova iz skupine a1 u znanstvenim časopisima indeksiranim u bazi *Web of Science Core Collection* (WoSCC), jedan znanstveni rad iz skupine a2 te jedan a3 znanstveni rad, a uz to je sudjelovao na više znanstvenih i stručnih simpozija u Hrvatskoj s poster prezentacijama.

Popis objavljenih znanstvenih radova:

Znanstveni radovi iz skupine a1:

1. **Vrdoljak J.,** Prpić Z., Samaržija D., Vnučec I., Konjačić M., Kelava Ugarković N. (2020). Morfologija vimena, proizvodnja mlijeka i zdravlje mliječne žlijezde malih preživača. Mljekarstvo 70 (2): 75-84.

2. Jurica K**., Vrdoljak J.**, Brčić Karačonji I. (2019). Food defence systems as an answer to food terrorism. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology 70 (4): 232-255.

3. **Vrdoljak J.**, Dobranić V., Filipović I., Zdolec N. (2016). Microbiological quality of soft, semi-hard and hard cheeses during the shelf-life. Macedonian Veterinary Review 39 (1): 59-64.

4. **Vrdoljak J**., Špehar M., Pavić V., Mioč B., Barać Z. (2012). Utjecaj okolišnih čimbenika na dnevnu proizvodnju i kemijski sastav mlijeka istarskih ovaca. Mljekarstvo 62 (3): 192-199.

5. Sajko-Matutinović L., Pavić V., Mioč B., Antunac N., Prpić Z., Matutinović S., **Vrdoljak J.** (2012). Sezonske promjene nekih fizikalno-kemijskih odlika mlijeka ovaca dalmatinske pramenke. Mljekarstvo 62 (2): 136-142.

6. Matutinović S., Kalit S., Salajpal K., **Vrdoljak J**. (2011). Effects of flock, year, and season on the quality of milk from an indigenous breed in the sub-Mediterranean area. Small Ruminant Research 100 (2-3): 159-163.

Znanstveni rad iz skupine a2

1. **Vrdoljak J**., Pavić V., Mioč B., Barać Z., Vnučec I., Prpić Z. (2007). Vanjština cigaje. Stočarstvo 61 (5): 347-357.

Znanstveni rad iz skupine a3

1. Prpić Z., Mioč B., Vnučec I., **Vrdoljak J.,** Pavić V. (2012). Morfologija vimena i mliječnost paške ovce. 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, 727-731.

Kongresna priopćenja

1. **Vrdoljak J**., Matutinović S., Salajpal K., Kalit S. (2012). Usporedba promjene vrijednosti ionometrijske i titracijske kiselosti tijekom acidifikacije u proizvodnji svježeg sira. 40. Simpozij mljekarskih stručnjaka s međunarodnim sudjelovanjem, Lovran, Hrvatska, 90-91.