

Utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu na mliječnost i reprodukcijske odlike

Mulc, Danijel

Doctoral thesis / Disertacija

2025

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:031623>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





University of Zagreb

AGRONOMSKI FAKULTET

Danijel Mulc

**UTJECAJ DOBI JARICA PRI PRVOM
PRIPUSTU NA MLIJEČNOST I
REPRODUKCIJSKE ODLIKE**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2025.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Danijel Mulc

**THE INFLUENCE OF DOELING AGE AT
FIRST MATING ON MILK PRODUCTION
AND REPRODUCTION
CHARACTERISTICS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2025.



University of Zagreb

AGRONOMSKI FAKULTET

Danijel Mulc

**UTJECAJ DOBI JARICA PRI PRVOM
PRIPUSTU NA MLIJEČNOST I
REPRODUKCIJSKE ODLIKE**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

prof. dr. sc. Boro Mioč

izv. prof. dr. sc. Ante Kasap

Zagreb, 2025.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Danijel Mulc

**THE INFLUENCE OF DOELING AGE AT
FIRST MATING ON MILK PRODUCTION
AND REPRODUCTION
CHARACTERISTICS**

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Prof. Boro Mioč

Associate Professor Ante Kasap PhD

Zagreb, 2025.

Bibliografski podaci:

- **Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti
- **Znanstveno polje:** Poljoprivreda (agronomija)
- **Znanstvena grana:** Proizvodnja i prerada animalnih proizvoda
- **Institucija:** Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za specijalno stočarstvo
- **Voditelj doktorskog rada:** Prof. dr. sc. Boro Mioč, Izv. prof. dr. sc. Ante Kasap
- **Broj stranica:** 129
- **Broj grafikona:** 11
- **Broj tablica:** 19
- **Broj priloga:** 0
- **Broj literaturnih referenci:** 271
- **Datum obrane doktorskog rada:** 09. siječnja 2025.
- **Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:**

1. Izv. prof. dr. sc. Zvonimir Prpić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
2. Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
3. Doc. dr. sc. Valentino Držaić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Rad je pohranjen u:

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

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

Tema rada prihvaćena je na osmoj sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 15. svibnja 2018., te odobrena na 13. sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 10. srpnja 2018. u 349. akademskoj godini (2017./2018.).

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja **Danijel Mulc**, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:

**UTJECAJ DOBI JARICA PRI PRVOM PRIPUSTU NA MLIJEČNOST I
REPRODUKCIJSKE ODLIKE**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovog dokorskog 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, 09.siječnja.2025. godine

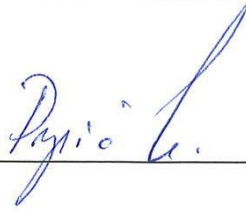


Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Doktorski rad je obranjen na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu,
dana 09. siječnja 2025. godine pred povjerenstvom u sastavu:

Izv. prof. dr. sc. Zvonimir Prpić,



Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Prof. dr. sc. Zvonko Antunović,



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti
Osijek

Doc. dr. sc. Valentino Držaić,



Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Informacije o mentorima

Prof. dr. sc. Boro Mioč

Boro Mioč, sveučilišni profesor u trajnom zvanju, djelatnik je Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta od 1987. godine. Magistarski rad pod naslovom Utjecaj pasmine i veličine legla na mliječnost koza u prvoj laktaciji obranio je 1989. godine. Doktorski rad: Povezanost pasmine i intenziteta rasta s kemijskim sastavom jarećeg mesa obranio je 1997. godine te stekao akademski stupanj doktor biotehničkih znanosti, područje agronomija. U znanstveno nastavno zvanje redovitog profesora u trajnom zvanju izabran je 2011. godine. Uže područje njegovog znanstvenog i stručnog interesa je uzgoj ovaca i koza, proizvodnja ovčjeg i kozjeg mesa i mlijeka, vune i vlakna, očuvanje i zaštita hrvatskih lokalnih pasmina i autohtonih proizvoda. Gotovo četiri desetljeća svoje znanstveno i stručno iskustvo prenosi generacijama studenata na prijediplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima. Koordinator je četiriju modula na prijediplomskim studijima, triju modula na diplomskom, jednog modula na poslijediplomskom doktorskom studiju i dva modula na poslijediplomskom specijalističkom studiju Stočarstvo. Pod njegovim mentorstvom obranjeno je više od 110 završnih i diplomskih radova, dva magistarska rada i devet doktorskih radova. Kao autor/suautor objavio je sveučilišne monografije: Uzgoj koza i Paška ovca, sveučilišne udžbenike: Stočarstvo, Kozarstvo, Ovčarstvo, Očuvanje biološke raznolikosti u stočarstvu, Objekti i oprema u stočarstvu, Vuna – prošlost, sadašnjost i budućnost te sveučilišne priručnik Istarska ovca – hrvatska izvorna pasmina. Uz navedeno, autor je desetak knjiga i poglavlja u knjizi. Sudjelovao je na brojnim inozemnim i domaćim, znanstvenim i stručnim simpozijima, više puta kao predsjednik ili član znanstvenog odbora. Vodio je više znanstvenih, tehnologijskih i stručnih projekata, te projekata s gospodarskim subjektima i lokalnom upravom. Ogromna znanstvena i stručna aktivnost očituje se kroz više od 480 objavljenih znanstvenih i stručnih radova, od čega je 107 indeksirano u bazi Web of Science. Prvi je autor Programa uzgoja ovaca u Republici Hrvatskoj, Programa uzgoja koza u Republici Hrvatskoj. Član je više međunarodnih i nacionalnih udruženja. Član je uređivačkog odbora znanstvenog časopisa Agriculture, section: Farm Animal Production, zatim časopisa Mljekarstvo i Stočarstvo. U više mandata je bio predstojnik zavoda te prodekan za znanost u dva trogodišnja mandata. Pročelnik je Sekcije za stočarstvo u Znanstvenom vijeću za poljoprivredu i šumarstvo u Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti. Dobitnik je brojnih priznanja i nagrada za svoj rad od kojih su za naglasiti: Državna nagrada za promidžbu i popularizaciju znanosti 2017. godine, Državna nagrada za primjenu rezultata znanstveno-istraživačkog rada 2021. godine te Medalja Agronomskog fakulteta za znanstveno nastavni doprinos 2008. godine i Povelja Agronomskog fakulteta 2019. godine.

Izv. prof. dr. sc. Ante Kasap

Ante Kasap rođen je 29. ožujka 1983. godine u Zadru gdje je završio osnovnu školu i opću gimnaziju. Studij stočarstva na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu završio je 2009. godine obranom diplomskog rada naslova „Uzgoj plosnatica“. Krajem iste godine zapošljava se kao znanstveni novak na Zavodu za specijalno stočarstvo Agronomskog fakulteta, a početkom 2010. godine upisuje poslijediplomski doktorski studij „Poljoprivredne znanosti“. U razdoblju 2011. - 2013. u više je navrata boravio na znanstvenom i stručnom usavršavanju na Biotehničkom fakultetu Sveučilišta u Ljubljani. Doktorski rad naslova „Genomic evaluation of sheep populations with low connectedness among flocks“ izradio je pod mentorstvom prof. dr. sc. Bore Mioča i doc. dr. sc. Gregora Gorjanca. Doktorski studij uspješno završava obranom doktorske disertacije 10. srpnja 2015. godine. Trenutačno je u znanstveno-nastavnom zvanju izvanrednog profesora. U proteklom razdoblju rada na Agronomskom fakultetu aktivno sudjeluje u izvođenju nastave na modulima „Osnove stočarske proizvodnje“, „Uzgoj i korištenje ovaca“, „Uzgoj i korištenje koza“, „Etika korištenja životinja“ (preddiplomski studijski program), „Proizvodnja ovčjeg i kozjeg mlijeka“, „Uzgoj ovaca i sustavi proizvodnje ovčjeg mesa“, „Mediterransko stočarstvo“, „Ponašanje i dobrobit životinja za proizvodnju mesa“, „Izvorne pasmine“ (diplomski studijski program), „Selekcija u stočarstvu“ (specijalistički studij), „Biotehnologije u kozarstvu“ i „Planiranje i statistička analiza eksperimenata u poljoprivrednim znanostima“ (poslijediplomski doktorski studij). Uzgojno-seleksijski rad u stočarstvu temeljen na suvremenim metodama genetskog vrednovanja domaćih životinja njegova je temeljna znanstvena preokupacija i stručni izazov. Podatkovna analiza bioloških, geneoloških, genomskih i drugih vrsta podataka u multiprogramskom okruženju je njegova vještina od posebne važnosti. Do sada je kao autor ili koautor objavio preko 60 znanstvenih radova, od kojih je 21 indeksiran u skupini a1. Prezentirajući radove sudjelovao je na brojnim međunarodnim i nacionalnim znanstvenim skupovima. Koautor je sveučilišnog udžbenika "Vuna - prošlost, sadašnjost i budućnost" i monografije "Paška ovca". Dobitnik je dviju nagrada za izvrsnost u nastavi na prijedlog studenata. Voditelj je tematske podskupine „*In situ* programi očuvanja izvornih pasmina“ u okviru „Referentne ekspertne mreže za očuvanje animalnih genetskih resursa“ (RemAnGR). Koordinator je CroRIS baze podataka Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta i član nekoliko povjerenstava u ime / na Agronomskog fakulteta.

Zahvala

Iskrenu zahvalnost izražavam mentoru prof. dr. sc. Bori Mioču na stručnoj i znanstvenoj potpori prilikom odabira teme, uloženom trudu i savjetima pri provedbi istraživanja te na bezrezervnoj pomoći pri izradi ovog rada.

Zahvaljujem se mentoru Izv. prof. dr. sc. Anti Kasapu na strpljenju i korisnim savjetima tijekom pripreme podataka, izradi statističkog modela za obradu podataka, provedbi istraživanja i izradi i pisanja doktorskog rada.

Na nesebičnoj tehničkoj, stručnoj i znanstvenoj pomoći i potpori tijekom pisanja doktorskog rada zahvalnost dugujem kolegici dr. sc. Mariji Špehar iz Hrvatske poljoprivredne agencije.

Veliko hvala dugujem djelatnicima Hrvatske poljoprivredne agencije koji su sudjelovali u provedbi terenskog dijela istraživanja, laboratorijskih analiza kao i uzgajivačima koza na čijim su poljoprivrednim gospodarstvima prikupljeni podaci za provedbu istraživanja.

Zahvaljujem se i svim ostalim kolegama, suradnicima i prijateljima koji su me na bilo koji način podržali i pomogli izradu ovog rada.

Najtoplije se zahvaljujem svojoj obitelji na iskazanom strpljenju i ljubavi, posebice sinovima Ivoru i Vidu koji su mi svojim vrijednim radom tijekom studija na fakultetima bili primjer i davali motivaciju u izradi ove disertacije.

Sažetak

Utjecaj dobi prvog pripusta na proizvodne pokazatelje je nedovoljno istražen kod koza, a rezultati dosadašnjih istraživanja koji se dotiču ove problematike, nisu dovoljno informativni i dostatni za donošenje zaključaka. Kako bi se dobio što objektivniji odgovor na pitanje „kako dob prvog pripusta utječe na cjeloživotnu proizvodnju mlijeka i jaradi u intenzivnim sustavima proizvodnje mlijeka?“, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi u kojoj mjeri dob prvog pripusta utječe na 1) duljinu laktacije (period mužnje); 2) količinu proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze; 3) udio mliječne masti, bjelančevina i laktoze; 4) broj somatskih stanica u mlijeku, 5) broj jaradi u leglu, 6) porodnu masu jaradi i 7) ukupnu masu legla. Pritom su, ovisno o svojstvu, korišteni svi dostupni izvori fenotipske varijabilnosti pomoću odgovarajućih statističkih modela. Istraživanje je provedeno na populaciji uzgojno valjanih koza pasmine alpina (n=12 769) koristeći ukupno 41 645 zapisa za svako analizirano svojstvo. Proizvodnost koza je provođena u skladu sa uputama ICAR – a. Analiza cjeloživotne proizvodnje povedena je na ukupno 9 857 koza i isto toliko fenotipskih zapisa za svako svojstvo (razlika u broju koza u ta dva dijela istraživanja proizlazi iz nepoznatog datuma izlučivanja nekih koza iz proizvodnje, a i činjenice da neke koze u trenutku provedbe istraživanja još nisu bile izlučene). U razdoblju od 235 dana mužnje, koze su prosječno dnevno proizvele 2,5 kg mlijeka sa 3,4 % mliječne masti, 3 % bjelančevina, 4,2 % laktoze i 558 tisuća somatskih stanica (u mL mlijeka). Prosječna veličina legla je bila 1,26 jaradi, individualna porodna masa 3,22 kg, a masa legla 4,12 kg. Prosječni životni vijek koza bio je 70 mjeseci i pritom su prosječno proizvele 1925 kg mlijeka, 64 kg mliječne masti, 58 kg bjelančevina, 81 kg laktoze i 4 jaradi. Dob prvog pripusta u istraživanoj populaciji bila je u rasponu od 5 do 25 mjeseci (prosječno 9). Regresijom fenotipskih podataka na dob prvog pripusta ANCOVA statističkim modelom s ponovljenim mjerenjima utvrđen je smjer i intenzitet utjecaja dobi prvog pripusta na 1) duljinu laktacije, 2) količinu proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze u laktaciji, 3) udio (%) mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku, 4) broj somatskih stanica, 5) veličinu legla, 6) porodnu masu i 7) ukupnu masu legla. Uz manje komparativne razlike, može se zaključiti da je dob prvog pripusta u prvih nekoliko laktacija/jarenja imala pozitivan, a u poznim laktacijama negativan utjecaj na većinu istraživanih svojstava. Izuzetak su bili: udjeli mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku, kod kojih je u pravilu utvrđen obrnuti slijed promjena; te broj somatskih stanica, kod kojih je dob prvog pripusta kroz sve laktacije pozitivno korelirala sa brojem somatskih stanica. Valja napomenuti da su različite skupine svojstava analizirane na jednoj te istoj populaciji, što znatno doprinosi kreiranju potpunije slike kako se istraživani utjecaj odražava na reprodukciju i proizvodnu učinkovitost koza. Regresirajući cjeloživotnu proizvodnju pokazatelja mliječnosti i reprodukcije na dob prvog pripusta u okviru ANCOVA analize, procijenjeno je da se prolongiranjem prvog pripusta za godinu dana očekuje skoro jedna laktacija manje (0,72 laktacije), a posljedično tome i gubitci od 0,84 jareta, 336,48 kg mlijeka, 10,92 kg mliječne masti, 10,08 kg bjelančevina, 14,04 kg laktoze. Rezultati regresijskih analiza po rednom broju laktacije (jarenja) uz rezultate koji se odnose na cjeloživotnu proizvodnju (kumulativ individualnih laktacija), zajednički pridonose potpunijem shvaćanju promjena u proizvodnji koje su uvjetovane različitim dobi prvog pripusta (osjemenjivanja). Procijenjeni parametri provedenih regresijskih analiza upućuju na zaključak koji je donekle suprotan dosadašnjim prevalentnim stavovima struke i uzgajivača, utemeljenim na negativnim učincima ranijeg pripusta na proizvodnju u ranijoj životnoj dobi. Naime, predmetno istraživanje rezultiralo je dostatnim brojem znanstveno utemeljenih dokaza da se gubitci u ranijim fazama proizvodnje, a uvjetovani ranijim pripustom, kompenziraju u kasnijim laktacijama, te kako se ranijim pripustom jarica ostvaruju dodatni doprinosi kroz veći broj laktacija u životnom vijeku.

Ključne riječi: koza, mlijeko, jarad, dob, prvi pripust, cjeloživotna proizvodnja

The influence of doeling age at first mating on milk production and reproduction characteristics

The impact of age at first mating (insemination) on production characteristics has not been sufficiently investigated in goats, and the results of previous research tackling this issue are insufficiently informative and conclusive. In order to get some scientifically underpinned clues about the impact of the first mating on the overall production of goats in intensive production systems, the study aimed to determine to what extent the age of the first mating affects 1) the length of lactation (milking period); 2) the milk yield, fat yield, protein yield and lactose yield in the milking period; 3) the fat content, protein content, and lactose content; 4) the somatic cells count, 5) the litter size, 6) the birth weight (individual) and 7) the total litter weight (joint weight of kids). In order to obtain as possible as accurate estimates of the targeted effect, all the available sources of phenotypic variability were used via appropriate statistical model (the effects in the model varied between the examined traits i.e. dependent variables). The study was conducted on a population of Alpine goats (n=12769) using a total of 41645 records for each analysed trait. These goats were subjected to the official recording system of dairy and reproductive traits in accordance with the ICAR guidelines. The analysis of lifetime production was carried out on a total of 9857 goats (the same was the number of phenotypic records for each trait since phenotype in this analysis represented a cumulative of the lactation records, number of kids, and birth weights of all kids in the lifetime of the goats). The discrepancy in the number of goats in the two parts of the study was because of the unknown elimination date of some goats, but also due to some non-culled goats at the time of the downloading data for the analysis. During the period of 235 days of milking, the goats produced 2.5 kg/day of milk on average. The contents of fat, protein, and lactose were 3.4%, 3%, and 4.2%, respectively, and the somatic cell count was 558 000/mL. The average litter size was 1.26 kids, individual birth weight 3.22 kg, and litter weight 4.12 kg. The average lifespan of goats was 70 months, and their average lifetime production was 1925 kg of milk, 64 kg of milk fat, 58 kg of protein, 81 kg of lactose and 4 kids. The age of first mating (insemination) in the researched population ranged from 5 to 25 months (average 9). By regressing the phenotypic data on the age of the first mating using the ANCOVA statistical approach, the impact of age of the first mating was determined on: 1) the length of lactation, 2) the yields of milk, fat, protein, and lactose, 3) the contents of milk fat, protein and lactose, 4) the number of somatic cells, 5) the litter size, 6) the birth weight and 7) the total birth litter weight. Despite some comparative differences in the direction and the magnitude of the effect between the traits, it can be concluded that the effect positively affected the most important traits in the first couple of lactations (parities), but negatively in the later ones. The exceptions were the dry matter components (content), i.e. the content of the fat, protein, and lactose (practically the opposite trend); and the somatic cells count (positively correlated with the magnitude of the effect throughout all lactation orders). It is worthwhile to emphasise here that different groups of traits in this study were analysed on the same population, which significantly contributes to better understanding of the impact of the age of first parity on the reproductive and production efficiency of the goats in the intensive, dairy orientated production system. By regressing the lifetime production of milk yield and reproduction indicators on the age of the first lactation within the framework of the ANCOVA analysis, it was estimated that by postponing first mating by one year (12 months), it is expected loss of almost one full lactation (0.72 lactations less), and consequently a loss of 0.84 kids, 336.48 kg of milk, 10.92 kg of milk fat, 10.08 kg of protein, and 14.04 kg of lactose. The regressions nested within lactations in the first part of the study, along with the regressions performed on the

lifetime production (cumulative yields of the animals across the lactations), jointly contribute to a more complete understanding of production and reproduction capabilities of goats predetermined (affected) by the different age of first mating (insemination). The estimated parameters of the performed regression analysis jointly lead to conclusion somewhat contrary to the prevailing attitude of the breeders and some experts in livestock husbandry. Precisely, there is prevailing consideration that later first matings lead to better performances of dairy animals, and such attitudes have been underpinned by the already known positive effect of age at first mating on production and reproduction in the first lactation(s). However, little attention has been paid so far to the direction and magnitude of the effect in later age and later lactations of the goats. This research provided a sufficient amount of scientifically based evidences that losses in the earlier stages of production affected by earlier mating (insemination) of maiden goats, are compensated in later lactations, and that earlier mating in life additionally contributes to the production through a greater total number of lactations in the productive lifetime of the goats.

Key words: goat, milk, doeling, goat kids, age, first admission, lifelong production.

Sadržaj

.....	1
1. UVOD	1
1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja	3
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	4
2.1. Čimbenici količine i sastava proizvedenog mlijeka.....	4
2.1.1. Pasma (genotip).....	5
2.1.2. Hranidba	8
2.1.3. Tjelesna razvijenost i kondicija.....	10
2.1.4. Redoslijed laktacije i sezona jarenja.....	11
2.1.5. Stadij laktacije	15
2.1.6. Dužina laktacije.....	16
2.1.7. Veličina legla.....	18
2.1.8. Razvijenost i oblik vimena	19
2.1.9. Ostali čimbenici količine i sastava proizvedenog mlijeka	21
2.2. Kemijski sastav mlijeka.....	23
2.2.1. Mliječna mast.....	23
2.2.2. Bjelančevine	24
2.2.3. Laktoza	25
2.2.4. Somatske stanice.....	25
2.3. Reprodukcijske odlike koza	29
2.3.1. Pubertet, prvi pripust (osjemenjivanje) i prvo jarenje	29
2.3.2. Veličina legla.....	30
2.3.3. Porodna masa jaradi	32
2.4. Cjeloživotna proizvodnja.....	34
2.4.1. Dugovječnost koza u proizvodnji mlijeka	34
2.4.3. Cjeloživotna proizvodnja jaradi.....	37
2.5. Utjecaj dobi pri prvom pripustu na mliječnost i reprodukcijske odlike koza.....	40
2.5.1. Prvi pripust i mliječnost	40
2.5.2. Prvi pripust i reprodukcijske odlike	43
3. MATERIJAL I METODE RADA	46
3.1. Populacija koza korištenih u istraživanju.....	46
3.2. Kontrola proizvodnih osobina	46
3.2.1. Kontrola mliječnosti.....	46
3.2.1.1. Procjena ukupne laktacijske proizvodnje mlijeka i osnovnog kemijskog sastava mlijeka.....	47
3.2.2. Kontrola reprodukcijskih pokazatelja i utvrđivanje dugovječnosti.....	48
3.3. Statistička analiza podataka	49

3.3.1. Priprema podataka.....	49
3.3.2. Deskriptivna i inferencijalna statistička analiza	50
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	52
4.1. Pokazatelji mliječnosti uzgojno valjanje populacije koza pasmine alpina u Hrvatskoj	52
4.1.1. Utjecaj dobi koza pri prvom pripustu na trajanje razdoblja sisanja, mužnje i ukupne laktacije koza	60
4.1.2. Utjecaj dobi koza pri prvom pripustu na proizvodnju mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze.....	63
4.1.3. Utjecaj dobi koza pri prvom pripustu na osnovni kemijski sastav mlijeka.....	68
4.1.4. Utjecaj dobi prvog pripusta na broj somatskih stanica u mlijeku	71
4.2. Pokazatelji plodnosti alpina koza i prenatalnog rasta jaradi	74
4.2.1. Utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu na veličinu legla i prenatalni rast jaradi..	76
4.3. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje koza	79
4.3.1. Utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu na cjeloživotnu proizvodnju mliječnih koza	81
5. RASPRAVA	84
6. ZAKLJUČCI	100
7. POPIS LITERATURE.....	102
8. ŽIVOTOPIS	126

Popis kratica

Kratica	Značenje
ANCOVA	Analiza kovarijance
AT	Metoda uzorkovanja mlijeka
BSS	Broj somatskih stanica
DAD-IS	Informacijski sustav rasprostranjenosti domaćih životinja pri FAO-u.
EU	Europska unija
FAOSTAT	Statistika organizacije Food and Agriculture Organisation (FAO)
HAPIH	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
HPA	Hrvatska poljoprivredna agencija
HRN ISO 9622:2001	Hrvatski normativni dokument, Određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze–spektrofotometrijska, standardna metoda
HRN EN ISO 13366-2:2007/Ispr.1:2007	Hrvatski normativni dokument, Određivanje broja somatskih stanica - fluoro-opto-elektronska metoda
HSC	Hrvatski stočarski centar
ICAR	International committee for animal recording
$\log_{10}BSS/mL$	logaritam broja somatskih stanica
NN	Narodne novine
NPN	Neproteinski dušik u mlijeku
sd	standardna devijacija
UBB	Ukupni broj bakterija u mlijeku

Popis tablica

Tablica 1. Mjere centralne tendencije i disperzije podataka istraživanih svojstava uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj (n=32601 laktacija).....	52
Tablica 2. Pokazatelji trajanja laktacije uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi pri prvom pripustu.....	55
Tablica 3. Pokazatelji mliječnosti uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi prilikom prvog pripusta.....	56
Tablica 4. Pokazatelji kemijskog sastava mlijeka uzgojno valjanih alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi pri prvom pripustu.....	58
Tablica 5. Pokazatelji proizvedene mliječne masti, bjelančevina i laktoze alpina koza klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi prilikom prvog pripusta.....	59
Tablica 6. Procijenjeni parametri linearne regresije trajanja sisanja, mužnje i ukupne laktacije na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije.....	60
Tablica 7. Procijenjeni parametri linearne regresije količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije.....	63
Tablica 8. Procijenjeni parametri linearne regresije dnevne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije	66
Tablica 9. Procijenjeni parametri linearne regresije udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije	69
Tablica 10. Prosječne vrijednosti logaritmiranog broja somatskih stanica (BSS) u mililitru mlijeka (\log_{10} BSS/mL) prema rednom broju laktacije i dobi prvog pripusta.....	72
Tablica 11. Procijenjeni parametri linearne regresije \log_{10} BSS/mL na dob koza pri prvom pripustu.....	72
Tablica 12. Osnovni pokazatelji plodnosti i prenatalnog rasta jaradi alpina koza (n=32601)	74
Tablica 13. Pokazatelji plodnosti i prenatalnog rasta alpina jaradi klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi pri prvom pripustu.....	75
Tablica 14. Procijenjeni parametri linearne regresije veličine legla, porodne mase jaradi i mase legla na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije	77

Tablica 15. Deskriptivni statistički pokazatelji cjeloživotne proizvodnje uzgojno valjane populacije alpina koza (n=9857)	79
Tablica 16. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema dobi prvog pripusta (n=9857)	80
Tablica 17. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje uzgojno valjane populacije alpina koza klasificirani prema dobi prvog pripusta (n=9857)	82
Tablica 18. Prosječna dob prvog pripusta mliječnih pasmina koza u različitim zemljama	92
Tablica 19. Prosječna veličina legla za mliječne i kombinirane pasmine koza u različitim zemljama	93

Popis grafikona

- Grafikon 1.** Distribucije frekvencija trajanja laktacije (gore) i ostvarenih laktacijskih proizvodnji (dolje) u uzgojno valjanoj populaciji alpina koza u Hrvatskoj53
- Grafikon 2.** Distribucije frekvencija udjela bjelančevina, mliječne masti i laktoze u mlijeku (gore) i ostvarene laktacijske proizvodnje bjelančevina, mliječne masti i laktoze u razdoblju mužnje (dolje)54
- Grafikon 3.** Procijenjeni pravci linearne regresije trajanja razdoblja sisanja, mužnje i ukupne laktacije na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima.....61
- Grafikon 4.** Procijenjeni pravci linearne regresije količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima.....65
- Grafikon 5.** Procijenjeni pravci linearne regresije dnevne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima67
- Grafikon 6.** Procijenjeni pravci linearne regresije udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku na dob pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima.....70
- Grafikon 7.** Distribucija frekvencija logaritmiranih vrijednosti broja somatskih stanica BSS u mililitru mlijeka ($\log_{10}BSS/mL$) prema rednom broju laktacije71
- Grafikon 8.** Regresija logaritmiranih vrijednosti broja somatskih stanica BSS u mililitru mlijeka ($\log_{10}BSS/mL$) na dob prilikom pripusta prema rednom broju laktacije73
- Grafikon 9.** Procijenjeni pravci linearne regresije veličine legla, porodne mase i ukupne mase legla na dob jarica pri prvom pripustu unutar rednog broja jarenja korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima.....78
- Grafikon 10.** Procijenjeni pravci regresije cjeloživotne proizvodnje mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob jarica pri prvom pripustu korigirani na utjecaj stada i sezonu jarenja koza82
- Grafikon 11.** Procijenjeni pravci regresije cjeloživotnog broja laktacija, cjeloživotne veličine legla cjeloživotne mase legla korigirani na utjecaj stada i sezonu jarenja koza83

1. UVOD

Kozje mlijeko i meso spadaju među najvažnije izvore animalnih bjelančevina za prehranu stanovništva. Osobito je naglašena važnost uzgoja koza i proizvodnje kozjih proizvoda na područjima s nerazvijenom poljoprivredom gdje su izvori hrane iz drugih grana stočarske proizvodnje znatno manje zastupljeni i teže dostupni. Intenzivna kozarska proizvodnja, poglavito proizvodnja mlijeka, je vrlo složena, zahtjevna i pod utjecajem mnogobrojnih čimbenika od kojih je najvažniji pasmina ili genetski potencijal uzgajanih grla. U Hrvatskoj se intenzivna proizvodnja kozjeg mlijeka temelji na inozemnim pasminama (alpina i sanska) čije su temeljne odlike visoka mliječnost i plodnost. Brojna su istraživanja o proizvodnim odlikama različitih pasmina koza i njihove učinkovitosti u proizvodnji mlijeka i mesa u različitim uzgojno-tehnološkim uvjetima i čimbenicima okoliša. Osobine plodnosti, veličina i porodna masa legla, količina proizvedenog mlijeka i njegov kemijski sastav primarno su određeni pasminom (Mioč, 1991). Najintenzivnija kozarska proizvodnja je na sjeverozapadnim područjima Hrvatske gdje se zbog nedostatka poljoprivrednih površina za napasivanje koze cijele godine drže u staji (Mioč i Pavić, 2002). Hranidba je najvažniji okolišni (negenetski) čimbenik o kojemu najviše ovisi količina proizvedenog mlijeka, njegov kemijski sastav i preradbene odlike. Stoga je pravilna hranidba kvalitativno potpuno izbalansiranim i dostatnim obrokom temeljni čimbenik visoke proizvodnje, dobiti i zdravlja koza (Min i sur., 2005). Mliječne pasmine koza većinom su ranozrele te su često već u prvoj godini dovoljno tjelesno razvijene za prvi pripust (osjemenjivanje) i gravidnost. Jarice koje se prvi put prerano pripusti ili osjemeni (premlade, nedovoljne tjelesne razvijenosti i loše kondicije), tijekom prve gravidnosti, zbog prednosti fetusa u distribuciji hranjivih tvari, nerijetko zaostaju u razvoju. Navedeno je razlog pozitivne korelacije između tjelesnog razvoja, mjera vimena, osobito njegova oblika i razvijenosti, s proizvodnjom mlijeka i brojem jaradi (Tilki i Keskin, 2021). Pripremom mladih koza za prvo jarenje, u zadnjoj trećini gravidnosti, dolazi do intenzivnijeg razvoja mliječne žlijezde i pripreme za partus i prvu laktaciju. Uobičajeno je da je količina proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji znatno manja nego u ostalim laktacijama, najčešće od 15 % do 35 %, s tim da većina pasmina najviše mlijeka, mliječne masti i bjelančevina (kg) proizvede u trećoj laktaciji. Kao i redni broj laktacije i stadij laktacije ima značajan utjecaj na količinu i sastav proizvedenoga mlijeka. Dnevna proizvodnja mlijeka povećava se od početka do sredine laktacije, dok se udio mliječne masti i bjelančevina smanjuje povećanjem dnevne količine proizvedenoga mlijeka (Antunac i Samaržija, 2000). Najmliječnije pasmine koza u svijetu (sanska i alpina) nastale su na području kontinentalnog dijela Europe gdje su izražene hranidbene razlike pod značajnim utjecajem sezone uzgoja. U uvjetima umjerene klime uobičajena je organizacija pripusta ili osjemenjivanja tijekom jeseni kako bi se koze jarile krajem zime i

početkom proljeća. Izrazita sezonalnost kozarske proizvodnje je nepovoljna te se različitim metodama pokušava omogućiti dostatna količina kozjih proizvoda, osobito mlijeka, tijekom cijele godine. Proizvodnja mlijeka izvan „granica prirodne sezonalnosti“ ima znatniji utjecaj na količinu proizvedenoga mlijeka i neznatno na njegov kemijski sastav (Mioč i sur., 2008). Dužina laktacije primarno je pasminska odlika, ali ju se tehnološki nastoji produžiti te na taj način smanjiti gubitak koji nastaje u suhostaju. Uz to, različitim postupcima nastoji se povećati perzistencija proizvodnje tijekom laktacije, ali i izbjegavanjem pripusta produžiti trajanje laktacije na dvije godine. Unatoč tome što se produžavanjem laktacije smanjuje utjecaj sezonalnosti kozarske proizvodnje bez negativnih posljedica na zdravlje koza, taj tehnološki postupak u proizvodnim sustavima nije značajnije prihvaćen (Goetsch i sur., 2011). Veličina legla je čimbenik koji ima značajan utjecaj na proizvodnju mlijeka. S povećanjem broja jaradi u leglu, unatoč ranijem odvajanju i odbiću, povećava se ukupna količina proizvedenog mlijeka u laktaciji (Zamuner i sur., 2019).

Utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu na međudnose čimbenika mliječnih i reprodukcijских odlika pasmina koza je znatno manje istraživano nego u drugim vrstama domaćih životinja, osobito krava, te su stoga u uvjetima intenziviranja kozarske proizvodnje potrebna dodatna istraživanja tog važnog fiziološko-proizvodnog čimbenika. Dob koza pri prvom pripustu/osjemenjivanju je pasminsko svojstvo i odluka o optimalnoj dobi pri prvom pripustu ima izravan utjecaj na životnu proizvodnju, rast, dobrobit i zdravlje životinja. Stoga bi interes uzgajivača trebao biti utvrđivanje najranije dobi u kojoj je moguće pripustiti mladu jaricu bez negativnog učinka na njen tjelesni razvitak te količinu i kvalitetu proizvedenoga mlijeka (Mioč, 2022). Uz najsuvremeniju tehnologiju te korištenje opreme i mehanizacije koje držanje koza u staji u svim tehnološkim procesima omogućava, određivanje optimalne dobi jarica pri prvom pripustu i prvom jarenju u uvjetima intenzivne kozarske proizvodnje je od odlučujuće važnosti za količinu proizvedenoga mlijeka, njegov kemijski sastav, reprodukcijske odlike i dugovječnost uzgajanih grla. Iz tog razloga namjera ovog istraživanja je utvrditi utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu/osjemenjivanju na odlike mliječnosti alpina koza uzgajanih na području sjeverozapadne Hrvatske u intenzivnim proizvodnim uvjetima.

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

Predloženo istraživanje polazi od pretpostavki da se kasnijim prvim pripustom jarica:

-postišu veće laktacijske proizvodnje (mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze) uz manji broj somatskih stanica u mlijeku

-postišu brojnija legla i veće prosječne porodne mase jaradi

-očekuje duže životno i proizvodno razdoblje koza

Cilj predloženog istraživanja je utvrditi:

-u kojoj mjeri kasniji prvi pripust utječe na proizvodne pokazatelje mliječnosti (količine proizvedenoga mlijeka, udjela (%) i količine mliječne masti (kg), bjelančevina, laktoze i broja somatskih stanica), plodnosti (broj jaradi u leglu, porodna masa jaradi i ukupna porodna masa jaradi u leglu) i dugovječnosti

-utvrditi poželjnu dob jarica pri prvom pripustu u sustavima intenzivne proizvodnje kozjeg mlijeka

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Koze obitavaju, preživljavaju i proizvode i u najekstremnijim klimatskim uvjetima, od snježnih, ledenih i iznimno hladnih područja (Sibir), do izrazito toplih i vrućih podneblja (Kalahari), gdje učinkovito koriste dostupnu im vegetaciju (Moyo i Nsahai, 2017). Važan su dio ukupne svjetske stočarske proizvodnje, a njihova najveća prednost je prilagodljivost teškim uzgojno-tehnološkim uvjetima često popraćenim nedostatkom hrane i vode (Luna-Gonzales i sur., 2012), te su u takvim uvjetima nerijetko jedini izvor bjelančevina životinjskog podrijetla (mesa i mlijeka). Dominantna su vrsta na nepristupačnim područjima, gdje su znatno smanjene mogućnosti uzgoja drugih vrsta stoke i organizacije ratarske proizvodnje (Mioč, 2022). Iz tog razloga uzgoj je koza vrlo važan u većini zemalja svijeta, na različitim klimatskim, orografskim i vegetacijskim područjima (Zenebe i sur., 2014). Unatoč tome što koze u zemljama u razvoju spadaju među najvažnije vrste domaćih životinja, naponi koji se ulažu za povećanje njihove proizvodne učinkovitosti gotovo su zanemarivi (Devendra, 1980). Brojne su prednosti koza u održavanju proizvodnje i u ekstremnim klimatskim uvjetima kada hranu loše kvalitete pretvaraju u vrhunske proizvode uz malu količinu metana izlučenog u okoliš (Koluman-Dancan i Daskiran, 2014). U većini zemalja Europe, Sredozemlja i općenito na umjerenim klimatskim područjima, koze smatraju mliječnim životinjama jer je mlijeko njihov primarni proizvod. Stoga su proizvodnja i prerada kozjeg mlijeka „brzorastući“ sektor koji je u mnogim zemljama vrlo važna gospodarska grana (Park i Haenlein, 2007). Na tim je područjima uzgoj koza važan dio tradicije i nacionalnog gospodarstva. Proizvodnja kozjeg mlijeka je vrlo kompleksna i pod utjecajem velikog broja čimbenika. Ona je u stvari složen međuodnos životinje, čimbenika okoliša, od kojih je najvažnija hranidba te uzgajivač.

2.1. Čimbenici količine i sastava proizvedenog mlijeka

U svjetskim razmjerima naglašava se trostruka uloga kozjeg mlijeka u prehrani ljudi: veća zastupljenost kozjeg mlijeka u prehrani pothranjenog i nekvalitetno hranjenog stanovništva u nerazvijenim zemljama, prehrana humane populacije pogođene alergijama na kravlje mlijeko i različitim probavnim poremećajima koji čine značajan udio u razvijenim zemljama te zadovoljavanje potreba tržišta za proizvodima vrhunske kvalitete kojima streme zahtjevni potrošači kojih je u razvijenim zemljama sve više (Haenlein, 2004). U razvijenim zemljama interes za kozjim mlijekom i proizvodima od kozjeg mlijeka je dio trendova sve veće potražnje za „zdravom hranom“ kao i pozitivne alternative u prehrani osoba alergičnih na određene sastojke kravljeg mlijeka (Park, 2017). Brojna su istraživanja usmjerena na čimbenike proizvodnje i kvalitete kozjeg mlijeka s temeljnim ciljem povećanja učinkovitosti grla, stada, populacije i pasmine u proizvodnji kvalitetnog kozjeg mlijeka, a u

posljednje vrijeme važna su karika u procesu procjene uzgojnih vrijednosti korištenjem suvremenih analitičkih procedura. Najvažniji čimbenici količine i sastava kozjeg mlijeka su: pasmina (genotip), hranidba, tjelesna razvijenost, dob koze i redosljed laktacije, stadij laktacije, dužina (trajanje) laktacije, veličina legla, razvijenost vimena, temperatura zraka, broj i način mužnje/dan, sezona jarenja, zdravlje koze i vimena te dr. Genetski je potencijal koze za proizvodnju mlijeka najvažniji čimbenik količine i sastava proizvedenoga mlijeka. Međutim, uz pasminu proizvodnja mlijeka je pod izravnim utjecajem i drugih čimbenika te nisu rijetke razlike u proizvodnoj učinkovitosti grla između i unutar stada neke pasmine (Mioč, 2022). Znanstveno je utvrđeno da je oko 70 % varijacija u proizvodnji mlijeka između grla iste pasmine u stadu pod utjecajem čimbenika okoliša (negenetskih), od kojih je najsnažniji utjecaj hranidbe (Steine, 1975).

2.1.1. Pasma (genotip)

Pasma ili genetski potencijal grla prvi je i najvažniji čimbenik količine i kemijskog sastava proizvedenoga mlijeka, zatim njegove hranjive vrijednosti i preradbenih odlika (Antunac i Lukač Havranek, 1999; Mioč i sur., 2004; Marques i sur., 2011; Mioč, 2022) Proizvodnja mlijeka se razlikuje među pasminama, a većina je pasmina u mogućnosti u laktaciji proizvest više mlijeka od količine koju posiše jarad u razdoblju sisanja. S obzirom na proizvodnju mlijeka pasmine je moguće grupirati u slijedeće skupine: autohtone pasmine koje proizvedu količinski manje, ali s visokim udjelom mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari i mineralnih tvari te pasmine koje su nastale dugotrajnim uzgojno-seleksijskim radom za visoku proizvodnju mlijeka, ali s nižim udjelima temeljnih sastojaka (Dolenčić Špehar, 2013; Mioč, 2022). Razliku u količini proizvedenog mlijeka među pojedinim grlima (Montaldo i sur., 1995) kao i njegovu kemijskom sastavu između i unutar pasmine uzrokuje genetski čimbenik (Raynal-Ljutovac i sur., 2008). Sanske koze su u prvoj laktaciji prosječno proizvele 339,72 kg mlijeka što je bilo značajno više od alpina koza držanih u istim uvjetima koje su proizvele 323,54 kg mlijeka (Mioč, 1991).

Međutim, Mioč i sur. (2007) navode znatno veću proizvodnju mlijeka koza obuhvaćenih kontrolom proizvodnosti u Hrvatskoj. Najviše mlijeka proizvele su sanske koze koje su u laktaciji od 254 dana prosječno proizvele 724,40 kg mlijeka, alpina koze u 259 dana laktacije proizvele su 548,48 kg mlijeka, dok su koze njemačke oplemenjene pasmine u laktaciji od 242 dana proizvela 518,38 kg mlijeka. U skladu s navedenim rezultatima su i podatci proizvodnosti dviju navedenih pasmina u Sloveniji gdje su sanske koze u laktaciji od 275 dana prosječno proizvele 584 kg mlijeka, dok su alpina koze u laktaciji od 258 dana ukupno prosječno proizvele 493 kg mlijeka (Kompan i sur., 1998). Koze uzgajane na

umjerenim klimatskim područjima proizvedu više mlijeka od pasmina nastalih i uzgajanih na području tropske klime. U uvjetima visoke temperature te hranidbi koza utemeljenoj na biljkama prilagođenim dugoj suši i biljkama niske hranjive vrijednosti, koze su (uz toplinski) izloženi i proizvodnom stresu, što se uz nižu proizvodnju često očituje i pojavom različitih bolesti. Iz tog razloga se pri uzgoju veća pozornost posvećuje osobinama otpornosti i prilagodljivosti proizvodnim uvjetima, a nakon toga količini i sastavu proizvedenoga mlijeka i reprodukcijским odlikama (Taiwo, 2017; Mioč, 2022). U lokalne indijske jamunapari pasmine utvrđena je značajno veća maksimalna prosječna dnevna proizvodnja mlijeka (0,90 kg/dan) u šestom tjednu laktacije. Međutim, u Barbari pasmine je utvrđena znatno niža maksimalna dnevna količina proizvedenoga mlijeka (0,60 kg/dan), ostvarena u osmom tjednu laktacije. Nakon utvrđene maksimalne dnevne količine proizvedenoga mlijeka u obje se pasmine količina mlijeka postupno smanjivala da bi 90-og dana laktacije u jamunapari koza bila 0,65 kg/dan, a Barbari 0,41 kg/dan (Kala i Prakash, 1990). Oplemenjivanje lokalnih koza europskim visokomliječnim pasminama ima značajan utjecaj na količinu i kemijski sastav proizvedenoga mlijeka (Prasad i Sengar, 2002). Poznavanje temeljnih pokazatelja proizvodnosti pojedinih pasmina temelj je za sva ostala istraživanja koja imaju za cilj poboljšanje proizvodne učinkovitosti uzgajanih koza. Prema Informacijskom sustavu rasprostranjenosti domaćih životinja (Domestic Animal Diversity Information System DAD-IS) pri FAO-u u svijetu je od ukupnog broja uzgajanih mliječnih pasmina najviše sanskih koza (oko 44 %), zatim anglonubijskih (oko 30 %), togenburg (oko 27 %) i alpina (oko 20 %). Prema podacima iz Informacijskog sustava rasprostranjenosti domaćih životinja nema statistički značajne razlike u proizvodnji mlijeka između alpina i sanske pasmine, dok je utvrđena značajna razlika u proizvodnji između njih i drugih pasmina (Ferro i sur., 2017).

Pasmina ima značajan utjecaj na količinu proizvedenog mlijeka i njegov kemijski sastav, no i unutar određene pasmine kemijski je sastav mlijeka podložan svakodnevnim promjenama kao rezultat utjecaja brojnih čimbenika (Antunac i Samaržija, 2000). Promjene sastava mlijeka utječu na njegovu hranidbenu vrijednost te organoleptičke i preradbene odlike. Praćenje kemijskog sastava mlijeka, osobito poznavanje njegovih temeljnih sastojaka od ključne je važnosti za odabir pasmine za uzgoj u specifičnim uzgojno-proizvodnim uvjetima na određenom području. U europskim razvijenim kozarskim zemljama kozje se mlijeko (slično kao ovčje) većinom preradi u sir i/ili mliječno kisele napitke (Mioč i sur., 2024). Paulina i sur. (2018) naglašavaju da je u posljednje vrijeme sve izraženiji trend potrošnje tradicijskih proizvoda (hrane) označenih nekom od oznaka izvornosti proizvoda. Takvi proizvodi na tržištu postižu višu cijenu, pa često lokalne pasmine niže proizvodnosti mogu biti gospodarski zanimljive i učinkovite. U istraživanju utjecaja pasmine na kemijski sastav i specifičnosti mlijeka utvrđena je značajna razlika u kemijskom sastavu mlijeka

ovisno o stadiju laktacije i sezoni uzgoja između švicarske sanske pasmine i portugalskih pasmina serrana, charnequeira, serpentina i algarvia. Također je utvrđeno da sastav mlijeka unutar grla iste pasmine osim o genetskim čimbenicima značajno ovisi i o hranidbenom statusu grla, kemijskom sastavu hrane te čimbenicima okoliša. U navedenom istraživanju serrana koza razlikovala se od drugih pasmina po količini i kemijskom sastavu proizvedenoga mlijeka. Međutim, kemijski sastav mlijeka sanskih koza nije bio znatnije drugačiji od mlijeka proizvedenog od lokalnih portugalskih pasmina pa autor tvrdi da je utjecaj pasmine na kvalitetu mlijeka manje izražen od utjecaja uzgojnog područja i sustava proizvodnje. Autori zaključuju da su rezultati istraživanja dodatni argument važnosti očuvanja izvornih pasmina i njihovih proizvoda (Trancoso i sur., 2010). Brojni su navodi u svjetskoj literaturi o mliječnim odlikama određenih pasmina koza uzgajanih u različitim uvjetima, odnosno uzgojno-proizvodnim sustavima (Eker i sur., 1997; Montaldo i sur., 1981; Chawla i Bhatnagar 1984; Avilés i sur., 2001; Agnihotri i sur., 2007; Pellerin i Browning, 2012;). Sung i sur. (1999) naglašavaju znatno nižu proizvodnju mlijeka nubijskih koza u usporedbi s alpinom, sanskom i togenburškom, ali i znatno veći udio mliječne masti i bjelančevina u njihovom mlijeku. Lokalne pasmine, zapadno afrička patuljasta i red sokoto, proizvode znatno manje mlijeka od poznatih europskih mliječnih pasmina, ali je njihovo mlijeko bogatije svim temeljnim sastojcima (Park i Haenlein, 2010). Mioč i sur., (1991a) navodi značajno viši prosječni udio mliječne masti u mlijeku alpina koza u usporedbi s mlijekom koza sanske pasmine (3,79 % : 3,61 %) dok je ukupna količina proizvedene mliječne masti bila podjednaka u obje pasmine (12,18 kg alpina : 12,34 kg sanska). Antunac i sur. (2001a) navode značajan utjecaj pasmine na prosječnu količinu mlijeka proizvedenog u laktaciji, s tim da je udio mliječne masti u mlijeku alpine i mlijeka njemačke koze bio vrlo sličan (alpina 3,55 % : njemačka šarena 3,49 %), dok je u mlijeku sanskih koza utvrđen znatno niži prosječni udio mliječne masti (3,35 %). Budući da su sanske koze u laktaciji proizvele najviše mlijeka negativnu korelaciju između količine proizvedenog mlijeka i udjela mliječne masti pripisuju većoj proizvodnji mlijeka sanskih koza. Najviši udio bjelančevina (3,23 %) utvrđen je u mlijeku njemačke šarene koze, dok je udio bjelančevina u mlijeku alpina (3,08 %) i sanskih koza (3,05 %) bio podjednak (Mioč i sur., 2007). Međutim, Mioč i sur. (2008) nisu utvrdili značajan utjecaj pasmine na količinu i kemijski sastav proizvedenoga mlijeka. Zbog visoke prilagodljivosti i otpornosti na lošije uvjete proizvodnje od drugih vrsta domaćih životinja, poglavito goveda i svinja, visokoproizvodne pasmine koza su od iznimne važnosti osobito za zemlje u razvoju koje se najčešće nalaze u područjima tropske i suptropske klime. Lôbo i sur. (2017) navode značajne razlike u količini proizvedenog mlijeka i njegovom kemijskom sastavu između istih pasmina uzgajanih na različitim područjima Brazila.

Damaskus koze uzgajane na području Bliskog istoka su proizvele više mlijeka s višim udjelom mliječne masti i bjelančevina od aradi-saudi koza uzgajanih u istim uvjetima (Kamal El-den i sur., 2020). Značajan utjecaj pasmine na kemijski sastav mlijeka potvrđen je i usporedbom rezultata istraživanja pasmina jamunapari i barbari koza uzgajanih u Indiji. U mlijeku jamunapari koza utvrđen je viši udio mliječne masti i laktoze, dok je u mlijeku barbari koza uzgajanih u istim uvjetima utvrđen značajno viši udio bjelančevina, bezmasne suhe tvari te ukupne suhe tvari (Kala i Prakash, 1990). U većini istraživanja utjecaja pasmine na kemijski sastav mlijeka utvrđene su specifičnosti u prosječnim udjelima temeljnih kemijskih sastojaka, a što je važno u odluci odabira najpogodnije pasmine za određene uzgojne uvjete i cilj proizvodnje.

2.1.2. Hranidba

Hranidba koza ključni je negenetski čimbenik količine proizvedenoga mlijeka i njegovog kemijskog sastava te njegovih preradbenih odlika i količine proizvoda (Mioč, 2022). Širok je spektar različitosti sustava hranidbe koza u svijetu, počev od ekstenzivnog sustava utemeljenog na paši i brstu, do intenzivnog sustava u kojem koze dobivaju u potpunosti izbalansiran obrok tijekom cijele godine, prilagođen specifičnim fiziološko-proizvodnim odlikama uzgajanih grla (Morand-Fehr, 1991). Hranidba koza ima veliki značaj za kemijski sastav mlijeka. Koze na pašnjaku, svojim hranidbenim ponašanjem, pozornim biranjem biljaka i njihovih pojedinih dijelova, neraskidivo su povezani s okolišem u kojem borave. Čak i koze koje se cijele godine drže u zatvorenim objektima i dobivaju cjelovit obrok u obliku sjeckanog voluminoznog ili peletiranog krepkog dijela obroka imaju prirodni nagon za biranje određenih dijelova krmiva koji im po fizičkoj strukturi ili organoleptičkim osobinama najviše odgovaraju. Specifično i kompleksno ponašanje koza prilikom hranidbe ima utjecaja i na jedinstven kemijski sastav kozjeg mlijeka (Goetsch i sur., 2010). Hranjenjem koza alpske, njemačke bijele i anglonubijske pasmine obrokom lošije kvalitete u sve tri je pasmine rezultiralo približno istom količinom proizvedenoga mlijeka (300 mL/mužnji). Međutim, hranjenje koza kvalitetnijim obrokom rezultiralo je povećanjem količine proizvedenog mlijeka u sve tri pasmine, i to: alpina, 884 mL/mužnji, njemačka bijela koza 817 mL/mužnji i anglonubijska 500 mL/mužnji. Uvođenje peletiranog sijena lucerke i povećanje udjela krepkih krmiva rezultiralo je značajnim povećanjem količine proizvedenog mlijeka (Zazharska i sur., 2018). U obroku koza neophodna je određena razina sirovih vlakana koja će omogućiti normalnu funkciju buraga, osigurati zadovoljavajuću količinu mliječne masti u mlijeku te spriječiti moguće probleme nakon jarenja. U istraživanju hranidbe životinja s različitim omjerom voluminoznih i krepkih krmiva: 75 : 25 %, 60 : 40 % te 45 : 55 % utvrđeno je da se s povećanjem udjela krepkih krmiva u obroku povećava udio

energije u obliku povećane tjelesne mase dok se udio mliječne masti u proizvedenom mlijeku smanjio sa 3,62 % na 2,92 % (Kawas i sur., 1991). U skladu s navedenim su i rezultati istraživanja provedenog na alpina kozama hranjenih različitom količinom krepkih krmiva po svakom kg proizvedenog mlijeka iznad 1,5 kg/dan. Uz krepku krmu tri skupine koza su imale slobodan pristup pašnjaku, a četvrta je skupina boravila u staji i hranjena je sijenom lucerke. Količina i sastav proizvedenog mlijeka su varirali između pojedinih hranidbenih skupina. Utvrđeno je značajno povećanje količine pomuzenog mlijeka za 1,7 kg svakim dodanim kg krepkih krmiva. Prosječna maksimalna proizvodnja, vrijeme postizanja maksimalne proizvodnje i perzistencija laktacije bili su niži u koza koje nisu hranjene isključivo voluminoznom krmom. Rezultati istraživanja ukazuju da svako dodavanje krepkog krmiva dovodi do povećanja količine proizvedenog mlijeka koje je veće ukoliko je temeljni voluminozni obrok lošije kvalitete.

Prosječna srednja vrijednost udjela mliječne masti i bjelančevine je bila viša u koza hranjenih dodatkom krepke krme. Unatoč utjecaju godine i tretmana srednja vrijednost udjela bjelančevina u mlijeku istraživanih pasmina bila je podjednaka između istraživanih pasmina. Prosječni udio laktoze je bio viši u mlijeku koza hranjenih većom količinom krepkih krmiva, dok je prosječna dnevna količina proizvedene mliječne masti i bjelančevina bila najviša u mlijeku koza hranjenih najvišim razinama krepkih krmiva. Udio krepkih krmiva u obroku je također utjecao na koncentraciju uree u mlijeku koja je bila najviša u mlijeku koza hranjenih najvišim udjelom krepkih krmiva (Min i sur., 2005). Način hranidbe ima značajan utjecaj na kemijski sastav mlijeka pa se dodavanjem stočnog kvasca, pšeničnih mekinja ili kvasca Yea-Sacc1026 uz temeljni obrok koza znatno povećava udio mliječne masti i bjelančevina. Utvrđena je pozitivna korelacija između količine proizvedenog mlijeka i njegovog kemijskog sastava, odnosno sa povećanjem količine proizvedenog mlijeka povećala se količina proizvedene mliječne masti ($r = 0,58$) i bjelančevina ($r = 0,59$; Aplocina i Spruzs, 2012). Povećana razina energije i bjelančevina u obroku nije rezultirala značajnim povećanjem dnevne količine proizvedenog mlijeka niti znatnijim promjenama kemijskog sastava. Povećana razina energije i sirovih bjelančevina u obroku je dovela do negativnog utjecaja i smanjenja mliječne masti u proizvedenom mlijeku. Autori navedeno obrazlažu „nepripremljenošću buraga“ koza na poboljšanu hranidbu kao i u dostatnoj hranidbi temeljnim obrokom koji je zadovoljavao potrebe koza (Goetsch i sur., 2000). Kemijski sastav mlijeka ne ovisi samo o energetskej razini obroka i njegovom kemijskom sastavu, nego je i pod značajnim utjecajem fizikalnih svojstva krmiva. Dostupnost hranjiva ovisi i o brojnim drugim čimbenicima kao što su dužina sječke, vrijeme košnje, krupnoća mljevenja, komplementarnost krmiva pri probavi, dostupnost i temperatura vode, raspored hranjenja (Kawas i sur., 1991).

2.1.3. Tjelesna razvijenost i kondicija

Idowu i Adewumi (2017) su utvrdili da su koze su s obzirom na tjelesnu masu učinkovitije u proizvodnji mlijeka od krava, ovaca i bivola. Autori navode da koze proizvode više mlijeka u odnosu na druge vrste preživača zbog boljeg iskorištenja hrane, veće perzistencije laktacije, većeg udjela tkiva vimena u odnosu na ukupnu tjelesnu masu te učinkovitiju sekreciju mlijeka. Prema tjelesnoj razvijenosti koze su u svijetu podijeljene u tri skupine: patuljaste koze koje su rijetko veće tjelesne mase od 25 kg, male pasmine, tjelesne mase od 15 do 30 kg i velike pasmine tjelesne mase iznad 55 kg. Odlike tjelesne razvijenosti koza u pozitivnoj su korelaciji s kapacitetom konzumacije krme i količinom proizvedenog mlijeka (Webb i sur., 2014). Tilki i Keskin (2021) su utvrdili visoku povezanost svih mjera tjelesne vanjštine koza s količinom proizvedenog mlijeka, a najveća je pozitivna korelacija utvrđena između količine proizvedenoga mlijeka i opseg prsa te između količine proizvedenoga mlijeka i razvijenosti mamarnog kompleksa. Autori zaključuju da je pri provođenju uzgojno-seleksijskog rada neophodno uz procjenu uzgojne vrijednosti koza za svojstva količine i sastava mlijeka u obzir uzeti i svojstva rasta i razvoja grla koja su također važna za učinkovitost proizvodnje kozjeg mlijeka te da se linearnom ocjenom vanjštine kvalitativnim svojstvima određuju kvantitativne vrijednosti što omogućava statističku analizu i procjenu utjecaja tih svojstava na proizvodna svojstva koza. Žujović i sur. (2011) navode pozitivnu korelaciju između visine grebena, dužine trupa, dubine i širine prsa te tjelesne mase koza s ukupnom količinom proizvedenoga mlijeka u laktaciji. Utvrđena je statistički značajna pozitivna korelacija između širine prsa ($r = 0,39$) i opsega prsa ($r = 0,38$) s količinom proizvedenog mlijeka. Pozitivna korelacija je utvrđena i između količine mlijeka u laktaciji i prosječne tjelesne mase koza ($r = 0,23$). U alpina koza je opseg prsa imao značajan utjecaj na proizvodnju mlijeka i mliječne masti, dok je u sanske pasmine na proizvodnju mlijeka i mliječne masti značajan utjecaj imala širina prsa (Mioč i sur., 1991b). Vrdoljak (2021) navodi značajne koeficijente regresije između tjelesne mase koza i proizvodnje mlijeka u laktaciji te između dubine prsa, širine prsa i količine proizvedenoga mlijeka u laktaciji. Manfredi i sur. (2001) navode da se od početka sustavnog uzgojno-seleksijskog rada (1960-tih godina) populaciji mliječnih pasmina koza u Francuskoj, odabir mladih jaraca i jarica za rasplod i progenu testiranje provodio nelinearnim tipom ocjene vanjštine. Uzgojni savezi alpina i sanske pasmine koza su 1995. godine razvili sustave ocjenjivanja fenotipskih svojstava linearnog tipa ocjene koji je obuhvaćao šest svojstava vezanih uz ocjenu trupa i nogu te jedanaest svojstava vezanih uz ocjenu vimena i sisa. Autori su u istraživanju izračuna korelacije između uzgojne vrijednosti osobina vanjštine s uzgojnom vrijednošću osobina proizvodnje mlijeka u laktaciji od 250 dana u populaciji od 11 494 alpina koza i 7 821 koza sanske pasmine utvrdili nisku apsolutnu vrijednost

korelacije (oko 0,2 u alpina koza i 0,1 u koza sanske pasmine), a korelacija između opsega prsa i proizvodnje mlijeka je također bila niska (0,1). U istom istraživanju je utvrđena negativna korelacija između procijenjene uzgojne vrijednosti položaja vimena i povezanosti zadnjeg dijela vimena s procijenjenom uzgojnom vrijednošću za osobine proizvodnje mlijeka, dok za ostale mjere vimena nije utvrđena korelacija s mliječnošću koza obiju pasmina. Autori istraživanja također navode da su uzgojne vrijednosti fenotipske ocjene vanjštine koza imale srednji do visoki heritabilitet u obje istraživane pasmine, dok je heritabilitet tjelesne razvijenost prvojarke, prikazan kroz opseg prsa, bio prilično visok. Izračunate osobine vimena imale su umjeren heritabilitet od 0,30, a osobine veličine sisa 0,40.

S motrišta reprodukcije i proizvodnje u kozarstvu, kondicija označava trenutno stanje tjelesne pripremljenosti muških i ženskih grla za određenu svrhu, odnosno uzgojno-proizvodno razdoblje. Koze mogu biti u rasplodnoj, tovnoj i izložbenoj kondiciji, te premršave ili izgadnjete (Sušić i sur., 2010). Koze mogu aktivirati tjelesne pričuve masnog tkiva ovisno o hranidbenom statusu, fiziološko-proizvodnom stadiju i „dostupnosti“ masnog tkiva. Mehanizam skladištenja i mobilizacije tjelesnih pričuva masnog tkiva, temeljni je čimbenik mobilizacije i prilagodbe koza na hranidbene promjene. Ocjena tjelesne kondicije je koristan čimbenik pri prilagođavanju hranidbenih potreba različitim uvjetima (Morand-Fehr, 2005). Na kondiciju, uz nasljednost, u značajnoj mjeri utječu i negenetski čimbenici te se tijekom života može mijenjati do granica koje su određene morfološkim i fiziološkim osobinama grla (Roche i sur., 2009). U sustavu visoke proizvodnje mlijeka neophodno je održavanje visoke razine tjelesnih energetskih pričuva prije početka laktacije uz izbjegavanje previše rane mobilizacije energetskih pričuva u kasnijoj fazi gravidnosti. Iz tog razloga je nakon završetka laktacije potrebno ocijeniti kondiciju koza i prema njoj prilagoditi hranidbu kako bi u slijedeću laktaciju ušle u optimalnoj kondiciji (Mioč i Pavić, 2002). U sektoru proizvodnje mlijeka postoje brojni načini praćenja tjelesnih pričuva masnog tkiva, ali je najraširenija metoda ocjene kondicije u rasponu od pet bodova, pri čemu 1 bod u ocjeni imaju pothranjena, mršava grla, dok ocjena 5 opisuje utovljena grla. Raspon u ocjeni između 2 i 4 se može radi točnije ocjene podijeliti na 0,25 boda. Poželjna ocjena kondicije za mliječna grla je 2,5 do 3,5. Grla koja su ocijenjena s višom ili nižom ocjenom od poželjne, kao i grla koja su naglo izgubila težinu su podložna pojavi različitih zdravstvenih poremećaja kao i smanjenja reproduktivske učinkovitosti (Ferguson i sur., 2006).

2.1.4. Redosljed laktacije i sezona jarenja

Postizanje maksimalne proizvodnje povezuje se s postupnim tjelesnim razvojem i rastom koza koji ovisi o pasmini, sustavu uzgoja ali i ostalim čimbenicima okoliša.

Intenzivniji razvitak mliječne žlijezde počinje tijekom prve gravidnosti, kada pod utjecajem hormona dolazi do naglog razvoja i pripreme vimena za početak laktacije nakon jarenja. Približavanjem jarenja (druga polovica gravidnosti), razvoj mliječne žlijezde je logaritamskog tijeka i traje sve do prvog tjedna nakon prvog jarenja. Mliječnost je funkcija koja ovisi o broju sekretornih stanica kao i o količini mlijeka koju izlučuju. Povećanje količine proizvedenog mlijeka nakon prve laktacije je rezultat manje degradacije i većeg stvaranja broja sekretornih stanica u odnosu na ostale laktacije. Povećanje količine mlijeka do maksimuma tijekom laktacije je posljedica rasta funkcije sekretornih stanica kao i povećanja njihovog broja. Nakon postizanja maksimuma dolazi do smanjenja sekrecijske aktivnosti stanica kao i postupnog smanjenja njihovog broja (Knight i Peaker, 1982). U uzgoju visokoproizvodnih ranozrelih grla uobičajena je praksa pripust/osjemenjivanje mladih jarica kad dosegnu dvije trećine završne razvijenosti njihovog tjelesnog okvira. U takvim je uvjetima neophodno jarici tijekom gravidnosti omogućiti hranidbu krmom visoke kvalitete što je preduvjet daljnjeg razvoja grla, ali i rasta i razvoja fetusa. Kvalitetna je hranidba od iznimne važnosti, poglavito u zadnjoj trećini gravidnosti, kada je razvoj ploda najintenzivniji, a jarica je u završnom stadiju tjelesnog razvitka uz istovremenu pripremu za jarenje i početak laktacije. Opravdano je stoga očekivati neznatno slabije proizvodne rezultate tijekom prve laktacije, koji bi sa završnim formiranjem odrasle koze u trećoj i četvrtoj godini života trebali dosegnuti svoj maksimum, da bi se daljnjim starenjem grla u narednim laktacijama proizvodnja postupno smanjivala (Antunac i Samaržija, 2000). Iz rezultata istraživanja utjecaja rednog broja laktacije i sezone jarenja na količinu proizvedenog mlijeka u Hrvatskoj koje su proveli Mioč i sur. (2008) većina koza ojarila se tijekom zime te sezona jarenja ima značajan utjecaj na dnevnu proizvodnju i ukupnu količinu proizvedenoga mlijeka u laktaciji. Koze ojarene početkom kalendarske godine ostvarile su veću prosječnu dnevnu i ukupnu proizvodnju mlijeka u laktaciji. Količina mlijeka povećavala se do četvrte laktacije. Trajanje laktacije je pod izravnim utjecajem sezone te su koze ojarene ranije imale dužu laktaciju, a s redoslijedom laktacije produljivano je njeno trajanje. Pavliček i sur. (2006) potvrđuju povećanje količine mlijeka sa rednim brojem laktacije. Proizvodnja je povećana sa 288,26 kg mlijeka proizvedenog u prvoj laktaciji na 381,58 kg u drugoj i 382,96 kg u trećoj laktaciji, pri čemu redni broj laktacije nije imao značajan utjecaj na dužinu laktacije. U navedenom istraživanju rezultati ukazuju da je stadij laktacije značajno utjecao na količinu mlijeka. Koze u prvoj laktaciji su vrhunac proizvodnje dosegnule u drugom mjesecu laktacije, a koze u drugoj i trećoj laktaciji mjesec dana kasnije. Nakon postizanja vrha dnevna količina je ravnomjerno padala do kraja laktacije. Premda istraživanje utjecaja rednog broja laktacije i sezone jarenja na količinu proizvedenoga mlijeka koza držanih u uvjetima uobičajenim za farme u Europi uglavnom potvrđuju očekivane rezultate, rezultati istraživanja provedenim na drugim područjima svijeta u specifičnim lokalnim uvjetima

držanja i hranidbe često odstupaju od očekivanog. U istraživanju utjecaja pasmine, redoslijeda i stadija laktacije na količinu i sastav mlijeka četiriju lokalnih pasmina: sirohi, marwari, kutchi i jakhrana u zapadnoj Indiji, utvrđeno je da redni broj laktacije značajno utječe na proizvodnju mlijeka u laktaciji. Potvrđen je i utjecaj stadija laktacije na dnevnu količinu pomuzenog mlijeka (Agnihotri i Raikumar, 2007). Istraživanje utjecaja hranidbe, rednog broja laktacije, godine i broja jaradi u leglu na količinu i sastav mlijeka lokalne maltaške pasmine koza također potvrđuje značajan utjecaj rednog broja laktacije na količinu proizvedenog mlijeka (Carnicella i sur., 2008). Redni broj laktacije mliječnih koza uzgajanih na području umjerene klime središnje Europe imao je značajan utjecaj na količinu mlijeka proizvedenog u laktaciji. Koze su u prvoj laktaciji proizvele značajno manje mlijeka nego u ostalim laktacijama, a najviša proizvodnja evidentirana je u trećoj laktaciji. Također je utvrđena značajna razlika u mliječnosti koza ovisno o sezoni jarenja jer su koze ojarane u ožujku i travnju imale najvišu laktacijsku proizvodnju. Manja proizvodnja u sezoni prosinac-veljača tumači se lošijom kvalitetom obroka kao i prelaskom sa zimske na ljetnu hranidbu u trenutku kada su trebale dostići maksimalnu proizvodnju (Ciappesoni i sur., 2004). Uvođenje nove pasmine u uzgoj koza na određeno područje često sa sobom nosi rizik smanjene proizvodnje, a ponekad i velikih zdravstvenih problema grla zbog nemogućnosti prilagodbe na nove uvjete. U istraživanju utjecaja na proizvodne osobine alpina pasmine pri uvođenju u proizvodnju na području talijanske regije Lombardija, za razliku od lokalnih pasmina koje su tjelesno i fiziološki pripravne za prvi pripust u drugoj godini života, većina alpina jarica dostatne je tjelesne razvijenosti za pripust već u prvoj godini. Količina proizvedenoga mlijeka najviše je pod utjecajem godine i stada, što se tumači velikim razlikama između farmi u sustavu hranidbe i mužnje. Koze ojarane početkom kalendarske godine proizvele su znatno više mlijeka od onih ojaranih kasnije (u proljeće), a uz to količina proizvedenog mlijeka je pod značajnim utjecajem redoslijeda laktacije (R^2 0,03). Povećanjem rednog broja laktacije gotovo jednolično se povećava količina mlijeka od prve do pete laktacije. Dostizanje maksimalne proizvodnje u petoj laktaciji u alpina koza je neuobičajeno, jer u većini istraživanja maksimum proizvodnje postižu u trećoj ili rjeđe četvrtoj laktaciji. Autori navedeno objašnjavaju malim brojem koza obuhvaćenih istraživanjem prilikom prvog jarenja (Crepaldi i sur., 1998).

Količina proizvedenog mlijeka povećava se do pete laktacije, a udjeli mliječne masti i bjelančevina su obrnuto proporcionalni s dnevnom količinom proizvedenog mlijeka. Količina mlijeka proizvedenog u laktaciji nema značajan utjecaj na udio laktoze u kozjem mlijeku (Antolić i sur., 2016), a utvrđena je negativna korelacija između količine mlijeka i količine mliječne masti u laktaciji uz neznatan utjecaj redoslijeda laktacije na udio bjelančevina (Pavliček, 2006). Značajno smanjenje udjela mliječne masti i bjelančevina s povećanjem

rednog broja laktacije i količinom proizvedenog mlijeka u laktaciji utvrđeno je i u mlijeku barbari i jamunapari koza u Indiji u kojih je najviši udio mliječne masti utvrđen u mlijeku prve laktacije (4,80 %), a najniži u mlijeku četvrte laktacije (4,69 %). Udio bjelančevina se smanjio sa 3,99 % u prvoj na 3,84 % u šestoj laktaciji. Udio laktoze povećavao se s rednim brojem laktacije sa 4,03 % u prvoj do 4,16 % u šestoj laktaciji (Kala i Prakash, 1990). Slično je utvrđeno i u populaciji sarda koza u Italiji u kojih se udio mliječne masti smanjivao sa 5,30 % u prvoj na 4,96 % u šestoj laktaciji. U mlijeku navedene pasmine nije utvrđen značajan utjecaj rednog broja laktacije na udio bjelančevina (Macciotta i sur., 2005). Za razliku od navedenog Ciappesoni i sur., (2004) je utvrdio značajno niži udio mliječne masti u mlijeku koza u prvoj laktaciji od onog utvrđenog u kasnijim laktacijama, dok nije utvrđen značajan utjecaj rednog broja laktacije na udio bjelančevina u kozjem mlijeku. Mioč i sur. (2008) navode veći udio bjelančevina i laktoze u mlijeku alpina i sanskih koza u prvoj laktaciji. Unatoč povećanoj količini proizvedenog mlijeka od druge do pete laktacije, nisu utvrđene značajne razlike u udjelu mliječne masti, bjelančevina i laktoze (Olechnowicz i Sobek, 2008). U europskoj kozarskoj proizvodnji (uz obilan i kvalitetan obrok) godišnje varijacije u temperaturi i dužina svjetla imaju značajan utjecaj na sezonalnost spolnog ciklusa, a samim tim i na sezonalnost proizvodnje kozjeg mlijeka (Todaro i sur., 2015). U istraživanju čimbenika koji utječu na količinu i sastav mlijeka Mioč i sur. (2008) navode da se u sjevernoj zemljinoj polutki prednost daje ranijem jarenju (tijekom zime) te se i u Hrvatskoj većina koza (63 %) ojari tijekom zime. Autori navode da koze ojarane tijekom zime u laktaciji proizvedu znatno više mlijeka, od onih ojarenih tijekom proljeća i ljeta te da mlijeko koza ojarenih zimi sadrži znatno više mliječne masti od mlijeka koza ojarenih u proljeće. I u sarda pasmine je utvrđeno da mlijeko koza ojarenih u studenom i prosincu sadrži znatno više mliječne masti i bjelančevina od mlijeka koza ojarenih krajem zime i početkom proljeća. Navedeno se pripisuje različitoj strukturi obroka (Macciotta i sur., 2005). U češke kratkodlake bijele pasmine Ciappesoni i sur. (2004) navode da je sezona jarenja imala značajan utjecaj na udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku koza od prve do pete laktacije. Najveća proizvodnja mlijeka zabilježena je u koza ojarenih u ožujku i travnju mjesecu. Zabilježeno je povećanje udjela mliječne masti i bjelančevina u mlijeku koza sa kasnijim jarenjem. Na području suptropske klime (Indija) uobičajena su jarenja u dvije sezone listopad-studeni i ožujak-travanj. U mlijeku jamunapari i barbari koza ojarenih u zimskoj sezoni utvrđen je znatno viši udio mliječne masti i ukupne suhe tvari, dok je mlijeko koza ojarenih tijekom ljeta sadržavalo više laktoze, bjelančevina i bezmasne suhe tvari (Kala i Prakash, 1990). Međutim, Králíčková i sur. (2013) navode određene razlike u kemijskom sastavu mlijeka ovisno o sezoni jarenja, napominjući da te razlike nisu bile velike i značajne. Utjecaj sezone jarenja na kemijski sastav mlijeka znatno je veći na područjima s izraženijim sezonskim meteorološkim promjenama. U mlijeku damaskus koza uzgajanih na području Saudijske

Arabije utvrđen je neznatan utjecaj sezone jarenja na količinu proizvedenog mlijeka i na udio mliječne masti, dok je sezona imala značajan utjecaj na udio bjelančevina koji je bio viši u mlijeku koza ojarenih u sezoni proljeće-ljeto nego u zimsko-jesenskoj sezoni jarenja (Kamal El-den i sur., 2020).

2.1.5. Stadij laktacije

Stadij laktacije je jedan od najvažnijih čimbenika količine i sastava proizvedenoga kozjeg mlijeka. Tijekom laktacije značajno se mijenja dnevna količina proizvedenoga mlijeka te njegove fizikalno-kemijske i preradbene odlike (Coulon, 1994). Istraživanjima je utvrđen manje-više predvidljiv obrazac dnevne sekrecije mlijeka tijekom laktacije koja se nakon jarenja postupno povećava i brzo dostiže vrh (od trećeg do petog tjedna), nakon toga određeno vrijeme stagnira te se postupno smanjuje do kraja laktacije (Akpa i sur., 2001). Mioč (2022) navodi da u proizvodnji kozjeg mlijeka jarad često nakon jarenja ostaje s majkama i siše, a mužnja počinje nakon odbića. U takvom sustavu najčešće se vrhunac laktacijske proizvodnje postiže dok jarad siše, pa se puno mlijeka potroši za hranidbu jaradi. Utvrđen je značajan utjecaj stadija laktacije na količinu proizvedenog mlijeka i najviše mlijeka koze proizvedu u ranom stadiju laktacije (do trećeg mjeseca), a nakon toga količina proizvedenog mlijeka postupno se smanjuje. Dnevna je proizvodnja mlijeka sredinom laktacije manja za 18,4 %, a u kasnoj fazi za 31,9 % u odnosu na početak laktacije (El-Tarabany i sur., 2018). Budući da se s prvim dijelom laktacije preklapa razdoblje sisanja jaradi pa su financijski gubitci u proizvodnji mlijeka veći (Antolić i sur., 2016). Navedeno je sukladno rezultatima istraživanja Mioča i sur. (2008) koji navode da je najviša prosječna dnevna proizvodnja mlijeka u alpina koza utvrđena u ranom stadiju laktacije (2,50 kg/dan), zatim u srednjem (2,24 kg/dan) i najmanja u zadnjem dijelu laktacije (1,86 kg/dan). Arnal i sur. (2018) navode da je česta pogreška pri ocjenjivanju uzgojne vrijednosti koza uzimanje u obzir samo količine proizvedenog mlijeka bez ostalih važnih pokazatelja laktacijske proizvodnje. Kako bi se što duže održala visoka laktacijska proizvodnja i osigurala ujednačena količina mlijeka za preradu i tržište važna su istraživanja laktacijske krivulje i održanja razine visine proizvodnje, perzistencije, nakon postizanja vrha proizvodnje u populacijama najvažnijih mliječnih pasmina. Rezultati navedenog istraživanja ukazuju da su koze koje su pri jarenju bile mlađe (9-10 mjeseci pri prvom jarenju, 16-20 mjeseci pri drugom jarenju i 22-34 pri trećem jarenju) proizvele manje mlijeka, uz višu perzistenciju laktacije. Autori navode da se ukupna količina proizvedenog mlijeka povećavala do četvrte laktacije, ali se s povećanjem rednog broja laktacije smanjivala perzistencija. Koze koje su proizvele manje mlijeka u laktaciji dostigle su maksimalnu dnevnu proizvodnju oko 40.-og dana laktacije, dok su koze s većom ukupnom laktacijskom proizvodnjom vrh proizvodnje

dosegnule 10 dana kasnije, ali im je perzistencija laktacije bila znatno bolja. Macciotta i sur. (2005), također, navode značajan utjecaj stadija laktacije na dnevnu količinu proizvedenog mlijeka u sarda koza.

I pored toga što laktacijske krivulje prate očekivana kretanja dnevne proizvodnje, unutar pasmine postoji značajna razlika u podacima dobivenih iz stada uzgajanim u različitim uvjetima i na različitoj nadmorskoj visini. S početkom laktacije, nakon stadija izlučivanja kolostruma, povećanjem dnevne proizvodnje mlijeka, sadržaj najvažnijih tvari za hranidbu, rast i razvoj jaradi, se smanjuje (Antunac i Samaržija, 2000). Udio bjelančevina u mlijeku povećava se tijekom laktacije, dok se udio laktoze smanjuje. Najniži udio mliječne masti je u mlijeku koza sredinom laktacije, a idući prema kraju laktacije udio mliječne masti u mlijeku se povećava (Mioč i sur., 2008; Antolić i sur., 2016). Udio laktoze u kozjem mlijeku tijekom laktacije je neujednačen, s tim da je najviši početkom laktacije, a nakon toga se postupno smanjuje (Pavliček i sur., 2006). Udio mliječne masti i bjelančevina najviši je početkom laktacije, zatim se smanjuju, a pred kraj laktacije ponovo se povećava (Ciappesoni i sur., 2004). U većini istraživanja utjecaja stadija laktacije na kretanje sadržaja mlijeka utvrđen je uobičajen obrazac pri kojem se udio bjelančevina povećava, dok udio laktoze ima suprotan trend. Najviši je udio mliječne masti na početku i kraju laktacije, dok je u vrhu laktacije najniži (Voutsinas i sur., 1990; Mioč i sur., 2008; Olechnowicz i Sobek, 2008; Goetsch i sur., 2010). Ipak u istraživanju mogućnosti uzgoja damascus pasmine na aridnim područjima Turske rezultati istraživanja utjecaja stadija laktacije ukazuju na drugačije kretanje udjela mliječne masti i suhe tvari tijekom laktacije. Udio svih sastojaka mlijeka je pod značajnim utjecajem stadija laktacije ali se udio mliječne masti i suhe tvari povećavao povećanjem stadija laktacije, dok se udio laktoze smanjivao (Yakan i sur., 2019).

2.1.6. Dužina laktacije

Laktacija počinje jarenjem, a završava zasušenjem koze. Sastav i količina proizvedenog mlijeka u laktaciji prilagođeni su potrebama rasta i razvoja jaradi. Trajanje laktacije ovisi o održavanju broja aktivnih stanica koje izlučuju mlijeko tijekom laktacije (Capuco i sur., 2003). O dužini laktacije ovisi ukupna količina proizvedenoga mlijeka te količina mliječne masti i bjelančevina, tj. utvrđeno je postojanje pozitivne korelacije između dužine laktacije i ukupne količine mlijeka, mliječne masti i bjelančevina (Grossman i sur., 1986). Trajanje laktacije ovisi o genotipu, ali je i pod izravnim utjecajem brojnih negenetskih i čimbenika okoliša od kojih je najvažnija hranidba. Povećanje broja ili aktivnosti sekrecijskih stanica povezano je s povećanjem količine proizvedenoga mlijeka do vrha laktacije, te nakon toga smanjenjem sekrecijskih stanica mliječne žlijezde ili njihove sekrecijske

aktivnosti što rezultira smanjenjem količine proizvedenog mlijeka. Loša hranidba, nepovoljni čimbenici okoliša ili bolest mliječne žlijezde mogu utjecati na proliferaciju ili gubitak stanica te smanjenje ili prestanak sekrecije mlijeka (Capuco i sur., 2003). Dužina laktacije ima značajan utjecaj na količinu proizvedenog mlijeka u laktaciji kao i na ukupnu količinu proizvedenih sastojaka mlijeka. Stoga je interes uzgajivača što više produžiti trajanje laktacije i na taj način smanjiti razdoblje zasušenosti koze. Watkin i Knowles (1946) su utvrdili da je u dvije trećine koza uzgajanih u Ujedinjenom Kraljevstvu laktacija trajala između 37 i 48 tjedana, s tim da je u 4 % koza trajala dvije godine ili više. U trogodišnjem istraživanju laktacije koza provedenog u Charenteu (Francuska) koze su u 569 dana laktacije proizvele 1568 kg mlijeka, s prosječnim udjelom bjelanjčevina od 29,5 g/kg i mliječne masti od 33 g/kg. Zaključeno je da produženje laktacije nije imalo znatnijeg štetnog učinka na reprodukcijske odlike, ali je imalo pozitivan učinak na količinu proizvedenoga mlijeka (Gendron i Reveau, 1995). Brice (2000) je utvrdio da laktacijske krivulje produžene laktacije prvojarki imaju dva razdoblja. U prvom razdoblju u trajanju laktacije od 10 mjeseci, krivulja je imala odlike normalne laktacijske krivulje. U drugom razdoblju laktacije, koje je trajalo 8 mjeseci, laktacijska krivulja nalikovala je normalnoj laktacijskoj krivulji sljedeće laktacije, ali je količina proizvedenog mlijeka u tom dijelu laktacije bila manja. Unatoč smanjenoj proizvodnji u drugom dijelu produljene laktacije, ukupna količina proizvedenog mlijeka je bila kao u dvije normalne laktacije te produljenje laktacije nije imalo negativnog učinka na količinu i sastav proizvedenog mlijeka. Prosječno trajanje laktacije alpina koza uzgajanih na području Lombardije je 231 dan. Na dužinu laktacije značajno utječe stado, godina, redni broj laktacije i sezona, dok broj jaradi u leglu nije imao značajan utjecaj na dužinu laktacije. Najkraća je prva, a najduža druga laktacija (Crepaldi i sur., 1998). Klir i sur. (2015) su u istraživanju proizvodnih osobina alpina koza u Hrvatskoj i Sloveniji utvrdili prosječnu dužinu laktacije od 271,20 dana, odnosno od 243,74 dana u Sloveniji. Autori zaključuju da je kraće razdoblje mužnje u Sloveniji posljedica kasnijeg odbića jaradi s izravnim utjecajem na smanjenje količine proizvedenog mlijeka. Zamijećen je i značajan utjecaj veličine legla na trajanje laktacije, pa je laktacija koza s dvoje jaradi bila znatno duža od onih s jednim jaretom u leglu. Maksimović i sur. (2015) navode prosječno trajanje laktacije koza uzgajanih na području Srbije od 221 dan, s tim da je najkraća bila 5. laktacija (206 dana), dok je šesta laktacija bila najduža (240 dana). U Brazilu je utvrđeno prosječno trajanje prve laktacije koza od 191,19 dana uz proizvodnju od 405,81 kg mlijeka, dok su koze u drugoj laktaciji od 219,63 dana proizvele prosječno 482,93 kg mlijeka. Utvrđena je značajna pozitivna korelacija između dužine laktacije i količine proizvedenog mlijeka (Santos i Santana, 2011). Na dužinu laktacije, osim genetskih čimbenika, utječu i mnogi čimbenici okoliša, npr.: način držanja, tradicija, hranidba, stres, zdravlje, sezona jarenja, broj jaradi u leglu i dr.. Mioč i sur. (2008) zaključujući da na dužinu laktacije, kao i ukupnu

količinu proizvedenog mlijeka u laktaciji, najveći utjecaj imaju sezona jarenja i redni broj laktacije. Laktacija koza ojarenih zimi trajala je prosječno 264,51 dan, dok je onih ojarenih u proljeće laktacija trajala 229,73 dana. Najkraća je bila prva laktacija (256,39 dana), dok je druga laktacija bila najduža (273,43 dana).

2.1.7. Veličina legla

U stadima visokomliječnih koza, poglavito u intenzivnom sustavu uzgoja, često jarad rano odvajaju od majke, nerijetko odmah nakon jarenja te ih se hrani mliječnom zamjenom, što izravno pridonosi rentabilnosti proizvodnje kozjeg mlijeka. Za očekivati je da koze koje su ojarile više jaradi u leglu imaju veću proizvodnju mlijeka jer češće sisanje potiče sekreciju mlijeka što se odražava na ukupnu količinu mlijeka u laktaciji te je laktacija alpina koza s dvojcima trajala prosječno četiri dana duže, uz ukupno za 42 kg mlijeka, 0,68 kg mliječne masti i 0,86 kg bjelančevina više od koza s jednim jaretom u leglu (Dolencić Špehar i Mioč (2013). Goonewardene i sur. (1999) navode da su koze s više jaradi u leglu proizvele 24,1 % mlijeka više od onih s jednim jaretom. Prpić i sur. (2015) potvrđuju pozitivan utjecaj veličine legla na mliječnost koza, naglašavajući da ta razlika nije uvijek statistički značajna. Međutim, Mourad (1992) tvrdi da broj jaradi u leglu ima pozitivan utjecaj na dnevnu količinu mlijeka samo u prva dva mjeseca laktacije, odnosno dok jarad siše, pa utjecaj veličine legla na ukupnu proizvodnju mlijeka u laktaciji nije značajan. Koze s jednim jaretom prosječno su proizvele 447,6 kg mlijeka, s dvojcima 446,6 kg mlijeka, a s trojcima 419,2 kg mlijeka u laktaciji (Mourad, 1992). U laktaciji od 250 dana malteške koze sa samcima proizvele su prosječno 280,5 kg mlijeka, dok su one s dvojcima u 256 dana laktacije prosječno proizvele 288,6 kg mlijeka (Carnicella i sur., 2008). Koze s jednim jaretom dnevno proizvedu 3,49 kg mlijeka, one s dvojcima 3,59 kg, a s troje jaradi 3,71 kg mlijeka/dan (Ciappesoni i sur., 2004). Autori navode značajan utjecaj veličine legla na mliječnost i u koza nakon odvajanja jaradi odmah nakon jarenja. Povećanjem rednog broja laktacije razlika u mliječnosti koza s obzirom na veličinu legla se smanjuje te je u trećoj laktaciji samo 15,02 kg (Crepaldi i sur., 1998). Zamuner i sur. (2019) zaključuju da su koze s dvoje i više jaradi u leglu u prvih 90 dana laktacije proizvele 6 % mlijeka više od onih s jednim jaretom. Sredinom laktacije (od 90 do 180 dana) ta je razlika veća (9 %), dok je u posljednjoj trećini laktacije (od 90 do 180 dana) razlika 8 %.

Žan Lotrič i sur. (2017) navode pozitivan utjecaj veličine legla na količinu proizvedenog mlijeka s negativnim učinkom na udio mliječne masti i bjelančevina u kozjem mlijeku. Zygoiannis (1994). naglašava da koze s dvojcima u razdoblju sisanja proizvedu više mlijeka od onih s jednim jaretom, ali mlijeko koza s manje jaradi u leglu sadrži više

mliječne masti, bjelančevina i laktoze. Olechnowicz i Sobek (2008) su, također, utvrdili pozitivan utjecaj broja ojarane i othranjene jaradi na količinu i sastav kozjeg mlijeka. I u koza od kojih je jarad odvojena odmah nakon jarenja, broj jaradi u leglu i ukupna masa legla imali su pozitivan učinak na ukupnu količinu proizvedenog mlijeka i mliječne masti u laktaciji (Browning i sur., 1995). Pozitivan utjecaj veličine legla na ukupnu količinu proizvedenog mlijeka u laktaciji, kao i na udio i količinu mliječne masti utvrđen je i u koza srnaste pasmine držanih na pašnjaku u uvjetima mediteranske klime, iako taj utjecaj nije bio i statistički značajan (Prpić i sur., 2015).

2.1.8. Razvijenost i oblik vimena

Temeljna zadaća vimena svih sisavaca je proizvodnja mlijeka za othranu mladunčadi, a u preživača i za potrebe tržišta, odnosno prehranu ljudi. U svih je koza poželjno pravilno i dobro razvijeno te zdravo vime, s tim da u visokomliječnim pasmina vime treba biti veliko, zaobljeno, simetrično, s trbuhom čvrsto povezano, srednje dubine, s razvijenim sisama pogodnim za mužnju (Mioč, 2022). Mamogeneza (razvoj mliječne žlijezde) započinje tijekom embrionalnog razvitka u obliku zadebljanja ektoderma, ili mliječnih pruga koje se protežu između prednjih i stražnjih udova. Iz njih nastaje određen broj mliječnih pupoljaka koji rastu i na kraju oblikuju funkcionalni dio mliječne žlijezde (Hens i Wysolmerski, 2005). Intenziviranjem proizvodnje kozjeg mlijeka sve su jasnije spoznaje kako su pozitivne morfološke osobine vimena od iznimne važnosti za visoku proizvodnju mlijeka kao i zdravlje i dugovječnost koza. Montaldo i Martinez-Lozano (1993) su utvrdili značajnu pozitivnu korelaciju između opsega vimena i trajanja mužnje, količine proizvedenoga mlijeka (na dan i ukupne u laktaciji) i dužine laktacije. Autori navode značajnu negativnu korelaciju između broja somatskih stanica u mlijeku i opsega vimena, dubine vimena i količine proizvedenog mlijeka. Tvrde da je loptasto vime s pravilnim sisama povezano s manjim brojem somatskih stanica u mlijeku, a zbog boljeg protoka mlijeka pogodno je i za strojnu i ručnu mužnju. Autori navode da ocjena vanjštine i povezanost proizvodnih osobina sa značajkama proizvodnosti u koza spadaju među najstarije postupke pri odabiru grla za rasplod. U mliječnih pasmina koza ocjena vimena omogućava odabir jedinki za koje se može pretpostaviti da imaju preduvjete visoke proizvodnje mlijeka kao i otpornost na bolesti vimena zbog kojih se koze često izlučuje iz uzgoja i proizvodnje. I u kvalitetno organiziranim uzgojima, u kojima se odabir koza za rasplod temelji na ispitivanju proizvodnih osobina, nije uputno zanemarivati odabir grla temeljen i na ocjenama vanjštine, a u grla namijenjenih proizvodnji mlijeka vrlo je važna ocjena vanjštine vimena. U većine je pasmina koza poželjno veliko vime, a u koza koje puno vremena provedu na pašnjaku važna je dobra povezanost vimena s trbuhom. Slabo povezano vime koje visi ispod razine skočnih

zglobova (obješeno), može otežavati kretanje na kamenitim, zakorovljenim ili teško prohodnim pašnjacima uz opasnost od ozljeđivanja vimena (Gall, 1980). Tijekom laktacije vanjšina vimena se mijenja, ali i s povećanjem dobi koze. Utvrđeno je da se vanjšina vimena ne mijenja starenjem i rednim brojem laktacije, ali se mijenja sa stadijem laktacije, dok se dubina vimena povećava s rednim brojem laktacije uz istovremeno smanjivanje udaljenosti vimena od poda te se te promjene treba uzeti u obzir pri odabiru grla za rasplod (Margatho i sur., 2020).

Broj dnevnih mužnji tijekom laktacije ne utječe samo na količinu proizvedenoga mlijeka nego i na morfologiju vimena. Utvrđena je značajna pozitivna korelacija između količine pomuzenog mlijeka/mužnji, volumena vimena, opsega vimena i razmaka između sisa pri jednokratnoj mužnji, dok je pri dvokratnoj mužnji utvrđena pozitivna korelacija između navedenih pokazatelja samo s volumenom vimena. Navedeni rezultati ukazuju da je količina proizvedenog mlijeka više povezana s morfologijom vimena u koza muzenih jednom u odnosu na one muzene dva puta/dan. Autori navode da je zaobljeno (loptasto) vime poželjnije za visoku proizvodnju mlijeka od vimena izduženog oblika (Capote i sur., 2006). Vrdoljak (2021) je utvrdio značajnu povezanost između većine mjera vimena i sisa i laktacijske proizvodnje mlijeka, dok su najznačajniji pokazatelji mliječnosti koza bili opseg, dubina i širina vimena. Keskin i sur. (2005) potvrđuju povezanost morfoloških osobina vimena i sisa s proizvodnjom mlijeka te nužnost ocjene vimena u sveukupnoj procjeni predispozicija grla za mliječnost. Navedeni autori ukazuju da opseg vimena ima najveći izravni utjecaj na količinu proizvedenoga mlijeka jer se s povećanjem opsega povećava dnevna proizvodnja mlijeka. U navedenom istraživanju utvrđena je također visoka povezanost visine stražnjeg dijela vimena s količinom proizvedenoga mlijeka. Autori naglašavaju da je u stadima namijenjenim proizvodnji mlijeka potrebno uvažavati važnost ocjene tih dviju odlika vimena. Merkhani i Alkass (2011) su utvrdili da na morfološke odlike vimena i sisa utječu nasljedni i čimbenici okoliša. Autori navode da, unatoč tome što redni broj laktacije i dob koze utječu na dubinu, opseg i širinu vimena taj utjecaj nije značajan. Nije utvrđen niti značajan utjecaj dobi koze na morfološke osobine sisa, razmak između sisa te dužinu i promjer sisa. Broj jaradi u leglu ima pozitivan utjecaj na opseg vimena i razmak između sisa što može biti posljedica stupnja razvoja mliječne žlijezde prije jarenja povezanog s placentnim laktogenom. U navedenom istraživanju je utvrđena pozitivna korelacija između opsega i dužine vimena s ukupnom količinom proizvedenoga mlijeka u laktaciji.

2.1.9. Ostali čimbenici količine i sastava proizvedenog mlijeka

Intenzivna proizvodnja kozjeg mlijeka je vrlo kompleksna i zahtjevna. Različiti izvori stresa kao npr.: toplinski stres i stres od hladnoće, hranidbeni stres, stres odvajanja i odbića, te stres pregrupiranja imaju izravan učinak na dobrobit, zdravlje i proizvodnost koza (Mioč i sur., 2024). Kozama je proizvodnja mlijeka stresna i radi povećane metaboličke energetske aktivnosti pa im je potrebno omogućiti optimalne uvjete kako bi stres bio što manji. Temperatura okoliša i relativna vlažnost zraka važni su čimbenici očuvanju zdravlja i visoke učinkovitosti grla u proizvodnji mlijeka, a temperature izvan termoneutralne zone mogu dovesti do fizioloških promjena te imati negativan utjecaj na proizvodnju (Sejian i sur., 2014). Povećanje razine proizvodnje i klimatske promjene zahtijevaju „kreiranje grla“ koja će biti otporna na čimbenike okoliša i povećani stres. Posljedice utjecaja visoke temperature su vidljive na promjenama unutar staničnog metabolizma, hormonalnim i fiziološkim promjenama koje se očituju smanjenom konzumacijom hrane, povećanjem tjelesne temperature, ubrzanim disanjem i povećanim brojem otkucaja srca, smanjenjem proizvodnje, poremećajima u reprodukciji te narušavanju imunološkog statusa (Carabaño i sur., 2017).

Kao što visoka temperatura negativno utječe na proizvodnju mlijeka, koze i pri niskim temperaturama manje proizvode, više jedu, a dio energije troše za termoregulaciju. Osobito je nepoželjan negativan zajednički utjecaj niske temperature i propuha koji dugotrajnijim djelovanjem može rezultirati pojavom bolesti. Pri temperaturi zraka nižoj od -5°C smanjenja je sinteza laktoze i sekrecije mlijeka (Mioč i Pavić, 2002). Salama i sur. (2003) navode da broj dnevnih mužnji ovisi o veličini cisterne vimena i brzini sekrecije mlijeka, pa je važan čimbenik bolje iskoristivosti genetskog potencijala grla. U usporedbi s dvokratno muženim kozama, jednokratnom mužnjom smanjuje se dnevna količina proizvedenog mlijeka za 18 %, a mliječne masti za 4 %. Također su utvrdili da ovo smanjenje proizvodnje mlijeka/dan ovisi o stadiju laktacije i najizraženije je između 2. i 12. tjedna laktacije. Autori navode da izraženost utjecaja broja dnevnih mužnji ovisi i o rednom broju laktacije te je veće smanjenje zamijećeno u koza do 4. laktacije, a u mlijeku jednokratno muženih koza utvrđen je viši udio ukupne suhe tvari, mliječne masti i kazeina, ali nije zamijećena razlika u udjelu bjelančevina i broju somatskih stanica. Autori zaključuju da su osnovni čimbenici zbog kojeg se uzgajivači odlučuju na jednokratnu mužnju mali gubitci u količini proizvedenog mlijeka i visoki troškovi radne snage. Sinapis i sur. (2007) navode da način mužnje ovisi o više čimbenika, a među najvažnijima su: navike i tradicija, broj muznih grla, prikladnost koza (vimena) strojnoj mužnji, dostupnost radne snage i dr. Navedenim istraživanjem utvrđeno je da je ručna mužnja spora i fizički zahtjevna pa je na suvremenim kozarskim farmama strojna mužnja

neizostavni dio tehnološkog procesa proizvodnje mlijeka. Navode da se ručnu mužnju povezuje s manjom količinom mlijeka, nižom razinom higijene, povećanim brojem somatskih stanica u mlijeku kao i povećanim brojem upala mliječne žlijezde. Ističe da su za razliku od ručne mužnje, pri strojnoj mužnji pulsacije i podtlak ujednačeni. Ramos i sur. (2020) su utvrdili da strojna mužnja može utjecati na smanjenje veličine vimena i sisa te povećanje čvrstoće mliječne žlijezde tako da uzrokuje pojavu fibroza žljezdanog tkiva vimena uz gubitak alveolarne funkcije. Posljedica je atrofija i smanjenje volumena vimena te promjena konzistencije mliječne žlijezde. Navedenim istraživanjem je utvrđeno da pravilno održavanje i uporaba muzne opreme imaju velik utjecaj na sprječavanje ozljeda i negativnih posljedica na zdravlja vimena i sisa. Nepravilan vakuum u sisnim čašicama, neodgovarajuća frekvencija mužnje, oštećene sisne čašice ili nestručno stavljanje i skidanje čašica može prouzročiti oštećenje tkiva sfinktera sise i gubitka funkcije prirodne zaštite od ulaska mikroorganizama s posljedičnom pojavom upale vimena. Autori navode da pojava bolova i nelagoda mogu negativno utjecati na izlučivanje mlijeka povećavajući zadržavanje mlijeka u vimenu. Sve navedeno može biti uzrokom naticanja sisa, smanjenja protoka mlijeka te posljedično rizika povećanja broja somatskih stanica u mlijeku i pojave upale vimena.

2.2. Kemijski sastav mlijeka

Kozje mlijeko ima visoku hranjivu vrijednost te u odnosu na kravlje ima znatne dijetetske i terapijske prednosti. Kozje mlijeko ima bolju probavljivost, veći puferski kapacitet, masne globule manjeg promjera i bolje raspoređene u mliječnoj emulziji, veći sadržaj kratkolančanih masnih kiselina u mliječnoj masti, veći sadržaj cinka, željeza i magnezija, jači laktoperoksidazni (antimikrobni) sustav kao i bolja imunološka i antibakterijska svojstva (Božanić i sur., 2002). Uz navedeno, kozje mlijeko sadrži 25% više vitamina B6, 47 % više vitamina A, te 13 % više kalcija od kravljeg mlijeka. Kozje mlijeko prosječno sadrži 12,2 % ukupne suhe tvari od čega 3,8 % mliječne masti, 3,5 % bjelančevina, 4,1 % laktoze i 0,8 % pepela (Getaneh i sur., 2017).

2.2.1. Mliječna mast

Park (2017) navodi da kozje mlijeko sadrži između 2,45 % i 7,76 % mliječne masti s prosječnim udjelom od 3,8 %. Autor također navodi da je najznačajnija razlika između kozjeg mlijeka i ostalih vrsta mlijeka u sastavu i strukturi mliječne masti te da su u kozjem mlijeku globule mliječne masti sitnije (manjeg promjera), a u ukupnoj mliječnoj masti znatno je više kratkolančanih i srednjelančanih masnih kiselina. Prosječna veličina globula mliječne masti je 3,50 μm dok je u kravljem mlijeku 4,55 μm , u mlijeku bivolice 5,95 μm , a ovčjem 3,30 μm mlijeku. Autor ističe da sitnije i bolje raspršene globule mliječne masti pridonose većoj površini za djelovanje lipaze tijekom probave što olakšava razgradnju u probavnom sustavu dok je zbog manje količine aglutinina koji poboljšava nakupljanje i spajanje globula mliječne masti, znatno smanjena mogućnost proizvodnje vrhnja u usporedbi s kravljim mlijekom. Sastav lipida je jedna od najvažnijih odrednica tehnološke i prehrabene kvalitete kozjeg mlijeka. U punomasnom kozjem mlijeku dominiraju slobodni lipidi kojih je od 97 do 99 %, dok je vezanih lipida od 1 do 3 %. Slobodni lipidi sadrže 96,8 % triglicerida, a u vezanim lipidima su zastupljeni neutralni lipidi, glikolipidi i fosfolipidi (Mioč, 2022). Obrano kozje mlijeko sadrži znatno više slobodnih lipida nego kravlje mlijeko (Cerbulis i sur., 1982). Masnokiselinski sastav mliječne masti kozjeg mlijeka može imati utjecaj na ljudsko zdravlje, a specifičnost lipolitičkog sustava, s većim udjelom masnih kiselina kratkog i srednje dugog lanca (poglavito C8, kaprilne i C10 kaprinske kiseline) utječu na „kozji“ okus i miris mlijeka i mliječnih proizvoda (Chilliard i sur., 2003). Mliječna mast kozjeg mlijeka sastoji se od više stotina masnih kiselina, a njihov udio u ukupnoj količini masnih kiselina se uvelike razlikuje. U mliječnoj masti kozjeg mlijeka najzastupljenije su kaprinska, miristinska, palmitinska, oleinska i stearinska masna kiselina koje čine približno 75 % ukupnih masnih kiselina kozjeg mlijeka. Kozje je mlijeko osobito važan izvor kratkolančanih

masnih kiselina: kapronske, kaprilne i kaprinske koje se sintetiziraju u mliječnoj žlijezdi i približno ih je 18 % u ukupnoj količini masnih kiselina, što je dvostruko više nego u kravljem mlijeku (Strzałkowska i sur., 2009).

2.2.2 Bjelančevine

Bjelančevine su jedan od najvažnijih sastojaka mlijeka, osobito važne u proizvodnji sira, a njihova zastupljenost u kozjem mlijeku pod utjecajem je brojnih čimbenika, od kojih su najvažniji pasmina te struktura i kvaliteta obroka. Kozje mlijeko sadrži manje bjelančevina od kravljeg, najčešće od 2,5 do 3,8 % (Mioč i Pavić, 2002). Dvije su frakcije mliječnih bjelančevina, prva je nestabilna micelarna koju čine kazeini, a drugu čine bjelančevine sirutke (Lad i sur., 2017). Bjelančevine kazeina su α_1 , α_2 , β i kapa kazein dok su bjelančevine sirutke α -laktalbumin i β -laktoglobulin. Kazein je temeljna bjelančevina jer čini oko 80 % ukupnih bjelančevina kozjeg mlijeka (Park, 2011), s tim da je u kozjem mlijeku najveći udio β -kazeina (Mohanty i sur., 2016). Selvaggi i sur. (2014) navode da osim dviju najvažnijih kategorija bjelančevina kozje mlijeko sadrži i serumski albumin, imunoglobulin, laktoferin, transferin koji veže kalcij, prolaktin, protein koji veže folat i proteozepepton. Autori ističu da neproteinski dušik (NPN) u mlijeku čini 5,8 % ukupnog dušika te da su temeljni sastojci neproteinskog dušika urea, slobodne aminokiseline, nukleotidi i poliamini. Autori ističu da bjelančevine kazeina pripadaju skupini fosfoproteina koji se sintetiziraju u mliječnoj žlijezdi u obliku velikih koloidnih agregata, micela i odgovorni su za većinu jedinstvenih fizikalnih svojstava mlijeka. Nadalje, autori ističu da su bjelančevine kazeina najveća frakcija u mlijeku mnogih vrsta, a njihova uloga je transport kalcij fosfata u mlijeku i na taj način osiguranje dostatnih količina kalcija i fosfora sisajućoj jaradi za razvoj kostiju kao i zadovoljavanje potreba za aminokiselinama.

Selvaggi i sur. (2014) navode da bjelančevine sirutke zbog funkcionalnih svojstava, osobito topljivosti, sposobnosti vezanja vode, stabiliziranja emulzija, i osobito visoke prehrambene vrijednosti spadaju u najvrijednije sastojke mlijeka, te se često koriste u prehrambenoj industriji. Park (2017) ističe da su temeljne frakcije koje čine bjelančevine sirutke β -laktoglobulin (60 %), α -laktalbumin (22 %), serum albumin (5,5 %) i imunoglobulini (9,1 %).

Osim ovih najvažnijih bjelančevina u mlijeku se u manjim količinama nalaze i imunoglobulini, laktoferin, feritin, transferin, proteoza-pepton, glikomakropeptidi, kalmodulin, laktoperoksidaza, lizozim, prolaktin, protein koji veže folat kao i razne bjelančevine koje utječu na rast (Selvaggi i sur., 2014).

2.2.3. Laktoza

Kozje mlijeko sadrži prosječno 12,2 % suhe tvari, od čega 4,1 % laktoze koja je najvažniji ugljikohidrat mlijeka. Laktoza je disaharid i sastoji se od glukoze i galaktoze, a sintetizira se u mliječnoj žlijezdi (Park i Haenlein, 2010). Udio laktoze u kozjem mlijeku uglavnom je viši početkom nego na kraju laktacije (Pavliček i sur., 2006). Antunac i sur. (2001b) su u mlijeku alpina koza utvrdili viši udio laktoze (4,71 %) u prvoj polovici laktacije te smanjenje prema kraju laktacije (4,30 %). Najniži udio laktoze (4,07 %) utvrđen je u mlijeku koza na kraju četvrte laktacije. Osim energetske vrijednosti, važnost laktoze u kozjem mlijeku je da tijekom probave u crijevima poboljšava apsorpciju kalcija, magnezija, fosfora kao i iskoristivost vitamina D. Od velike važnosti je njena uloga tijekom sinteze mlijeka i izlučivanja u sustavu mliječnih kanalića u vimenu. Dio laktoze (od 23 do 30 %) fermentacijom prelazi u mliječnu kiselinu (od 75 do 95 %) na čemu se temelji proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda. Nakon fermentacije, kozje mlijeko djelomično gubi svojstven okus neprihvatljiv mnogim potrošačima (Božanić i sur., 2002). Osim laktoze, koja je najvažniji ugljikohidrat kozjeg mlijeka, kozje mlijeko sadrži i određenu količinu oligosaharida i glikopeptida. Sachin i sur. (2017) navode da je u usporedbi s kravljim, kozje mlijeko znatno bogatije oligosaharidima dobivenim iz laktoze. Tim oligosaharidima se pripisuju prebiotička i antiinfektivna svojstva što se očituje i u blagotvornom liječenju bolesti probavnog sustava. Autori ističu pogodnost kozjeg mlijeka za proizvodnju pripravaka za prehranu dojenčadi zbog slične strukture oligosaharida sa strukturom oligosaharida humanog mlijeka. Kumar i sur. (2012) navode da je zamijećeno da brojne osobe koje razvijaju jake simptome intolerancije na kravlje mlijeko, puno lakše podnose konzumaciju kozjeg mlijeka. Autori pretpostavljaju da je navedeno posljedica bolje probavljivosti kozjeg mlijeka i njegove lakše apsorpcije u tankom crijevu tako da u debelo crijevo dolazi manje neprobavljene laktoze koja može fermentirati i biti uzrokom probavnih smetnji. Također smatraju da je drugi razlog vjerojatno taj što kozje mlijeko sadrži znatno manje α 1 kazeina ili ga uopće nema, pa izostaju simptomi alergije na bjelančevine mlijeka.

2.2.4. Somatske stanice

Utvrđivanje ukupnog broja bakterija (UBB) i broja somatskih stanica (BSS) u mlijeku važan je pokazatelj procjene higijenske kvalitete mlijeka i zdravlja vimena (Margatho i sur., 2017). Somatske stanice potječu iz krvi i tkiva mliječne žlijezde, a uz zdravlje, pokazatelj su higijenskih i tehnoloških odlika mlijeka. Prema podrijetlu mogu biti krvne i epitelne (Jimenez-Granado i sur., 2014). Povećan broj somatskih stanica u kozjem mlijeku nije pouzdan pokazatelj infekcije mliječne žlijezde (Goetsch i sur., 2011). Dok je broj somatskih stanica

u kravljem mlijeku najčešće pokazatelj zdravlja vimena, u kozjem je mlijeku to znatno složenije te u tumačenju rezultata treba biti oprezan (Antunac i sur., 1997; Persson i Olofsson, 2011). Upala mliječne žlijezde je sigurno najvažniji uzročnik povećanog broja somatskih stanica u mlijeku iako brojni autori navode da se u gotovo 75 % slučajeva povećanog broja somatskih stanica u kozjem mlijeku ne može utvrditi uzrok mastitisa (Zeng i sur., 1995; Wilson i sur., 1995; Jiménez-Granado i sur., 2012;). Mastitis koji uzrokuju patogeni u vimenu utječe na smanjenje količine proizvedenog mlijeka, promjene kemijskog sastava, na smanjenje kvalitete i količine proizvoda (sira), povećava troškove proizvodnje uslijed nužnosti liječenja, a u slučajevima nepravovremenog liječenja i propadanja dijelova vimena nužnosti izlučenja grla iz proizvodnje. Stoga je mastitis jedan od najvećih uzročnika gubitaka u kozarskoj proizvodnji (Smistad i sur., 2021).

Iako je intramamarna infekcija prouzročena bakterijama temeljni uzročnik povećanog broja somatskih stanica u kozjem mlijeku (Raynal-Ljutovac i sur., 2007) somatske stanice nalaze se također i u mlijeku pomuzenom iz zdrave mliječne žlijezde. Unatoč tome što upala mliječne žlijezde rezultira povećanjem leukocita u mlijeku i broja somatskih stanica, pouzdano utvrđivanje kliničkog oblika mastitisa u koza se temelji na promjenama vidljivim na vimenu (Gonzalo i sur., 1998; Jimenez-Granado i sur., 2014). Utvrđivanje subkliničkih upala kozjeg vimena složenije je i zahtjeva uz utvrđivanje promjena broja somatskih stanica u mlijeku za svaku polovicu vimena i utvrđivanje pojave povećanog broja bakterija u mlijeku, poglavito najčešćih uzročnika stafilokoka i koliformnih bakterija (Antunac i sur., 1997). Budući da je u koza sekrecija mlijeka apokrina Paape i sur. (2001) navode da citoplazmatski dijelovi stanica koji su uobičajeni sastojci kozjeg mlijeka, a veličinom su slični somatskim stanicama, mogu dovesti do pogrešaka u utvrđivanju stvarnog broja somatskih stanica. Smatra se da je broj somatskih stanica u mlijeku koza zdravog vimena između $270 \times 10^3/\text{mL}$ i $2000 \times 10^3/\text{mL}$. Autori također navode da je povećanje broja somatskih stanica u mlijeku povezano sa smanjenjem količine mlijeka i udjela mliječne masti. Prema uzroku do povišenog broja somatskih stanica u kozjem mlijeku može doći zbog infekcije bakterijama i virusima, kao i uzrocima koji nemaju infekcijsko podrijetlo. Broj somatskih stanica u negativnoj je korelaciji s količinom proizvedenoga mlijeka. Orman i sur. (2011) utvrdili su najmanji BSS ($375 \times 10^3/\text{mL}$) u mlijeku koza u vrhu laktacije (45. dan), a nakon toga se postupno povećava prema kraju laktacije (200 dan) kada ih je bilo najviše ($925 \times 10^3/\text{mL}$). Kuchtík i sur. (2015) su također utvrdili da stadij laktacije utječe na broj somatskih stanica te navode da je najmanji prosječni broj somatskih stanica u kozjem mlijeku u prvoj kontroli (54. dan) kada je ih je bilo $400 \times 10^3/\text{mL}$ dok je najviši BSS utvrđen u drugoj kontroli (89. dan), kada ih je bilo $807 \times 10^3/\text{mL}$. Usporedbom mlijeka nubijskih i alpina koza utvrđeno je

da je u mlijeku nubijskih koza evidentiran veći BSS od onog utvrđenom u mlijeku alpina koza, ali razlika nije bila značajna (Zeng i sur., 1996).

Dan spolnog ciklusa imao je značajan utjecaj na BSS u kozjem mlijeku. Najviši BSS utvrđen je u mlijeku koza u estrusu, a nakon toga postupno se smanjivao do najniže razine dosegnute tijekom lutealne faze što ukazuje na negativnu korelaciju između broja somatskih stanica i razine progesterona, te pozitivnu korelaciju između broja somatskih stanica i razine estrogena u krvi koza (Moroni i sur., 2007). Dulin i sur. (1983) navode da redni broj laktacije spada među najvažnije neinfekcijske čimbenike koji utječu na broj somatskih stanica u kozjem mlijeku. Autori utvrđenu pozitivnu korelaciju između rednog broja laktacije i broja somatskih stanica u kozjem mlijeku objašnjavaju promjenama vimena s povećanjem dobi te nevidljivim oštećenjima nastalim pogrešnim načinom zasušenja. Autori također navode da veći broj jaradi u leglu značajno utječe na broj somatskih stanica u kozjem mlijeku. Najniži je broj somatskih stanica zabilježen u mlijeku koza s jednim jaretom, dok je najveći broj utvrđen u mlijeku koza s četvero jaradi u leglu. Veći broj somatskih stanica utvrđen je u mlijeku koza koje su pobacile od onih s jednim jaretom u leglu (Pizarro i sur., 2020). Utjecaj sezone na broj somatskih stanica u kozjem mlijeku slabije je izražen od utjecaja drugih čimbenika iz razloga što su koze sezonski poliestrične te je teško razdvojiti utjecaj sezone od drugih čimbenika (Olde Riekerink i sur., 2007). Ipak je zamijećena povezanost između sezone i broja somatskih stanica u mlijeku te su Barrón-Bravo i sur. (2013) u mlijeku koza ojarenih u sezoni od listopada do ožujka utvrdili niži broj somatskih stanica od mlijeka koza ojarenih u razdoblju od travnja do rujna. Autori razliku objašnjavaju različitim čimbenicima okoliša budući da je sezona listopad-ožujak hladna i suha, a sezona travanj-rujan vruća i vlažna. Različiti postupci tijekom mužnje imaju izravan utjecaj na zdravlje vimena, a samim tim i na broj somatskih stanica u mlijeku kao izravnog pokazatelja zdravlja vimena. Přidalová i sur. (2009) utvrdili su znatno manji broj somatskih stanica u mlijeku ručno pomuzenih koza što se pripisuje dobrim higijenskim navikama i „prijateljskom odnosu“ muzača prema kozama. Prosječni broj somatskih stanica u mlijeku strojno pomuzenih koza bio je $2\,354 \times 10^3/\text{mL}$, a u mlijeku ručno pomuzenih koza bio je $1\,564 \times 10^3/\text{mL}$ (Delgado-Pertiñez i sur., 2003). Neuravnotežen i nepotpun obrok koji ne zadovoljava potrebe grla za osnovnim hranjivim sastojcima, dovodi do metaboličkih poremećaja i smanjene proizvodnje kao i narušavanja zdravlja proizvodnih grla. Upala mliječne žlijezde prouzročena metaboličkim poremećajima utječe na povećanje broja somatskih stanica u kozjem mlijeku (Sánchez i sur., 2007). Lerondelle i sur. (1992) su utvrdili veći broj somatskih stanica u mlijeku koza hranjenih visokenergetskim obrocima radi čega su oboljele od acidoze. Hranidbom je, uz temeljne hranjive tvari, važno zadovoljiti potrebe koza za vitamina i mikroelemenata osobito je važna uloga provitamina vitamina A ili β -karotena, vitamina E i

selenom koji održavaju imuni odgovor u stanicama mliječne žlijezde i na taj način smanjuju mogućnost infekcije i povećanja broja somatskih stanica u mlijeku (Paulina i sur., 2006). Utvrđen je manji broj somatskih stanica u mlijeku koza uzgajanih tradicionalno od onog evidentiranom u mlijeku proizvedenom u intenzivnom sustavu (Delgado-Pertiñez i sur., 2003; Sandrucci i sur., 2019). Izloženost koza stresu očituje se povećanjem broja somatskih stanica u mlijeku, poglavito u mlijeku starijih koza (treća laktacija i više) i to samo na dan izloženosti stresu jer je već slijedeći dan došlo do potpune normalizacije broja somatskih stanica (Mehdid i sur., 2019).

2.3. Reprodukcijske odlike koza

2.3.1. Pubertet, prvi pripust (osjemenjivanje) i prvo jarenje

Zbog hranidbenih, smještajnih, veterinarskih i drugih troškova pubertet i dob koze pri prvom jarenju su vrlo važne gospodarske odlike u stadima koza namijenjenima proizvodnji mlijeka (Desire i sur., 2018). Pojava spolnog nagona uvjetovana je aktivnošću hipofize koja djeluje na razvoj i aktivnost spolnih organa (Mioč, 2022). Pravovremena pojava puberteta je važna za poželjnu reprodukcijsku aktivnost i proizvodnju (Khartum i sur., 2000). Izravni uzrok spolnog sazrijevanja u pubertetu je povećana sekrecija hormona hipofize, što dovodi do povećanja veličine i aktivnosti spolnih žlijezda. Više je čimbenika koji utječu na spolno sazrijevanje jarica, a među važnijima su: blizina jarca, sezona, sustav držanja i hranidba. Greyling (2000) je mjerenjem razine luteinizirajućeg hormona (LH) u krvnoj plazmi burskih jarica prije puberteta utvrdio aktivnost hipofize već u dobi od 13 tjedana bez obzira na blizinu jarca, sezonu i sustav držanja. U jarica odbijenih tijekom pripusne sezone utvrđena je znatno viša razina luteinizirajućeg hormona u usporedbi s onima odbijenim izvan pripusne sezone što ukazuje na povećanu aktivnost hipofize tijekom pripusne sezone. Većina koza ulazi u pubertet vrlo rano, znatno prije navršene prve godine života. Mioč (2022) navodi da je znakove puberteta u većine ranozrelih genotipova koza moguće zamijetiti već u dobi od četiri do osam mjeseci, a u kasnozrelih pasmina između prve i četvrte godine života. Pubertet je vrijeme (dob) koze (jarice) u kojoj se prvi put pojavio estrus nakon kojeg slijedi ciklička aktivnost jajnika negravidnih grla. U muških je grla pubertet vrijeme (dob) u kojem započinje spermatogeneza (Greyling, 2000). Međutim, da bi životinje ostvarile puni reprodukcijski potencijal, trebaju prije pripusta (osjemenjivanja) doseći spolnu zrelost, što je faza u kojoj se pokazuje spolni instinkt, sposobnost parenja i poželjnu kvalitetu sjemena (Pacheco i sur., 2009). U intenzivnoj kozarskoj proizvodnji nastoji se što ranije postići željeni rast i razvitak koji će omogućiti prvi pripust i jarenje bez negativnih posljedica na zdravlje jarica i kasniju proizvodnju mlijeka te dužinu proizvodnog života. Iz tog razloga preporučuje se prvi put pripustiti (osjemeniti) jaricu najranije kada dosegne između 60 i 75 % prosječne tjelesne razvijenosti odrasle koze za tu pasminu (Shelton, 1978). Trajanje razdoblja razvoja i dozrijevanja jarice te optimalno vrijeme prvog pripusta ovisi o više čimbenika, a pasmina je među najvažnijima. Zhao i sur. (2019) su u izvorne kineske dazū black pasmine utvrdili da muška grla ulaze u pubertet u prosječnoj dobi od 102 dana i prosječnoj tjelesnoj masi od 18,78 kg, dok je pojava puberteta u ženske jaradi utvrđena u prosječnoj dobi od 117 dana i prosječnoj tjelesnoj masi od 15,44 kg. Prosječna dob muških grla pri postizanju spolne zrelosti bila je 216 dana, a ženskih 195 dana. Unatoč ranom postizanju spolne zrelosti prosječna dob muških grla pri prvom pripustu bila je 490 dana, a ženskih 355 dana.

Autori navode da su jarice dazú black pasmine ušle su u pubertet prije nego sanske jarice koje u pubertet ulaze u prosječnoj dobi od 217,9 dana, zatim angora (240 dana), black bengal (196,5 dana), barbari (213 dana), burske (157,2 dana) i sjeverno marokanska izvorna pasmina (278 dana). Freitas i sur. (2004) su utvrdili da ženska jarad sanske pasmine dostiže pubertet ranije i pri nižoj tjelesnoj masi (147,8 dana i 22,5 kg) u usporedbi sa ženskom anglonubijskom jaradi (256,3 dana i 26,4 kg). Tjelesna kondicija jarica imala je značajan utjecaj na početak prve spolne aktivnosti jajnika i prvog estrusa. Jarice u rasplodnoj kondiciji imale su najraniji početak puberteta. U jarica s visokom ocjenom tjelesne kondicije prvi estrus je zamijećen prosječno 35 dana prije nego u jarica loše tjelesne kondicije. Iz navedenog je razvidno da je pojava pubertata u jarica blanca andaluza pasmine pod snažnim utjecajem tjelesne mase i kondicije (Gallego-Calvo i sur., 2014). Papachristoforou i sur. (2000) su utvrdili da su damascus koze ojarane u jesen (tijekom listopada i studenog) dosegnule pubertet slijedeće godine, u isto vrijeme kao i one ojarane u veljači unatoč starijoj dobi i većoj tjelesnoj masi. Navedeno je važan pokazatelj značajnog učinka sezone, odnosno fotoperioda na početak reproduktivne aktivnosti koza. Osim u mladih jarica i u odraslih koza utvrđena je izražena reproduktivna sezonalnost. Autori navode da je prva pripusna sezona damaskus jarica bila relativno kratka, s pojavnošću malog broja spolnih ciklusa po grlu kojih je bilo između četiri i šest. Nadalje u odraslih je koza utvrđeno značajno duže trajanje pripusne sezone s većim prosječnim brojem spolnih ciklusa (između sedam i deset po grlu).

Pojava puberteta i spolne zrelosti muških grla ovisi o brojnim čimbenicima od kojih snažan utjecaj imaju pasmina, klima uzgojnog područja, hranidba i sustav uzgoja (Elhammali i sur., 2013). Yao i Eaton (1954) navode da se prema histološkim promjenama muških rasplodnih organa, spolno sazrijevanje muških grla može podijeliti u četiri faze: mlada faza (od jarenja do 80 dana), faza razvoja (od 80 do 114 dana), faza rasta (od 114 do 150 dana) i odrasli ili zreli stadij (od 150 dana nadalje). Pri navedenom istraživanju su primarni spermatoцитi prvi put utvrđeni u jaraca s navršениh 60 dana, a tek u dobi od 92 dana uočeno je nekoliko zrelih spermija. U istraživanju pojave spolne zrelosti u mladih jaraca britanske sanske, togenburške i alpina pasmine nisu utvrđene razlike između pasmina u spolnom razvoju i dobi početka njihove seksualne aktivnosti (Ahmad i Noakes, 1996).

2.3.2. Veličina legla

Uobičajeno je da se jarice prvi put pripušta/osjemenjuje nakon navršениh 6 do 8 mjeseci, ili kada dosegnu najmanje 2/3 završnog tjelesnog razvitka. Jarice ojarane kasnije tijekom proljeća najčešće se ne pripuštaju u godini jarenja nego tek slijedeće godine. Za

pretpostaviti je da prvojarke nedovoljne tjelesne razvijenosti pri prvom pripustu jare manji broj jaradi, a manja im je i ukupna masa legla. Hrbud i sur. (2014) naglašavaju znatno veći udio samaca u leglima alpina koza nakon prvog jarenja koji se postupno smanjivao do četvrtog jarenja kada je utvrđen veći udio dvojaka, trojaka i četvorki. Najmanji broj jaradi u leglu utvrđen je nakon prvog jarenja (1,2), nakon drugog jarenja bio je znatno veći (1,5), dok je najveći broj jaradi (1,7) utvrđen u leglima koza nakon četvrtog jarenja (Crepaldi i sur., 1999). Značajan utjecaj rednog broja jarenja na veličinu legla od prvog do četvrtog jarenja alpina koza utvrdili su Kasap i sur. (2012). Najveće povećanje utvrđeno je u leglima nakon prvog i drugog jarenja što može ukazati na nedostatnu tjelesnu razvijenost jarica pri prvom pripustu i posljedično nižu prosječnu veličinu legla. Prpić i sur. (2015) navode prosječni broj jaradi u leglu prvi put ojarenih srnastih koza od 1,57 jaradi koji se povećavao do šestog jarenja kada je utvrđeno prosječno 1,7 jaradi/leglu. Veličina legla je jedna od važnijih pasminskih odlika koja omogućava visok prihod ostvaren prodajom jaradi. Meza-Herrera i sur. (2014) su u leglima pet istraživanih pasmina (nubijske, granadina, sanska, togenburška i alpina) utvrdili 38,7 % samaca, 58,7 % blizanaca i 5,8 % trojaka sa značajnim utjecajem pasmine na prosječnu veličinu legla. Najveća prosječna veličina legla utvrđena je u nubijskih koza, a najniža u leglima koza alpina i sanske pasmine. Mioč i sur. (2007) navode najveću prosječnu veličinu legla koza srnaste pasmine (1,72 jaradi), zatim burske (1,54 jaradi), sanske (1,53 jaradi), hrvatske šarene (1,51 jaradi) te najnižu u alpina koza (1,31 jaradi). Međutim, navedeno je u suprotnosti s rezultatima Hrbud i sur. (2014) koji su u leglima alpina koza utvrdili 53,12 % blizanaca. Aritonang (2009) navodi značajan utjecaj hranidbe koza prije pripusta na prosječnu veličinu legla koja je bila najviša (1,75 jaradi) u leglima najbolje hranjenih koza. Mellado i sur. (2020) zaključuju da su koze koje su uz pašu prije pripusta hranjene i krmnom smjesom imale znatno veću prosječnu veličinu legla od koza hranjenih samo pašom (2,0 : 1,39 jaradi). Autori tvrde kako se poboljšanom hranidbom povećava broj ovuliranih jajnih stanica i smanjuje propadanje folikula. Karikari i Blasu (2009) također navode veću prosječnu veličinu legla kvalitetnije hranjenih koza u odnosu na one hranjene lošije (1,81 : 1,50 jaradi). Sezonalnost pripusta, jarenja i laktacijske proizvodnje onemogućava opskrbu tržišta kozjim proizvodima tijekom cijele godine. Kako bi se osigurala proizvodnja tijekom cijele godine nastoji se tehnološkim postupcima umjetno stimulirati hormonalni sustav i izazvati jarenja i proizvodnju izvan uobičajene sezone. Utvrđeno je da se manipulacijom dužine dnevne svijetlosti i dodavanjem melatonina može izazvati estrus i jarenje koza i izvan uobičajene sezone (Deveson i sur., 1992). Hoque i sur. (2002) su utvrdili značajan utjecaj sezone na trajanje spolnog ciklusa, ali bez znatnijeg utjecaja na broj jaradi u leglu i masu legla.

2.3.3. Porodna masa jaradi

Ranozrele mliječne pasmine koza, u koje spada i alpina, fiziološku zrelost i mogućnost prvog pripusta dostižu u prvoj godini života. Kasap i sur. (2012) navode značajno povećanje broja jaradi u leglu i mase legla od prvog do četvrtog jarenja, uz značajan utjecaj rednog broja jarenja na porodnu masu jaradi. Najveća razlika je utvrđena između prvog i drugog jarenja. Razlika između prvog i ostalih jarenja u porodnoj masi jaradi i masi legla tumači se istovremenom potrebom za hranjivim tvarima za razvoj ploda i potrebama za tjelesnim razvojem mladih prvojarki (Kasap i sur., 2012). Navedeno je sukladno rezultatima istraživanja Prpića i sur. (2015) koji su utvrdili negativnu korelaciju između veličine legla i porodne mase jaradi (-0,42). Kebede i sur. (2011) navode značajno povećanje porodne mase legla do šestog jarenja, nakon čega je utvrđeno smanjenje porodne mase. Raza i sur. (1998) tvrde da se porodna masa jaradi povećava od prvog do osmog jarenja. Porodna masa jaradi i ukupna masa legla povezana je s tjelesnom razvijenosti koze-majke što je pasminska odlika pod snažnim utjecajem hranidbe. Genotip od svih čimbenika najviše utječe na porodnu masu jaradi koja iznosi približno 1/15 mase odrasle koze (Mioč i Pavić, 2002). Hrbud i sur. (2014) navode najmanju porodnu masu (2,84 kg) srnaste jaradi, neznatno veću (3,08) sanske jaradi i najveću porodnu masu alpina jaradi (3,44 kg). Mioč i sur. (1988) su utvrdili znatno veću prosječnu porodnu masu alpina jaradi u odnosu na sansku (4,11 : 3,56 kg).

Smanjenje udjela energije i bjelančevina u obroku koza tijekom gravidnosti za 40 % rezultiralo je jarenjem jaradi znatno manje porodne mase. Uz navedeno, u jaradi manje porodne mase je utvrđeno smanjene timusne žlijezde, srca, želuca i tankog crijeva (He i sur., 2013). Osuagwuh (1992) je također utvrdio izravan učinak hranidbe koza tijekom gravidnosti na porodnu masu njihove jaradi. Smanjenja udjela energije u obroku koza sanske i alpina pasmine za 30 % u posljednjoj trećini gravidnosti rezultiralo je znatno manjim opsegom trbuha koza i nižom prosječnom masom njihove jaradi. Međutim, jarad niže porodne mase je nakon jarenja ostvarila veći prosječni dnevni prirast i nisu zamijećene promjene u ponašanju, morfologiji i metabolizmu tijekom uzgoja (Laporte-Broux i sur., 2011). Meza-Herrera i sur. (2012) navode značajan utjecaj sezone pripusta na porodnu masu jaradi, te je najveća porodna masa jaradi utvrđena u koza pripuštenih tijekom proljeća, a najmanja u jaradi koza pripuštenih zimi, što se može povezati s kvalitetom hranidbe. Nuntapaitoon i sur. (2021) su utvrdili najnižu porodnu masu jaradi ojarane tijekom kišne sezone, dok Đuričić i sur. (2020) zaključuju da mjesec jarenja nije imao značajan utjecaj na porodnu masu jaradi. Porodna masa jaradi izravno je ovisna o dostupnim hranjivim tvarima koje jarad prima tijekom intrauterinog razvitka kao i raspoloživom prostoru u maternici. Pri

razvoju fetusa i posteljice povećane su potrebe za hranjivim tvarima i energijom, a prostor za povećanje buraga je nedostatan zbog širenja maternice (Mioč, 2022). Navedeno ima izravan učinak na razvitak fetusa i porodnu masu jaradi. Porodna je masa jaradi u pozitivnoj korelaciji s brojem jaradi u leglu. Mellado i sur. (2011) su u leglima sanske, togenburške, francuske alpine, anglo-nubijske i granadina pasmine utvrdili znatno smanjenje porodne mase jaradi povećanjem veličine legla. Autori zaključuju da je porodna masa blizanaca 92 % porodne mase samaca, trojaka 87 %, a četvorki 83 % porodne mase samaca. Rezultati istraživanja potvrđuju značajne razlike korigirane prosječne porodne mase jaradi obzirom na veličinu legla unutar pasmine. S povećanjem broja jaradi u leglu smanjuje se porodna masa jaradi koja je bila 3,54 kg u leglima alpina samaca, a najniža (3,14 kg) u leglima sa četvorcima. U samaca sanske pasmine prosječna porodna masa jaradi bila je 3,11 kg, a četvorki 3,00 kg (Hrbud i sur., 2014). Đuričić i sur. (2021) nije utvrdio značajnu razliku u porodnoj masi jaradi prvojarki i koza višejarki, navodeći značajno veću prosječnu porodnu masu muške jaradi i samaca. Bushara i sur. (2013) navode negativan utjecaj broja jaradi u leglu na porodnu masu, masu pri odbiću i razinu preživljavanja.

2.4. Cjeloživotna proizvodnja

2.4.1. Dugovječnost koza u proizvodnji mlijeka

U stadima koza namijenjenim proizvodnji mlijeka cilj većine uzgajivača je što više produžiti životni i proizvodni vijek koza. Unatoč važnosti u stočarskoj proizvodnji, istraživanja dugovječnosti i trajanja u proizvodnji vrlo su rijetka. Hoffman i Valencak, (2020) procjenjuju da je prosječni životni vijek koza, kada ne bi bilo izlučivanja zbog smanjene proizvodne učinkovitosti grla, 20,8 godina. Budući da se farmske životinje izlučuje prestankom ili drastičnim smanjenjem proizvodnje ili pojavom bolesti, autori navode da je stvarni prosječni životni vijek koza znatno manji, pa koze prosječno dostižu 29 % maksimalne životne dobi. Produžavanjem proizvodnog života grla izravno se utječe na produktivnost stada i smanjenje troškova koji nastaju uslijed othrane većeg broja jarica koje su trošak, a još nisu dostigle dob i poželjni tjelesni okvir za pripust i proizvodnju. Za očekivati je da će koze ojarane u prvoj godini života imati duži proizvodni život te postići veću životnu proizvodnju jaradi i mlijeka. Dob pri prvom jarenju ima značajan utjecaj na dužinu ostanka u proizvodnji te su koze prvi put ojarane u drugoj godini života imale prosječno dva puta veću vjerojatnost ostanka u proizvodnji do četvrtog jarenja, 1,76 puta do petog jarenja te 1,68 puta veću do šestog jarenja od koza prvi put ojaranih u prvoj godini života. Koze prvi put ojarane u trećoj sezoni imale su 2,92 puta veću vjerojatnost ostanka u proizvodnji do četvrtog jarenja, 2,18 puta do petog jarenja i 1,88 puta do šestog jarenja od koza prvi put ojaranih u prvoj godini života (Pérez-Razo i sur., 2004).

Do suprotnih spoznaja došli su Ziadi i sur. (2023) koji tvrde da dob florida koza pri prvom jarenju ima značajan utjecaj na dužinu njihovog ukupnog i proizvodnog života. Veći rizik od ranijeg izlučenja procijenjen je u koza prvi put ojaranih kasnije. Najveći rizik izlučenja utvrđen je u koza prvi put ojaranih u dobi od 19 i više mjeseci, dok je najmanji rizik izlučenja utvrđen u jarica prvi put ojaranih u dobi od 12 do 15 mjeseci. U populaciji lacoune ovaca utvrđena je negativna korelacija između dobi pri prvom janjenju i ukupnog ili cjeloživotnog broja zaključenih laktacija (- 0,26). Ovce prvi put ojanjene ranije (mlađe) ostaju u proizvodnji duže od ovaca s kasnijim prvim janjenjem. U mlađih prvojanjki, uz duži proizvodni vijek, utvrđena je značajno veća cjeloživotna količina proizvedenog mlijeka (Hernandez i sur., 2011). Nilforooshan i Edriss (2004) navode da unatoč tome što bi smanjenje dobi pri prvom teljenju moglo značajno utjecati na životni i proizvodni vijek krava te smanjenja troškova remonta stada, prosječna dob krava pri prvom teljenju desetljećima nije značajnije mijenjana (ne snižava se) najviše zbog toga što se smatra da „rano teljenje“ ima negativan utjecaj na količinu proizvedenog mlijeka i mliječne masti te na dugovječnost. U navedenom istraživanju je procijenjeni heritabilitet za dob krava pri prvom teljenju vrlo nizak jer je

navedeno svojstvo pod izrazitim utjecajem čimbenika okoliša, osobito hranidbe. Utvrđena je negativna korelacija ($-0,093$) između dobi holstein krava pri prvom teljenju i proizvodnje mlijeka te dugovječnosti. Autori zaključuju da je potrebno voditi računa da se povećanjem dobi krava pri prvom teljenju znatno povećavaju troškovi uzgoja junica, ali preveliko smanjenje može imati negativan učinak na proizvodnju mlijeka. Çavuşoğlu i sur. (2021) nisu utvrdili značajan utjecaj rednog broja jarenja i proizvodne godine na dugovječnost sanskih koza uzgajanih u Turskoj, niti na dugovječnost njihova rasplodnog pomlatka. Također nije utvrđen značajan utjecaj veličine legla na životnu i proizvodnu dugovječnost. Rezultati istraživanja ukazuju na činjenicu da grla manje tjelesne mase nakon prve godine života i početkom prve laktacije imaju nižu funkcionalnu dugovječnost od koza veće tjelesne mase u tom razdoblju, a odnos mast:bjelančevine tijekom prve laktacije bio je značajno viši u mlijeku koza s nižom funkcionalnom dugovječnošću. Funkcionalna dugovječnost odražava akumulirane posljedice otpornosti i stoga pruža zamjensku mjeru za otpornost te se uvođenjem selekcije za svojstvo funkcionalne dugovječnosti povećava otpornost i preživljavanje grla (Ithurbide i sur., 2022). Da bi se utvrdio heritabilitet za svojstva stvarne i funkcionalne dugovječnosti provedeno je istraživanje na više pasmina koza (alpina, nubijska, sanska i togenburška) na Novom Zelandu. Izračunati heritabilitet oba istraživana svojstva je bio vrlo nizak ($0,07$). Rezultati ukazuju da dob koza pri jarenju nema značajan utjecaj na dugovječnost potomaka. Unatoč niskom utvrđenom heritabilitetu autori zaključuju da ukoliko se uključi dugovječnost u izračun selekcijskog indeksa postoji dovoljna razina genetske varijabilnosti u populaciji što bi moglo omogućiti „napredak za to svojstvo“ (Scholtens i sur., 2018). Navedeni heritabilitet je u skladu s heritabilitetom za funkcionalnu dugovječnost izračunatim za sanske i alpina koze u Francuskoj koji je bio podjednak za obje pasmine ($0,07$ sanska, $0,08$ alpina). Utvrđena je negativna genetska korelacija između funkcionalne dugovječnosti i broja somatskih stanica u mlijeku u rasponu od $-0,29$ do $-0,35$ te pozitivna korelacija sa svojstvima linearne ocijene vimena u rasponu od $0,17$ do $0,29$ što dovodi do zaključka da svojstva zdravlja i oblika vimena pozitivno utječu na funkcionalnu dugovječnost koza (Palhiere i sur., 2018). Razlika u dugovječnosti koza sanske i alpina pasmine uočena je u istraživanju nasljednosti funkcionalne dugovječnosti u francuskoj populaciji pod kontrolom proizvodnih osobina. Utvrđena je prosječna funkcionalna dugovječnost sanske pasmine od 967 dana, a alpine 1007 dana. U deset godina funkcionalna dugovječnost se kontinuirano smanjivala u obje pasmine što autori pripisuju povećanom izlučivanju koza smanjene učinkovitosti u proizvodnji mlijeka. Genetska korelacija između funkcionalne dugovječnosti i količine proizvedenog mlijeka bila je blago pozitivna, $0,16$ u sanske i $0,28$ u alpina pasmine (Palhiere i sur., 2018).

2.4.2. Cjeloživotna proizvodnja mlijeka

Zbog veće potražnje za proizvodima mliječnih koza u svijetu dolazi i do sve izraženije intenzifikacije kozarske proizvodnje. Dugovječnost je, kao jedan od važnih čimbenika u ostvarenju veće proizvodne učinkovitosti grla i stada te povećanja profitabilnosti proizvodnje kozjeg mlijeka u sve više zemalja, uz poboljšanje proizvodnih odlika, sastavni dio uzgojnih programa s ciljem stvaranja dugovječnijih grla i smanjenja troškova uzgoja rasplodnog pomlatka i na taj način izravnog smanjenja proizvodnih troškova. Stoga su, u različitim zemljama, različitim proizvodnim sustavima i različitim pasminama, sve češća istraživanja s ciljem boljeg razumijevanja čimbenika koji utječu na vremensko trajanje grla u proizvodnji kao i puteve nasljeđivanja dugovječnosti u populacijama koza. Žan Lotrič i sur. (2015) nisu utvrdili značajan utjecaj pasmine na cjeloživotnu proizvodnju mlijeka, broj živorođene jaradi i broj zaključenih laktacija. Cjeloživotna proizvodnja mlijeka slovenske alpine bila je prosječno veća za 413,26 kg od cjeloživotne proizvodnje slovenske sanske pasmine. Cjeloživotna proizvodnja mlijeka koza drežničke pasmine nije se značajnije razlikovala od cjeloživotne proizvodnje slovenske alpine i slovenske sanske pasmine. Razlika u cjeloživotnoj proizvodnji bjelančevina između slovenske alpine i slovenske sanske pasmine je bila prosječno 11,76 kg, a cjeloživotna proizvodnja bjelančevina lokalne drežničke pasmine nije se znatnije razlikovala od proizvodnje dviju tipičnih mliječnih pasmina. Prosječna cjeloživotna proizvodnja mliječne masti u mlijeku alpina koza bila je za 25,50 kg veća od proizvodnje koza slovenske sanske pasmine. Razlika između cjeloživotne proizvodnje mliječne masti koza drežničke pasmine i slovenske alpine nije bila značajna. Unatoč činjenici da se izvorna drežničla koza uglavnom uzgaja ekstenzivno, a alpina i sanska poluintenzivno, nije bilo znatnijih razlika u cjeloživotnoj proizvodnji mlijeka, mliječne masti i bjelančevina među trima istraživanim pasminama. Autori zaključuju da je jedan od razloga dobra prilagodljivost i otpornost lokalne drežničke pasmine.

Primarni cilj uzgoja koza u Njemačkoj je visoka cjeloživotna proizvodnost mlijeka, poželjnog kemijskog sastava utemeljena na otpornim grlima prilagođenih pašnom sustavu držanja. Istraživanjima je utvrđeno da pasmina nije imala značajan utjecaj na duljinu proizvodnog vijeka, životnu proizvodnju, prosječni udio mliječne masti i bjelančevina u cjeloživotnoj proizvodnji te sadržaj uree kao neizravni pokazatelj pravilnosti hranidbe, zdravlja i otpornosti mliječnih koza. Međutim, autori su utvrdili da dob koza pri prvom jarenju ima značajan utjecaj na životnu proizvodnu učinkovitost izraženu u kg/dan i životnu učinkovitost izraženu kroz ukupan broj laktacijskih dana u životu. U koza prvi put ojarenih u dobi od 620 dana i više utvrđena je manja prosječna cjeloživotna proizvodnja mlijeka za 0,14 kg/dan, unatoč činjenici da su imale veći broj dana u laktaciji. Prosječna veličina legla

imala je pozitivan učinak na cjeloživotnu proizvodnju mlijeka i udio bjelančevina u mlijeku (%). Autori zaključuju da su duljina proizvodnog vijeka koze, od prvog jarenja do izlučenja, njena proizvodna učinkovitost i cjeloživotna učinkovitost promatrana kroz ukupan broj laktacijskih dana u životu pouzdani čimbenici koje je potrebno uvažavati u selekciji (Wolber i sur., 2021).

Provođenje izravne procijene uzgojne vrijednosti za svojstva dugovječnosti i cjeloživotne proizvodnje u mliječnim grla je otežano iz razloga što za dobivanje podataka životinja mora biti u visokoj dobi ili izlučena, što znači da stado ne bi bilo u optimalnoj dobi i proizvodnji. Stoga u SAD-u za procjenu uzgojnih vrijednosti cjeloživotne proizvodnje i dugovječnosti koza koriste izračun standardiziranog proizvodnog života u trajanju od 48, 60 ili 72 mjeseca. U proizvodnom životu od 72 mjeseca koze alpina, la mancha, nubijska, sanska i togenburška prosječno su proizvele 1043,11 kg mlijeka, 37,10 kg mliječne masti i 30,54 kg bjelančevina. Prosječni udio mliječne masti je bio 3,87 %, a bjelančevina 3,18 %. Prosječna dob koza pri prvom jarenju bila je 507,97 dana, a prosječno međujaridbeno razdoblje 387,36 dana. Uključivanje izračuna indeksa cjeloživotne proizvodnje uz procjenu uzgojne vrijednosti za količinu proizvedenog mlijeka, mliječne masti i bjelančevina može značajno pridonijeti povećanju ekonomske vrijednosti selekcijskog indeksa (Castañeda-Bustos i sur., 2014).

2.4.3. Cjeloživotna proizvodnja jaradi

Zbog skromnih hranidbenih uvjeta i prilagodljivosti koze se diljem svijeta uzgajaju kao važan izvor bjelančevina životinjskog podrijetla. Na mnogim područjima s lošom i nedostatnom infrastrukturom koja bi omogućila preradu i/ili konzerviranje te dugotrajnije čuvanje mesa, jareći trupovi su zbog male mase i mogućnosti brze potrošnje važan izvor stanovništva svježom kvalitetnom hranom. Stoga ne čudi činjenica da su koze najrasprostranjenije u Aziji i Africi, gdje zbog visoke temperature nije moguće dugotrajnije čuvanje mesa (Mazinani i Rude, 2020). Najviše kozjeg mesa proizvodi se u Aziji (70,7 %), a najveći svjetski proizvođač je Kina koja godišnje proizvede 50,77 % ukupne azijske proizvodnje i 35,89 % svjetske proizvodnje kozjeg mesa. U Aziji je i najveća prosječna proizvodnja kozjeg mesa po glavi stanovnika (1,88 kg) dok je najniža u Americi gdje se godišnje proizvede 0,14 kg kozjeg (jarećeg) mesa po stanovniku (Skapetas i Bampidis, 2016). U svijetu se proizvodnja jarećeg mesa temelji na korištenju proizvodnih kapaciteta različitih pasmina koje su većinom kombiniranih proizvodnih odlika, dok je jako malo tipičnih mesnih pasmina (Kegalj i sur., 2011).

Zbog načina na koji se odlučuje o trenutku izlučenja koza iz proizvodnje, umjesto dugovječnosti češće se koristi pojam funkcionalna dugovječnost koja označava sposobnost životinje da izbjegne izlučenje uzrokovano bolešću ili izostankom gravidnosti i jarenja. Uobičajeno je da uzgajivači izluče koze koje u sezoni pripusta nisu ostale gravidne jer je to nagovještaj izostanka proizvodnje jaradi i mlijeka u idućih godinu dana. Za to vrijeme koze i dalje troše, a njihova gravidnost i u slijedećoj godini je upitna. U mesnih pasmina koza, zbog znatno nižih ukupnih prihoda utemeljenih samo na proizvodnji jaradi (mesa) izostanak gravidnosti i jarenja je još naglašeniji, pa uzgajivači imaju strože kriterije za izlučivanje negravidnih grla. Bolest i uginuće najčešći su razlozi izlučivanja koza, a nije utvrđen znatniji utjecaj pasmine na udio izlučenih grla. Prosječna stopa dugovječnosti koza do tri godine je 61 % i 24 % koza do 5 godina. Međutim, Pellerin i Browning, (2012) utvrdili su značajan utjecaj pasmine na udio izlučenih koza koji je bio najveći u burske pasmine (83,3 %), znatno manji u kiko (50 %) i najmanji u španjolske mesne pasmine (43 %). To je razlog znatno niže stope dugovječnosti burskih koza u usporedbi s dvjema navedenim mesnim pasminama. Mellado i sur. (2005) navode znatno veću prosječnu veličinu legla koza koje su pri jarenju bile veće porodne mase (3,2 : 2,7 kg) i za 8 % veću porodnu masu njihove jaradi te 15 % veću tjelesnu masu 25.-og dana. Koze s većim brojem ojarane jaradi u prvom jarenju, ukupno su u životu ojarile 10 % više jaradi koja je bila 10 % veće porodne mase. Stoga se odabirom jarica veće porodne mase i iz brojnijih legala može povećati cjeloživotna proizvodnja jaradi mliječnih pasmina koza (Mellado i sur., 2005). Osman i sur. (2010) su utvrdili prosječnu cjeloživotnu ukupnu proizvodnju pasmine zaraibi od 5,82 jaradi, ukupne porodne masa 10,90 kg, prosječne masa pri odbiću 5,08 kg, ukupne mase pri odbiću 56,21 kg, dok je ukupna proizvodnja mlijeka iznosila 887,91 kg. U navedenom istraživanju je utvrđen značajan utjecaj godine rođenja na cjeloživotni broj ojarane jaradi, ukupnu porodnu masa jaradi, ukupnu proizvodnju mlijeka, ukupnu masu jaradi pri odbiću te tjelesnu masu jednogodišnje jaradi. Autori navode da su sezona rođenja i veličina legla imali značajan utjecaj ne samo na tjelesnu masu jaradi pri odbiću nego i na tjelesnu masu jednogodišnjih jarica. U navedenom istraživanju nije utvrđen utjecaj dobi majke na promatrane proizvodne pokazatelje cjeloživotne proizvodnje. Koze kratkog proizvodnog vijeka uzrok su povećanih financijskih gubitaka i većih ulaganja u uzgoj i/ili kupnju rasplodnog pomlatka, zatim troškova liječenja i drugih troškova. Iz tog razloga važno je poznavanje trajanja proizvodnog života i ukupnog broja proizvedene jaradi u različitim sustavima uzgoja i proizvodnje.

Pellerin i Browning, (2012) su u istraživanju usporedili koze pasmine burska, kiko i španjolska mesna koza držane u uvjetima subtropske klime i hranjene pašom. Tijekom šest godina najveći udio (83,3 %) izlučenih grla utvrđen je u stadima burskih koza, dok je

značajno manje izlučenja bilo u stadima pasmine kiko (50 %) i španjolske mesne koze (43 %). Nakon druge godine koze burske pasmine su prosječno ojarile 1,43 jaradi ukupne mase pri odbiću 27 kg, dok je kiko pasmina ojarila prosječno 2,45 jaradi ukupne mase pri odbiću od 48,1 kg, a španjolska mesna pasmina 2,62 jaradi ukupne mase pri odbiću od 45,6 kg. Trajanjem istraživanja povećavao se broj izlučenih koza i smanjivao broj ojarene burske jaradi te ukupna masa jaradi pri odbiću. Ukupni broj koza burske pasmine nakon pete godine je bilo značajno manji nego u druge dvije pasmine. Burske koze su ukupno u životu ojarile 3,24 jaradi ukupne mase pri odbiću od 57,1 kg, dok su kiko koze ojarile 6,09 jaradi ukupne mase pri odbiću 110,8 kg, a španjolska mesna pasmina 6,21 jaradi ukupne mase pri odbiću od 99,8 kg. Zbog značajne razlike u cjeloživotnoj proizvodnji jaradi u izvornim uvjetima na tom području pri odabiru pasmine za uzgoj preporučuje se prednost dati kiko i španjolskoj mesnoj pasmini.

2.5. Utjecaj dobi pri prvom pripustu na mliječnost i reprodukcijske odlike koza

2.5.1. Prvi pripust i mliječnost

U dosadašnjim istraživanjima utvrđen je značajan utjecaj dobi pri prvom pripustu na ukupnu količinu mlijeka u prvoj laktaciji, dužinu laktacije i ukupnu količinu proizvedenog mlijeka tijekom proizvodnog života koze. Dob je koza pri prvom jarenju pasminska odlika koja izravno utječe na rentabilnost proizvodnje kozjeg mlijeka. Pasmine koje ranije dosežu dostatnu tjelesnu razvijenost za prvi pripust, ranije se jare i ulaze u proizvodni ciklus, čime se skraćuje generacijski interval i omogućava brža zamjena loših grla boljima (García-Peniche i sur., 2012). Na dob koza pri prvom pripustu utječu genetski i negenetski čimbenici. Procijenjeni heritabilitet za dob grla pri prvom jarenju sanskih koza je 0,14 što upućuje na činjenicu da je to svojstvo pod snažnim utjecajem čimbenika okoliša. Heritabilitet za međujaridbeno razdoblje procijenjen je na 0,09 te pri donošenju odluke o ostavljanju jarice za daljnji uzgoj treba uzeti u obzir na koji su način čimbenici okoliša utjecali na formiranje grla (Ribeiro i sur., 2000).

Zbog gospodarske važnosti reprodukcijska svojstva su sastavni dio procjene uzgojne vrijednosti i selekcijskih kriterija u provedbi selekcije u govedarstvu. Spoznaje o korelaciji tih svojstava u mliječnom kozarstvu i ovčarstvu su znatno oskudnije (Mioč, 2022). Dob jarica pri prvom pripustu ovisi i o načinu držanja, poslovnoj politici lokalnih otkupljivača mlijeka, nasljednim osobinama, sezoni, hranidbi i dr. Općenito se smatra da su široko rasprostranjene mliječne pasmine koza ranozrele i da je mlade jarice moguće pripustiti/osjemeniti već u prvoj godini života, dok izvorne pasmine odlikuje kasnije postizanje spolne zrelosti i tjelesne razvijenosti te ih je prvi put moguće pripustiti tek u drugoj godini života (Mioč, 2022).

Zbog specifičnosti i sezonalnosti kozarske proizvodnje te vrlo kratkog generacijskog intervala u kojem je moguće znatno brže provesti određene korekcije i poboljšanja proizvodnih odlika, osobito su važna istraživanja koja omogućavaju bolje razumijevanje specifičnih fizioloških, genetskih i okolišnih utjecaja. Istraživanjem utjecaja dobi pri prvom pripustu na količinu proizvedenog mlijeka i dužinu laktacije istarske ovce utvrđeno je da dob šilježica pri prvom janjenju ima značajan utjecaj samo na dužinu laktacije. Laktacija prvojanjki pripuštenih u prvoj godini života i ojanjenih u prosječnoj dobi do 17 mjeseci, bila je kraća 14 dana. Međutim, navedeno nije znatnije utjecalo na prosječnu dnevnu količinu proizvedenoga mlijeka, ni ukupnu količinu proizvedenog mlijeka u laktaciji (Kasap i sur., 2021). Rano ojanjene ovce proizvele su neznatno više mlijeka u laktaciji od onih pripuštenih

u drugoj sezoni i ojanjenih u dobi od 18 do 29 mjeseci. Autori navode da raniji prvi pripust i prvo janjenje nije imao negativnih posljedica na kasnije rezultate u proizvodnji mlijeka. Raniji prvi pripust nema negativan utjecaj na kasniju proizvodnju ukoliko su zadovoljeni uvjeti pravilnog tjelesnog razvoja šilježica te iz tog razloga preporučuje se njihov raniji pripust jer se na taj način izbjegava produžetak neproizvodnog razdoblja prije početka prve laktacije i skraćenje proizvodnog života ovce (Kasap i sur., 2021). Dob koza pri prvom jarenju prepoznata je kao jedan od vrlo važnih čimbenika koji ima utjecaj na učinkovitost koza u proizvodnji mlijeka. Uobičajena dob koza pri prvom jarenju je u rasponu od 12 do 45 mjeseci. Tako širok raspon dobi pri prvom jarenju tumači se izrazitom sezonalnosti spolnog ciklusa koza povezanim s varijacijama dnevne količine svjetla i melatonina. Autori naglašavaju da jarice u nepovoljnim uzgojnim uvjetima, lošije hranidbe i sustava držanja, sporije rastu i kasnije dostižu spolnu zrelost (Fernández i sur., 2015). Singh i sur. (1970) navode da dob koza pri prvom jarenju ima značajan utjecaj na količinu proizvedenoga mlijeka u prvoj laktaciji beetal koza uzgajanih u Indiji. Genetska korelacija između dobi jarica pri prvom jarenju i količine proizvedenoga mlijeka u prvoj laktaciji je negativna što ukazuje da će svi pokušaji da se selekcijskim postupcima smanji dob koza pri prvom jarenju rezultirati povećanjem količine mlijeka proizvedenog u prvoj laktaciji. Budući da je utvrđena korelacija visoka (0,36), a heritabilitet dobi grla pri prvom jarenju je znatno veći (0,54) nego za količinu proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji (0,25), povećanje količine mlijeka uzrokovano selekcijom neće rezultirati smanjenjem dobi koza pri prvom jarenju (Singh i sur., 1970). Torres-Vázquez i sur. (2009) utvrdili su negativnu genetsku korelaciju između prosječne dobi koza pri prvom jarenju i količine proizvedenoga mlijeka u laktaciji (-0,18) u populaciji sanske koze. Navedeni rezultati procjene heritabiliteta za dob pri prvom jarenju i njegove korelacije s ostalim pokazateljima proizvodnje mlijeka upućuju na mogući pozitivan rezultat u selekciji koza na raniju dob pri prvom jarenju, uz istovremeno povećanje količine proizvedenog mlijeka u standardnoj laktaciji od 305 dana.

Navedeno potvrđuju i rezultati istraživanja utjecaja dobi pri prvom jarenju na količinu mlijeka koza murciano-granadina pasmine iz kojih je razvidno da dob koza pri prvom jarenju ima značajan utjecaj na količinu proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji. Količina proizvedenog mlijeka u standardnoj laktaciji od 210 dana s 2,8 % bjelančevina povećava se s dobi koza pri prvom jarenju, bez znatnijeg utjecaja na udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku (Oliver i sur., 2001). Povećanje dobi koza do 26.-og mjeseca pri prvom jarenju ima pozitivan utjecaj na količinu proizvedenog mlijeka alpina, togenburških, sanskih i nubijskih koza, a nakon navedene dobi količina proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji znatno se smanjuje (Weppert i Hayes, 2004). Zoa-Mboe i sur. (1997) navode izražen trend povećanja količine proizvedenoga mlijeka u laktaciji prvi put ojarenih koza u dobi između

15 i 26 mjeseci, a nakon toga količina proizvedenog mlijeka je manja. Međutim, Montaldo i sur. (2010) navode značajno povećanje količine proizvedenoga mlijeka u prvoj laktaciji koza ojarenih u kasnijoj dobi (nakon 22 mjeseca), postupno se smanjuje količina proizvedenog mlijeka. Kennedy i sur. (1981) su utvrdili povećanje proizvodnje mlijeka u prvoj laktaciji sukladno povećanju dobi pri prvom jarenju do 21.-og mjeseca. Fernández i sur. (2015) nisu utvrdili znatan utjecaj dobi koza pri prvom jarenju na vrijeme postizanja vrha laktacije, dnevne količine proizvedenog mlijeka u vrhuncu laktacije kao niti ukupne dužine laktacije. Navode da je najveća prosječna količina proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji utvrđena u prvi put ojarenih koza u dobi od 25 do 28 mjeseci i bila je znatno veća od koza ojarenih u dobi od 21 do 24 mjeseca, dok je najmanja količina proizvedenog mlijeka utvrđena u koza ojarenih u dobi manjoj od 20 mjeseci.

Količina proizvedenog mlijeka u laktaciji izravno je povezana s dobi grla pri pripustu (jarenju), njegovom tjelesnom razvijenosti i genetskim kapacitetom. Koze razvijenijeg tjelesnog okvira i veće tjelesne mase imaju veći proizvodni kapacitet (Mioč i sur., 1991b). Promjene kemijskog sastava povezane su s količinom proizvedenoga mlijeka. Uobičajeno je da je udio mliječne masti i bjelančevina na početku laktacije visok, (osobito u kolostralnom razdoblju) te da se povećanjem proizvedene količine mlijeka udio navedenih sastojaka smanjuje, a prema kraju laktacije i smanjenjem količine proizvedenog mlijeka, ponovo povećava (Dolenčić Špehar i Mioč, 2013). Spoznaja o utjecaju dobi koza pri prvom jarenju na količinu mlijeka i njegov kemijski sastav može pripomoći prilagodbi tehnološkog procesa. Mulc i sur. (2014) su najmanju proizvodnju mlijeka (349,51 kg) utvrdili u koza s početkom prve laktacije u dobi od 12 mjeseci. Povećanjem dobi koza na početku prve laktacije povećavala se i količina proizvedenog mlijeka da bi maksimum dosegla (424,67 kg) u koza s početkom prve laktacije u dobi od 20 mjeseci. Minimalna količina proizvedene mliječne masti i bjelančevina (12,84 kg, 10,73 kg) utvrđena je u koza prvi put ojarenih u dobi od 12 mjeseci, a maksimalna (15,33 kg, 12,85 kg) u koza ojarenih u dobi od 20 mjeseci. Dob koza na početku prve laktacije nije imala značajan utjecaj na udio mliječne masti i bjelančevina.

Kozarska proizvodnja vrlo često se temelji na tradicijskim (ekstenzivnim) sustavima uzgoja, uglavnom utemeljenim na lokalnim pasminama. Iz tih razloga je poželjno dobro poznavanje proizvodnih osobina pasmina koje nisu široko rasprostranjene kako bi im prilagodili uzgojno-tehnološke zahtjeve. U koza pasmine murciano-granadina proizvodnja mlijeka se povećavala povećanjem dobi koza pri prvom jarenju te je najveća količina proizvedenog mlijeka utvrđena u koza ojarenih u dobi od 23 do 24 mjeseca. Količina proizvedene mliječne masti i bjelančevina bila je u pozitivnoj korelaciji s količinom

proizvedenog mlijeka, ali dob koza pri prvom jarenju nije imala utjecaj na udio mliječne masti i bjelančevina u kozjem mlijeku (Oliver i sur., 2001). Sukladni su i rezultati u istraživanju utjecaja dobi i mjeseca jarenja na količinu i sastav mlijeka koje su proveli Zoa-Mboe i sur. (1997) u populacijama anglonubijske, chamoisee i sanske pasmine koza. Utvrđen je značajan utjecaj dobi koza pri prvom jarenju na količinu proizvedenog mlijeka u laktaciji, količinu mliječne masti te količinu i udio bjelančevina, dok nije utvrđen znatniji utjecaj dobi koza pri prvom jarenju na udio mliječne masti u mlijeku. Najveća količina proizvedenog mlijeka utvrđena je u koza prvi put ojarenih u dobi od 15 mjeseci, a nakon toga se postupno smanjivala povećanjem dobi pri jarenju. Količina proizvedenog mlijeka, mliječne masti i bjelančevina povećavala se s povećanjem dobi koza pri jarenju, dok se udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku koza prve laktacije povećavao povećanjem dobi pri jarenju do 18.-og mjeseca.

Za uspješno razumijevanje utjecaja dobi koza pri prvom jarenju na osobine mliječnosti važna su istraživanja korelacije između tih svojstava, kao i njihov heritabilitet. Utvrđena je negativna korelacija između količine proizvedenog mlijeka i udjela osnovnih kemijskih sastojaka u mlijeku alpine i sanske pasmine. Korelacija između količine proizvedenoga mlijeka i udjela mliječne masti bila je $-0,472$, a između količine mlijeka i udjela bjelančevina u mlijeku $-0,4661$, dok je između količine mlijeka i udjela laktoze u mlijeku bila $0,1511$. Korelacija između ukupne količine proizvedenog mlijeka i količine proizvedenih kemijskih sastojaka mlijeka (kg) bila pozitivna te je između količine mlijeka i količine mliječne masti bila $0,86$, količine bjelančevina $0,96$, a količine laktoze $0,97$. To znači da se selekcijom za povećanje količine mlijeka istovremeno povećava količina proizvedenih kemijskih sastojaka mlijeka (Brito i sur., 2011). Torres-Vázquez i sur. (2009) su utvrdili srednje visok heritabilitet ($0,31$) za dob koza pri prvom jarenju, ali i neznatnu i negativnu genetsku korelaciju između dobi koza pri prvom pripustu i količine proizvedenoga mlijeka u laktaciji ($-0,18$). Slična korelacija je utvrđena i između dobi koza pri prvom jarenju i količine proizvedene mliječne masti ($-0,09$) i količine bjelančevina ($-0,17$). Autori zaključuju da je selekcija za smanjenje dobi koza pri prvom jarenju moguća te da će zbog povoljne međusobne korelacije takva selekcija imati za posljedicu i povećanje ukupne količine proizvedene mliječne masti i bjelančevina u laktaciji.

2.5.2. Prvi pripust i reprodukcijske odlike

Intenzivna proizvodnja kozjeg mlijeka u Europi uglavnom se temelji na ranozrelim pasminama koje brzo rastu i postaju tjelesno pripravne za prvi pripust/osjemenjivanje i gravidnost već u prvoj godini života. Smanjivanje dobi koza pri pripustu i jarenju produžava

proizvodni život grla i dovodi do smanjenja troškova neophodne generacijske izmjene u stadu. Dob jarica pri prvom jarenju pod snažnim je utjecajem pasmine pa većina visokomliječnih pasmina, u koje spada alpina, u intenzivnom sustavu uzgoja tjelesni razvitak poželjan za prvo osjemenjivanje dostiže znatno prije navršene prve godine života. Morantes i sur. (2012) navode sustav uzgoja kao jedan od najvažnijih čimbenika za dob koza pri prvom jarenju, međujaridbeno razdoblje i plodnost koza te zaključuju da jarice ojarene zimi ulaze u pubertet u prvoj pripusnoj sezoni (u istoj godini). Jarice iz intenzivnog uzgoja pri prvom jarenju bile su znatno mlađe od jarica iz ekstenzivnog uzgoja (490,2 : 511,7 dana). Uz navedeno, utvrđen je značajan utjecaj godine i sezone jarenja na prosječnu dob koza pri prvom jarenju. Najviša dob od 533,9 dana pri prvom jarenju je zabilježena u proljeće, a u ljeto je iznosila 490,4 dana, jesen 483,5 dana te zimu (490,8 dana) (Rodríguez-Hernández i sur., 2022). Utjecaj dobi prvog partusa na reprodukcijske odlike znatno više je istraživao u krava i ovaca, nego u koza. Lakon ovce podrijetlom iz prvih legala u odnosu na one porijeklom iz drugih i viših legala prve se tjeraju i ojanje i u njih je utvrđeno kraće međujaridbeno razdoblje, osobito ono između prvog i drugog janjenja. Utvrđena je i značajna razlika u prosječnom broju cjeloživotnih janjenja kojih je najviše bilo u ovaca „ranog janjenja“ sa dobi manjoj od 390 dana (3,02 janjenja/ovci), zatim srednjeg, sa dobi 391 do 450 dana (3,01 janjenja/ovci) te manje u „kasnom janjenju“ dobi 451 do 510 dana (2,8 janjenja/ovci) i najmanje u „vrlo kasnom“ s dobi preko 510 dana (2,52 janjenja/ovci) janjenju (Hernandez i sur., 2011). Schoeman i sur. (1991) navode znatno duže trajanje u reprodukciji prvi put pripuštenih mlađih šilježica u odnosu na starije. Thomson i sur. (2020) tvrde da su šilježice prvi put ojanjene u prvoj godini zaostajale u rastu u drugoj i trećoj godini života, unatoč poboljšanoj hranidbi, za razliku od prvojanjki prvi put ojanjenih u drugoj godini života. Ta razlika je nestala nakon trećeg janjenja. Međutim, ovce prvi put ojanjene u prvoj godini prosječno su do sedme godine ojanjile znatno više janjadi koja je pri običu bila veće tjelesne mase. Jembere (2019) su izračunali korelaciju između dobi koza pri prvom jarenju i broja jaradi u leglu (fenotipska korelacija 0,15, genetska korelacija 0,61), između dobi pri prvom jarenju i broja odbijene jaradi (fenotipska korelacija 0,11, genetska korelacija 0,34), dobi pri prvom jarenju i mase legla (fenotipska korelacija 0,09, genetska korelacija 0,61) te dobi pri prvom jarenju i masa legla pri odbiću (fenotipska korelacija 0,05, genetska korelacija 0,39).

Uz dob pri prvom pripustu važno je ocijeniti ukupan tjelesni razvitak jarice kako bi se izbjegli možebitni problemi preranog pripusta koji se očituju manjim brojem jaradi, manjom porodnom masom jaradi i usporenijim postnatalnim rastom. Raza i sur. (1998) navode da je masa legla pod značajnim utjecajem dobi koza pri jarenju i da se povećava do osmog jarenja. Najveći broj jaradi i najveća masa legla utvrđena je u koza prvi put ojaranih u dobi

od 35 do 40 mjeseci (Hoque i sur., 2002). Thomson i sur. (2020) nisu utvrdili značajnu razliku u porodnoj masi janjadi dobivene od prvi put pripuštenih šilježica u prvoj godini života i janjadi dobivene od ovaca pripuštenih u drugoj godini. Međutim, janjad dobivena od mlađih prvojanjki bila je avitalnija i pojačanog uginuća od janjadi starijih prvojanjki (Thomson i sur., 2020). Statistički značajna genotipska i fenotipska korelacija je utvrđena između dobi koza pri prvom jarenju i ukupne mase legla. Genetska i fenotipska procijenjena korelacija između dobi jarica pri prvom pripustu i broja jaradi u leglu bila je 0,22 i 0,16, dok je genotipska i fenotipska korelacija između dobi pri prvom jarenju i mase legla bila 0,80 i 0,12 (Mokhtari i sur., 2019). Procijenjena genetska korelacija između dobi koza pri prvom jarenju arsi-bale pasmine i veličine legla je 0,61, dok je utvrđena fenotipska korelacija iznosila 0,11. Procijenjena genetska korelacija između dobi jarice pri prvom pripustu i mase legla bila je 0,61, a fenotipska 0,04 (Kebede i sur., 2011).

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1 Populacija koza korištenih u istraživanju

Istraživanje je provedeno na proizvodnim podacima prikupljenim u populaciji uzgojno valjanih koza alpina pasmine koje su se jarile u razdoblju od 2005. do 2015. godine. Sve koze uključene u ovo istraživanje bile su obuhvaćene provedbom uzgojno-seleksijskih mjera koje je tada provodila Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) u skladu s Programom uzgoja koza u Republici Hrvatskoj (Mioč i sur., 2012). Analizirana populacija koza vuče podrijetlo od ukupno 400 matičnih koza pasmine francuska alpina uvezenih u razdoblju od 1984. do 1986. godine iz Francuske. Navedenim uvozom koza poznatog podrijetla i proizvodnosti stvorene su temeljne pretpostavke za organizaciju uzgojno-seleksijskog rada u kozarstvu u kontinentalnoj Hrvatskoj. Nadalje, navedene aktivnosti započeo je tadašnji Hrvatski stočarski centar (HSC), nastavila Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA), a danas provodi Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH). Analizirana populacija koza je svoje proizvodne rezultate ostvarila u intenzivnim sustavima uzgoja gdje je primarni cilj držanja koza i glavni izvor profitabilnosti gospodarstva proizvodnja mlijeka, iako se dodatni prihodi na većini gospodarstava ostvaruju proizvodnjom jaretine, ali i kvalitetnog rasplodnog pomlatka. Analizirane koze su pripadale većem broju stada koja prakticiraju slične uzgojno-tehnološke postupke. Koze su u pravilu tijekom cijele godine držane u staji uz mogućnost boravka na ispustu, a hranjene su kvalitetnim sijenom ili košenom svježom travom (*ad libitum*), uz dodatak krepkog krmiva.

3.2. Kontrola proizvodnih osobina

U svim stadima uključenim u istraživanje redovito je provođena kontrola mliječnosti i kontrola reproduksijskih osobina te bilježenje ostalih ključnih informacija za provedbu uzgojno-seleksijskog rada. Sukladno tome, svakoj jedinki u analiziranoj populaciji su bili zabilježeni podatci o roditeljima, datumu jarenja, broju jaradi u leglu (tip jarenja), spolu, porodnoj masi jaradi, ukupnoj masi legla, početku i završetku mužnje, dnevnoj količini mlijeka i njegovom kemijskom sastavu, broju somatskih stanica na dan kontrole mliječnosti, te naposljetku i podatak o datumu izlučivanja koza iz proizvodnje. Sve jedinice koje iz bilo kojih razloga nisu imale poznate sve navedene podatke nisu bile dio predmetnog istraživanja (isključene iz razmatranja nakon preliminarnog statističke analize).

3.2.1. Kontrola mliječnosti

Radi konzistentnosti i reprezentativnosti uzorka, u istraživanje su bile uključene samo jedinice koje su pripadale stadima u kojima se kontrola mliječnosti provodila AT metodom

provedenom od strane kontrolora HPA, a sukladno standardima koje propisuje međunarodna organizacija za kontrolu proizvodnosti domaćih životinja (ICAR, 2016). Prosječno vremensko razdoblje između dvije uzastopne kontrole je bilo 4 tjedna s dozvoljenim odstupanjima od 28 do 34 dana, a kontrola mliječnosti se obavljala u uobičajeno vrijeme mužnje, naizmjeničnim kontrolama jutarnje i večernje mužnje. Dobivene količine mlijeka su pomnožene sa 2 kako bi se utvrdila ukupna dnevna količina mlijeka na dan mužnje. U stadima u kojima je jarad sisala samo kolostrum, prva kontrola nije smjela biti prije 6.-og dana od jarenja, a stadima u kojima je jarad sisala stanovito vrijeme (maksimalno 60 dana), prva kontrola nije smjela biti kasnije od 52.-og dana od početka mužnje (pravila propisana ICAR-ovim standardima). Količina pomuzenog mlijeka u kontroli za svako pojedinačno grlo utvrđena je graduiranom menzutom preciznosti 1 mL (kod ručne mužnje) ili protočnim laktomjerima (kod strojne mužnje). Kontrole mliječnosti provedene su do razdoblja kada je prestajala sekrecija mlijeka, odnosno kada je koza dnevno proizvodila manje od 0,2 kg mlijeka. Reprezentativni uzorci (40 mL) svježe pomuzenog mlijeka su konzervirani s 0,2 mL azidiola, ohlađeni na 4 C° te unutar sedam dana hladnom linijom dopremljeni u Središnji laboratorij za kontrolu mlijeka Hrvatske poljoprivredne agencije (danas HAPIH-a) u Križevcima gdje je obavljena osnovna kemijska analiza. Utvrđivanje udjela mliječne masti, bjelančevina, laktoze i ukupne suhe tvari je obavljeno metodom infracrvene spektrofotometrije (HRN ISO 9622:2001), a broj somatskih stanica Fluoro-opto-elektronskom metodom (HRN EN ISO 13366-2:2007/Ispr.1:2007). Prilikom prijenosa podataka iz uređaja za analizu uzoraka u središnju bazu podataka postavljene su granice prihvatljivosti za svojstva dnevne količine i kemijskog sastava mlijeka u skladu sa smjernicama ICAR-a (2016).

3.2.1.1. Procjena ukupne laktacijske proizvodnje mlijeka i osnovnog kemijskog sastava mlijeka

Obračun laktacijskih proizvodnji koza izvršen je u Odjelu za ovčarstvo, kozarstvo i male životinje (HPA) za sve koze s uspješno zaključenim laktacijama. Odabrane koze imale su najmanje 3 uspješno provedene kontrole mliječnosti, a u slučajevima kada je zbog godišnjeg odmora ili nekog drugog razloga propuštena jedna kontrola, ona se izračunala temeljem podataka iz "susjednih" kontrola čiji vremenski razmak nije smio biti duži od 70 dana. Izračun ukupne laktacijske količine proizvedenog mlijeka, masti, bjelančevina i laktoze izvršen je korištenjem Fleischmann-ove formule na dolje opisan način uz napomenu da su količina mliječnih bjelančevina i laktoze određeni na način istovjetan onom dolje opisanom za određivanje količine mliječne masti (KMM).

Izračun količine mlijeka (KML) i količine mliječne masti (KMM):

$$KML = I_0 * KML_1 + I_1 * (KML_1 + KML_2) / 2 + I_2 * (KML_2 + KML_3) / 2 + \dots + I_{n-1} * (KML_{n-1} + KML_n) / 2 + I_{nz} * KML_n$$

$$KMM = I_0 * KMM_1 + I_1 * (KMM_1 + KMM_2) / 2 + I_2 * (KMM_2 + KMM_3) / 2 + \dots + I_{n-1} * (KMM_{n-1} + KMM_n) / 2 + I_{nz} * KMM_n$$

Pritom je vrijedilo sljedeće:

KML – količina mlijeka u laktaciji;

$KML_1, KML_2, \dots, KML_n$ – dnevna količina pomuzenog mlijeka izračunata na način da se količina mlijeka jedne dnevne mužnje množi s 2;

I_0 - interval, u danima, od početka mužnje (od datuma odbića ako je jarad sisala ili od datuma posljednjeg jarenja ako je jarad posisala samo kolostrum) do prve kontrole;

I_1, I_2, \dots, I_{n-1} – intervali između dvije uzastopne kontrole mliječnosti izraženi u danima;

I_{nz} - interval, u danima, između zadnje kontrole i završetka mužnje (zasušenja);

KMM – količina mliječne masti u laktaciji;

$KMM_1, KMM_2, \dots, KMM_n$ - količina mliječne masti dobivena množenjem dnevne količine mlijeka i postotka mliječne masti (dobivena u najmanje dvije decimale) na dan kontrole;

Izračun prosječnog postotka mliječne masti (MM %) tijekom cjelokupne laktacije je dobiven temeljem procijenjene količine mliječne masti u laktaciji i procijenjene količine mlijeka u laktaciji na slijedeći način $MM\% = (KMM/KML) * 100$.

Broj somatskih stanica u mililitru mlijeka (BSS) po laktaciji za svaku jedinku određen je pronalaskom aritmetičke sredine BSS unutar laktacije, a potom su dobivene vrijednosti, radi poprimanja obilježja normale distribucije i provedbe parametrijskih testova, logaritmirane po bazi 10 ($\log_{10} BSS/mL$). Vrijednosti procijenjene u okviru inferencijalne statističke analize, a koje su utemeljene na logaritamskoj transformaciji originalnih podataka, su postupkom antilogaritmiranja prevedene na realne vrijednosti radi intuitivnosti i razumljivije interpretacije dobivenih rezultata.

3.2.2. Kontrola reprodukcijских pokazatelja i utvrđivanje dugovječnosti

Utvrđivanje porodne mase jaradi provedeno je pojedinačnim vaganjima sa preciznosti mjerenja $\pm 0,05$ kg nakon čega je ukupna masa legla utvrđena zbrajanjem mase sve jaradi prijavljene u leglu. Datum svakog pojedinog pripusta u proizvodnom vijeku analiziranih koza izračunat je oduzimanjem 150 dana od registriranog datuma jarenja, a dob jarica kod prvog pripusta izračunata je kao razlika između datuma prvog pripusta i datuma vlastitog rođenja.

Sve one koze koje su imale podatke o kasnijim laktacijama, ali nisu imale informaciju o prvoj laktaciji i dobi prvog pripusta, nisu bile uključene u analizu jer je dob prvog pripusta središnji predmet ovog istraživanja. Dugovječnost koza je izračunata kao razlika datuma izlučenja koze iz proizvodnje i datuma rođenja, a proizvodna dugovječnost kao razlika između datuma izlučenja životinje iz proizvodnje i datuma prvog jarenja.

3.3. Statistička analiza podataka

Obzirom da su podaci korišteni u ovom istraživanju prikupljeni u proizvodnim (tzv. „field“) uvjetima i da nisu ishod unaprijed osmišljenog eksperimentalnog dizajna, u preliminarnoj statističkoj analizi su provedeni brojni postupci kako bi se sve raspoložive podatke maksimalno iskoristilo pri dobivanju odgovora na glavno istraživačko pitanje (Kako dob prvog pripusta utječe na cjeloživotnu proizvodnju koza?). Ovakav tip analize podataka koji nisu „balansirani“ istraživača često stavlja pred čitav niz nedoumica oko donošenja odluka koje se ne mogu znati unaprijed na samom početku istraživanja jer su mnoge odluke moguće tek „u hodu“ nakon detaljne preliminarne analize. Naime, svaki korak u istraživanju, počevši od provjere osnovnog seta podataka preuzetog iz centralne baze podataka, pa sve do odluke o izgledu finalnog seta podataka i statističkih modela koji će se koristiti u završnoj inferencijalnoj statističkoj analizi, uvjetovan je rezultatom prethodno provedenih pomoćnih analiza kao što su analize frekvencija, analiza normalnosti fenotipskih podataka, dijagnostika i usporedba performansi statističkih modela na pojedinim setovima podataka i sl. Svi koraci u deskriptivnoj i inferencijalnoj statističkoj analizi u okviru ovoga doktorskog rada izrađeni su u R programskom okruženju korištenjem većeg broja statističkih paketa za posebne namjene.

3.3.1. Priprema podataka

Svi podaci korišteni u ovom istraživanju prikupljeni na gore opisan način, preuzeti su iz baze podataka HAPIH-a. Osnovni set podataka brojio je ukupno 76 096 laktacija porijeklom od ukupno 27 291 koza, a nakon isključivanja koza s nepoznatim informacijama o dobi prvog jarenja, set je smanjen na 58 951 laktacijskih zapisa za 20 248 koza. Nakon isključivanja životinja koje su imale nepoznato vrijeme izlučivanja iz proizvodnje, radi procjene cjeloživotne proizvodnje set je smanjen na ukupno 41 645 zaključenih laktacija i 12 769 koza. Varijabla sezona je kreirana kao kalendarski mjesec jarenja, a budući da je preliminarnom analizom utvrđena izrazita prevalencija jarenja u siječnju, veljači i ožujku, za potrebe inferencijalne statističke analize, jarenja u prosincu su pridružena sezoni siječanj, a jarenja nakon ožujka sezoni ožujak. Po istom principu, kasne životne laktacije (nakon 5

jarenja po redu) su pridružene kategoriji 5+. Ovo su uobičajeni postupci kako bi se podaci zadržali u analizi, ali ovakva spajanja moraju imati logičnu osnovu.

3.3.2. Deskriptivna i inferencijalna statistička analiza

Deskriptivna statistička analiza izvršena je korištenjem paketa „pastecs“ (Grosjean i Ibanez, 2024), „RcmdrMisc“ (Fox i Marquez, 2023) i „stats“ (Core Team, 2020), a vizualizacija rezultata korištenjem paketa ggplot2 (Wickham, 2016). Inferencijalna statistička analiza izvršena je korištenjem paketa „lme4“ (Bates i sur., 2015), a grafička vizualizacija rezultata korištenjem paketa „effects“ (Fox i Weisberg, 2019). Obzirom da su svojstva izučavana u okviru ovog doktorskog rada (mliječnost, kemijski sastav mlijeka i veličina legla) mjerena više puta u životu jedne jedinke, u inferencijalnoj statističkoj analizi je korišten model s ponovljenim mjerenjima unutar životinje. Međutim, obzirom na veći broj svojstava koji je istraživan ovom prilikom i činjenicu da na različita svojstva utječu različiti čimbenici, za pojedine skupine svojstava korišteni su različiti statistički modeli.

Tako je kod analize utjecaja dobi prvog pripusta na trajanje razdoblja sisanja, mužnje i ukupne laktacije koza korišten mješoviti linearni model [1]:

$$y_{ijklmn} = \mu + RL_i + VL_j + S_k + U_m + b_{1i}(dpp_{ijklmn} - \overline{dpp}) + \check{z}_n + e_{ijklmn} \quad [\text{model 1}]$$

Gdje y_{ijklmn} predstavlja opaženu vrijednost svojstva; μ ukupni prosjek; RL_i, VL_j, S_k i U_m redom predstavljaju fiksne klasne prediktore utjecaja redoslijeda jarenja ($i=1, \dots, 5+$), veličine legla ($j=1, 2+$), sezone ($k=\text{siječanj, veljača, ožujak}$) i uzgajivača ($m=1, \dots, XYZ$). Kako bi se uvažila međuovisnost proizvodnih podataka koji pripadaju istoj jedinki, utjecaj životinje (\check{z}_n) je uklonjen u slučajni dio modela ($n=1, \dots, 12769$). Obzirom da je u preliminarnoj statističkoj analizi utvrđeno postojanje interakcije dobi prvog pripusta i redoslijeda jarenja na sva istraživana svojstva, dob prvog pripusta (dpp) je uklonjena u statistički model kao fiksni numerički prediktor ugniježđen unutar rednog broja jarenja.

Kod analize utjecaja dobi prvog pripusta na ukupne laktacijske i prosječne dnevne prinose mlijeka, bjelančevina, masti i laktoze, kao i na udjele bjelančevina, masti i laktoze u mlijeku te na broj somatskih stanica u mlijeku korištena je proširena inačica gore opisanog statističkog modela 1:

$$y_{ijklmn} = \mu + RL_i + VL_j + S_k + U_m + b_{1i}(dpp_{ijklmn} - \overline{dpp}) + b_1(ts_{ijklmn} - \overline{ts}) + b_1(tm_{ijklmn} - \overline{tm}) + \check{z}_n + e_{ijklmn} \quad [\text{model 2}]$$

Uz prethodno opisane utjecaje, u statistički model 2 su kao numerički kontinuirani prediktori bili dodatno uključeni učinci trajanja sisanja (ts) i trajanje mužnje (tm) kako bi se pri procjeni istraživano utjecaja na pojedino svojstvo mliječnosti maksimalno umanjile razlike koje proizlaze iz varijabilnosti vremena početka i završetka mužnje između istraživanih koza (model 2). Značajan utjecaj ova dva izvora varijabilnosti potvrđen je u preliminarnoj statističkoj analizi u okviru ovog istraživanja, a također je poznat i otprije iz istraživanja Kasapa i sur. (2019 i 2021) provedenih u populaciji muznih ovaca.

Kod analize utjecaja dobi prvog pripusta na porodnu masu jaradi i ukupnu masu legla korišten je prvotno opisan statistički model 1, dok je kod analize utjecaja dobi prvog pripusta na veličinu legla korištena reducirana inačica modela 1 obzirom da je u tom slučaju veličina legla bila zavisna varijabla u modelu.

$$y_{ijklm} = \mu + RL_i + S_j + U_k + b_{li}(dpp_{ijklm} - \overline{dpp}) + \check{z}_m + e_{ijklm} \quad [\text{model 3}]$$

Kod analize utjecaja dobi prvog pripusta na dugovječnost; cjeloživotnu proizvodnju mlijeka, količinu mliječne masti, bjelančevina i laktoze; ukupan broj jaradi i ukupnu porodnu masu jaradi koza korišten je model u kojeg su kao klasni fiksni prediktori uklopljeni utjecaji sezone rođenja same jedinke (S) i utjecaj uzgajivača (U) te dob koza kod prvog pripusta kao numerička kontinuirana varijabla (linearna regresija).

$$y_{ijklm} = \mu + b_i(dpp_{ijklm} - \overline{dpp}) + S_j + U_k + e_{ijklm} \quad [\text{model 4}]$$

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

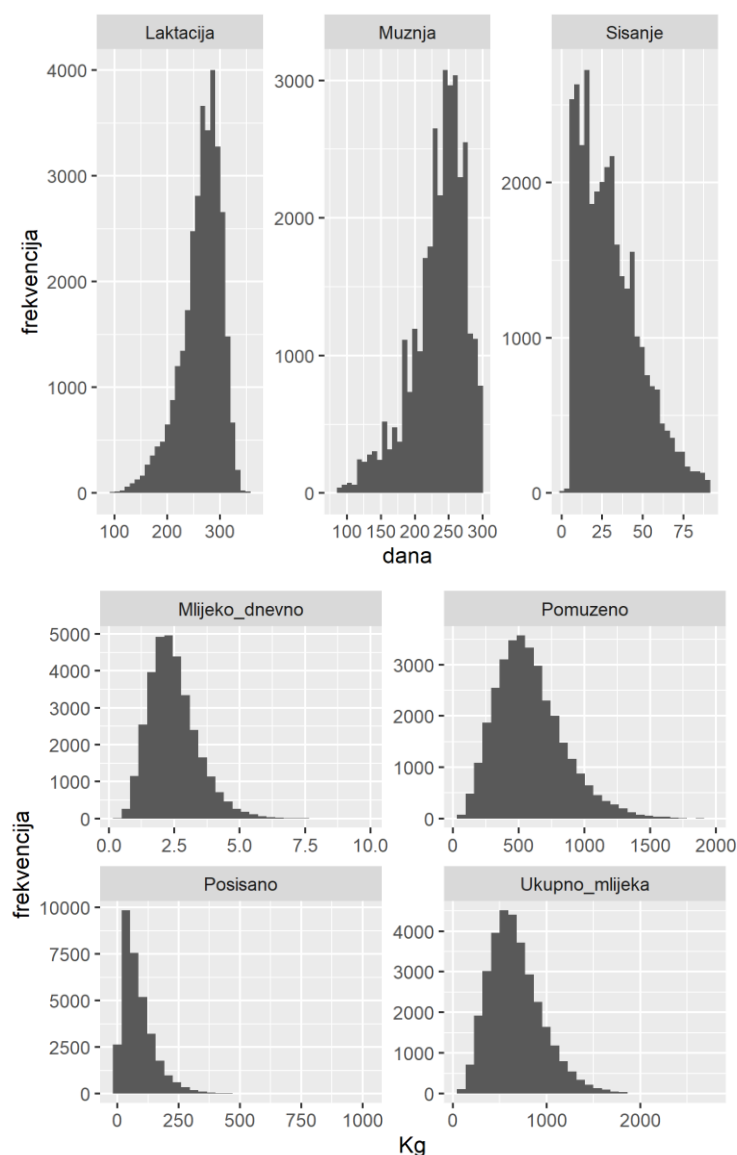
4.1. Pokazatelji mliječnosti uzgojno valjanje populacije koza pasmine alpina u Hrvatskoj

Rezultati deskriptivne statističke analize (tablica 1) ukazuju da je ukupna laktacija u istraživanoj populaciji alpina koza prosječno trajala 265 dana (30 dana sisanja i 235 dana mužnje). U laktaciji je prosječno proizvedeno 671 kg mlijeka (85 kg posisano, a 586 kg pomuzeno). Prosječna dnevna količina proizvedenog mlijeka u razdoblju mužnje bila je 2,5 kg, s 3,4 % mliječne masti, 3 % bjelančevina i 4,2 % laktoze. Koze su pritom prosječno u laktaciji proizvele 20 kg mliječne masti, 18 kg bjelančevina i 25 kg laktoze.

Tablica 1. Mjere centralne tendencije i disperzije podataka istraživanih svojstava uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj (n=32601 laktacija)

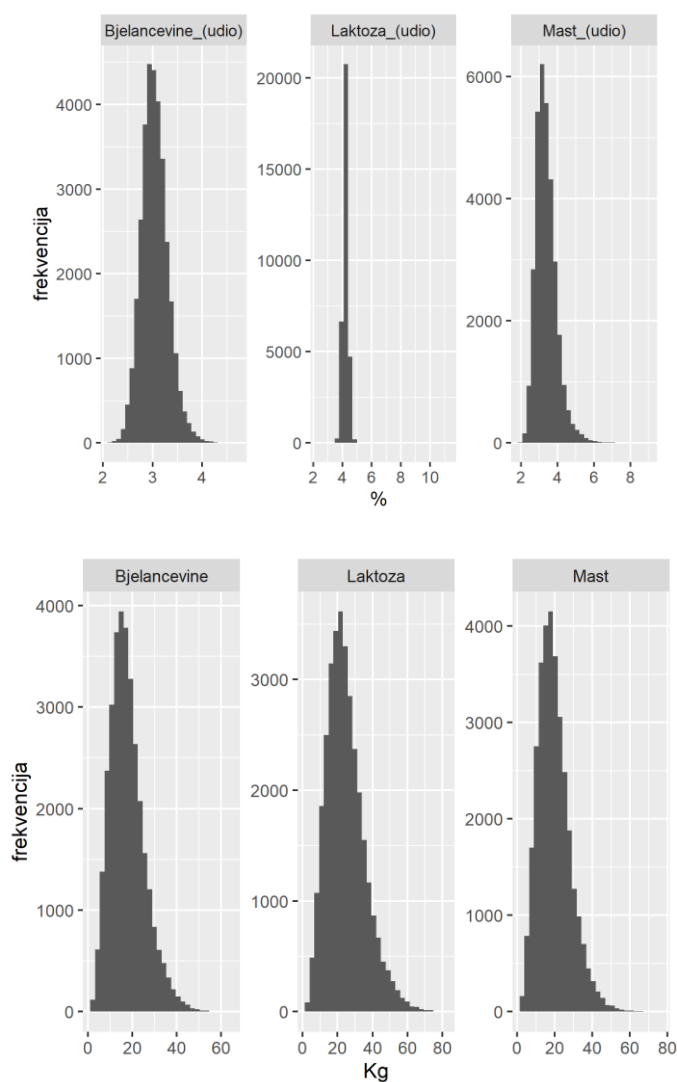
Pokazatelj	Prosjek	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijabilnosti
Sisanje (dana)	29,85	0	90	0,62
Mužnja (dana)	234,65	85	300	0,17
Laktacija (dana)	264,5	90	367	0,15
Količina posisanog mlijeka (kg)	85,2	0	1008,78	0,79
Količina pomuzenog mlijeka (kg)	585,96	59,02	1937,22	0,44
Količina mlijeka u laktaciji (kg)	671,15	100,94	2737,38	0,43
Mlijeko (kg/dan)	2,46	0,41	9,86	0,37
Mliječna mast (%)	3,39	2,01	9,04	0,17
Količina mliječna mliječne masti u laktaciji (kg)	19,6	1,92	75,38	0,44
Mliječna mast (kg/dan)	0,08	0,01	0,57	0,4
Bjelančevine (%)	3,04	2,11	4,69	0,09
Količina bjelančevine u laktaciji (kg)	17,76	1,67	63,88	0,44
Bjelančevine (kg/dan)	0,07	0,01	0,33	0,37
Laktoza (%)	4,21	2,54	11,31	0,04
Količina laktoze u laktaciji (kg)	24,7	2,47	81,38	0,44
Laktoza (kg/dan)	0,1	0,02	0,42	0,38

Disperzija podataka iskazana koeficijentom varijabilnosti (kao relativnom mjerom omogućava kompariranja varijabilnosti varijabli u značajno različitim rasponima vrijednosti kao i onih izraženih u različitim mjernim jedinicama) ukazuje da je najviši stupanj varijabilnosti među analiziranim svojstvima utvrđen za količinu posisanog mlijeka što je izravna posljedica velike varijabilnosti u trajanju razdoblja mužnje između pojedinih stada (uzgajivača). Distribucije frekvencija prikazane na grafikonu 1 ukazuju da je najveći broj koza u istraživanoj populaciji imao laktacije u trajanju od 250 do 300 dana s trajanjem sisanja do 30 dana i trajanjem mužnje od 225 do 275 dana. Najveći broj laktacija je zaključen s proizvodnjom između 650 i 700 kg mlijeka pri čemu je većinom posisano od 70 do 100 kg mlijeka, a pomuzeno između 560 i 600 kg mlijeka s prosječnom dnevnom količinom mlijeka između 2 i 3 kg.



Grafikon 1. Distribucije frekvencija trajanja laktacije (gore) i ostvarenih laktacijskih proizvodnji (dolje) u uzgojno valjanoj populaciji alpina koza u Hrvatskoj

Distribucije udjela sastojaka suhe tvari (grafikon 2) ukazuju da je mlijeko većinom sadržavalo između 2,8 % i 3,2 % mliječnih bjelančevina, 3,2 % i 3,6 % mliječne masti, te od 4,0 % do 4,4 % laktoze, odnosno da je u razdoblju mužnje proizvedeno između 16 i 20 kg mliječnih bjelančevina, 18 i 20 kg mliječne masti, te 22 i 26 kg laktoze. Prikazane distribucije svojstava koje su proučavane u okviru predmetnog istraživanja (količina proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze te udjeli mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku) ukazuju na neznatna odstupanja podataka od normalne distribucije kao temeljnog preduvjeta korištenja parametrijskih testova u inferencijalnoj statističkoj analizi. Uz prikazane distribucije frekvencija, pretpostavke korištenih statističkih modela su dodatno provjerene posebnim testovima u sklopu preliminarnе statističke analize.



Grafikon 2. Distribucije frekvencija udjela bjelančevina, mliječne masti i laktoze u mlijeku (gore) i ostvarene laktacijske proizvodnje bjelančevina, mliječne masti i laktoze u razdoblju mužnje (dolje)

Tablica 2. Pokazatelji trajanja laktacije uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema redosljedju jarenja, veličini legla, sezoni i dobi pri prvom pripustu

Pokazatelj	Razina	Sisanje (dana)		Mužnja (dana)		Laktacija (dana)	
		Prosjek	sd	Prosjek	sd	Prosjek	sd
Redosljied jarenja	1	29,33	19,56	222,90	40,75	252,22	39,51
	2	29,81	18,04	240,24	38,64	270,05	37,07
	3	29,51	17,85	241,55	38,42	271,05	36,55
	4	29,69	17,90	241,13	37,25	270,82	36,21
	5+	31,26	18,96	236,41	37,98	267,67	36,99
Veličina legla	samci	29,33	18,97	231,46	40,41	260,79	39,09
	blizanci	31,44	17,41	244,34	36,07	275,78	34,17
	trojke	32,17	18,51	247,56	33,89	279,73	33,29
Sezona	siječanj	36,20	16,98	255,17	30,77	291,37	27,34
	veljača	28,34	18,26	236,63	34,08	264,97	27,42
	ožujak	23,24	18,65	203,08	38,75	226,32	33,56
Prvi pripust	<12 mjeseci	29,58	18,44	235,50	39,39	265,08	38,26
	>12 mjeseci	32,59	20,30	226,19	42,41	258,78	40,28

sd- standardna devijacija

Tablica 3. Pokazatelji mliječnosti uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema redosljedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi prilikom prvog pripusta

Pokazatelj	Razina	Mlijeko					
		Posisano (kg)		Pomuzeno (kg)		Dnevno (kg)	
		Prosjek	sd	Prosjek	sd	Prosjek	sd
Redosljed jarenja	1	67,11	54,32	453,43	186,88	2,01	0,71
	2	85,28	63,12	608,63	234,36	2,51	0,84
	3	92,85	69,37	658,32	268,83	2,69	0,94
	4	96,66	73,19	672,09	271,27	2,76	0,96
	5+	100,69	77,13	653,86	278,18	2,73	1,01
Veličina legla	samci	81,22	65,98	564,48	252,25	2,40	0,92
	blizanci	96,48	67,72	647,32	258,82	2,62	0,91
	trojke	113,46	82,29	732,10	281,74	2,92	0,97
Sezona	siječanj	110,88	67,24	684,69	265,56	2,66	0,94
	veljača	78,17	63,97	576,88	237,48	2,42	0,88
	ožujak	59,80	58,52	461,71	213,18	2,24	0,90
Prvi pripust	<12 mjeseci	84,61	66,25	589,95	257,76	2,47	0,92
	>12 mjeseci	90,97	74,29	546,47	248,52	2,39	0,94

sd - standardna devijacija

U tablicama 2 i 3 su prikazane vrijednosti deskriptivne statističke analize po pojedinim faktorskim varijablama korištenim u statističkom modelu u okviru inferencijalne statističke analize, uz napomenu da je dob koza pri prvom pripustu samo za ovu stimulaciju faktorizirana u dvije razine (granica na dob od 12 mjeseci) radi intuitivnijih rezultata. U inferencijalnoj analizi, dob je uklopljena u model kao kontinuirana numerička varijabla. Vrijednosti iz tablice 2 upućuju na produljenje laktacije s povećanjem dobi koza do trećeg jarenja nakon čega slijedi postupni pad, a vrlo sličan trend (tablica 3) je zamijećen i kod količine proizvedenog mlijeka (uz povećanje do četvrtog jarenja). Brojnija legla popraćena su duljom laktacijom i većom količinom proizvedenoga mlijeka kako u razdoblju sisanja, tako i u razdoblju mužnje. Odmakom jarenja od početka godine od siječnja prema ožujku, utvrđena je kraća laktacija i smanjenje količine proizvedenog mlijeka. U koza pripuštenih u prvoj godini života utvrđeno je prosječno kraće razdoblje sisanja i dulje razdoblje mužnje te

veća količina pomuzenog mlijeka i veća prosječna dnevna količina mlijeka u razdoblju mužnje (računajući preko svih laktacija).

U tablici 4 su prikazane utvrđene vrijednosti udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku između pojedinih razina analiziranih faktorskih varijabli (redosljeda jarenja, veličine legla, sezone i dobi prvog pripusta). Utvrđena je pravilnost promjena, a njen smjer, unatoč tome što su razlike bile male, je obrnut promjenama opisanim za količinu proizvedenog mlijeka. Količine proizvedene mliječne masti, bjelančevina i laktoze u laktaciji imaju istovjetan smjer promjena kao i količina proizvedenog mlijeka (tablica 5). Rezultati ove deskriptivne statističke analize upućuju na smjer i intenzitet učinaka tih čimbenika na istraživane fenotipske vrijednosti i pokazatelj su važnosti njihova uključivanja u modele korištene u finalnoj inferencijalnoj statističkoj analizi. Statistička značajnost ovih čimbenika i još nekih ovdje neprikazanih (stado, početka mužnje, završetak mužnje), a koji su uključeni u statističke modele za analizu pojedinih svojstava su najprije testirani u sklopu višesmjerne ANCOVA analize, a potom su uklopljeni u mješovite statističke modele gdje je njihova razina statističke značajnosti i opravdanosti uključivanja u modele dodatno testirana takozvanim testom omjera vjerojatnosti različitih modela (engl. *log likelihood test*). Taj test se obično koristi za odlučivanje treba li neki fiksni ili slučajni učinak zadržati u modelu temeljem procjene te poboljšava li taj učinak prikladnost modela za određeni set podataka dok sve druge parametre modela održava konstantnima.

Tablica 4. Pokazatelji kemijskog sastava mlijeka uzgojno valjanih alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi pri prvom pripustu

Pokazatelj	Razina	Kemijski sastojak mlijeka					
		Mliječna mast (%)		Bjelančevine (%)		Laktoza (%)	
		Prosjek	sd	Prosjek	sd	Prosjek	sd
Redoslijed jarenja	1	3,45	0,59	3,09	0,27	4,23	0,19
	2	3,40	0,59	3,05	0,27	4,20	0,17
	3	3,36	0,58	3,02	0,27	4,20	0,19
	4	3,34	0,56	3,01	0,26	4,20	0,17
	5+	3,34	0,61	3,00	0,27	4,22	0,17
Veličina legla	samci	3,41	0,61	3,04	0,27	4,22	0,18
	blizanci	3,31	0,52	3,04	0,27	4,20	0,17
	trojke	3,25	0,48	3,03	0,26	4,18	0,17
Sezona	siječanj	3,32	0,52	3,05	0,26	4,22	0,17
	veljača	3,42	0,61	3,03	0,27	4,21	0,17
	ožujak	3,44	0,63	3,05	0,29	4,21	0,20
Prvi pripust	<12 mjeseci	3,38	0,59	3,04	0,27	4,22	0,18
	>12 mjeseci	3,43	0,61	3,04	0,29	4,21	0,18

sd - standardna devijacija

Tablica 5. Pokazatelji proizvedene mliječne masti, bjelančevina i laktoze alpina koza klasificirani prema redosljedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi prilikom prvog pripusta

Pokazatelj	Razina	Mliječna mast (kg)		Bjelančevnie (kg)		Laktoza (kg)	
		Prosjek	sd	Prosjek	sd	Prosjek	sd
Redosljed jarenja	1	15,51	6,71	13,97	5,86	19,18	7,94
	2	20,47	8,16	18,53	7,28	25,61	9,96
	3	21,83	9,00	19,87	8,23	27,68	11,41
	4	22,16	8,96	20,16	8,20	28,28	11,52
	5+	21,57	9,30	19,55	8,34	27,63	11,85
Veličina legla	samci	19,02	8,62	17,12	7,68	23,82	10,72
	blizanci	21,23	8,53	19,58	7,84	27,22	10,95
	trojke	23,69	9,48	22,14	8,57	30,62	11,83
Sezona	siječanj	22,39	8,55	20,80	8,06	28,91	11,28
	veljača	19,57	8,51	17,42	7,22	24,29	10,05
	ožujak	15,75	7,56	14,02	6,47	19,45	9,04
Prvi pripust	<12 mjeseci	19,69	8,61	17,88	7,82	24,88	10,93
	>12 mjeseci	18,72	9,26	16,59	7,74	23,00	10,51

sd - standardna devijacija

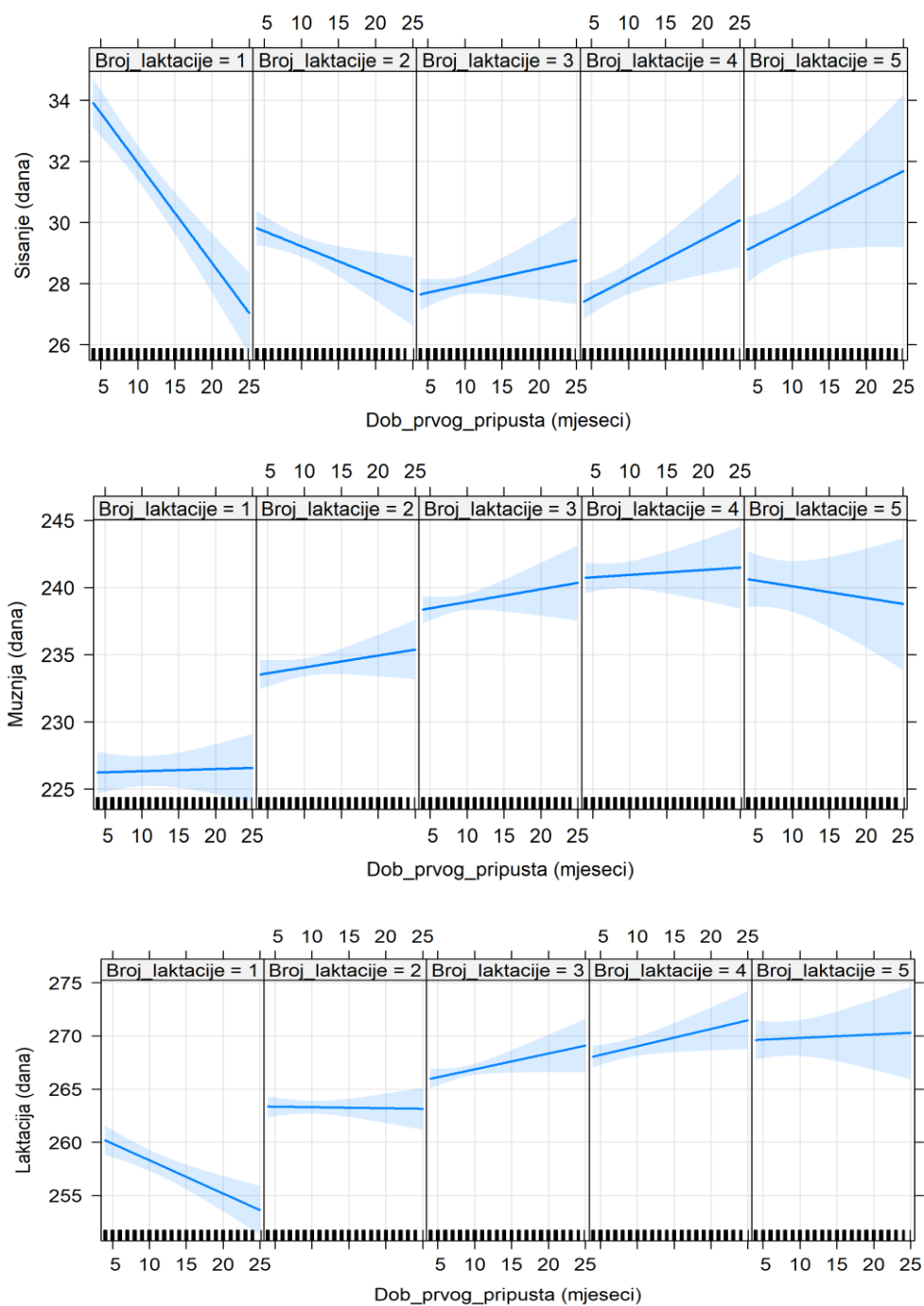
4.1.1. Utjecaj dobi koza pri prvom pripustu na trajanje razdoblja sisanja, mužnje i ukupne laktacije koza

Procijenjeni parametri linearne regresije (β_0 i β_1) trajanja sisanja, mužnje i ukupne laktacije na dob prvog pripusta unutar pojedine laktacije (dobiveni korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima) prikazani su u tablici 6. Interpretacija intercepta (β_0) u kontekstu te analize nema smisleno značenje jer predstavlja očekivanu vrijednost promatranog svojstva za $X=0$, odnosno kada je dob pri prvom pripustu jednaka 0 mjeseci, što je nemoguće u realnim uvjetima, ali je taj pokazatelj neophodan za procjenu očekivane vrijednosti svojstva u domeni mogućih vrijednosti dobi prvog pripusta. Procijenjeni nagibi regresijskih pravaca (β_1) upućuju na očekivanu promjenu promatranog svojstva (sisanje, mužnja i ukupna laktacija) sa svakim dodatnim mjesecom dobi koza pri prvom pripustu. Vidljivo je kako β_1 ima različitu vrijednost, ali i različiti predznak kod promatranih svojstava ovisno o redosljedu laktacije, što upućuje na zaključak da dob prvog pripusta ima različite učinke na trajanje laktacije u pojedinim stadijima proizvodnog života mliječnih koza. Prikazani regresijski pravci su procijenjeni mješovitim statističkim modelom u kojeg su uključeni svi dostupni izvori fenotipske varijabilnosti.

Tablica 6. Procijenjeni parametri linearne regresije trajanja sisanja, mužnje i ukupne laktacije na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije

Redosljed laktacije	Parametar	Sisanje (dana)	Mužnja (dana)	Laktacija (dana)
Laktacija 1	β_0	35,23	226,16	261,45
	β_1	-0,33 (NS)	0,02 (NS)	-0,31 (NS)
Laktacija 2	β_0	30,21	233,17	263,38
	β_1	-0,10 (NS)	0,09 (NS)	-0,01 (NS)
Laktacija 3	β_0	27,44	237,97	265,37
	β_1	0,05 (NS)	0,09 (NS)	0,15 (NS)
Laktacija 4	β_0	26,91	240,57	267,40
	β_1	0,13 (NS)	0,04 (NS)	0,16 (NS)
Laktacija 5	β_0	28,63	240,96	269,48
	β_1	0,12 (NS)	-0,09 (NS)	0,03 (NS)

NS – nije signifikantno



Grafikon 3. Procijenjeni pravci linearne regresije trajanja razdoblja sisanja, mužnje i ukupne laktacije na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima

Rezultati prikazani na grafikonu 3 ukazuju na očekivani smjer i intenzitet promjena trajanja pojedinih laktacijskih razdoblja s promjenom dobi prvog pripusta uvažavajući pritom ostale važne izvore varijabilnosti istraživanih svojstava. Utvrđeno je da se razdoblje sisanja u prve dvije laktacije skraćuje s prolongiranjem prvog pripusta, a nakon toga se produljuje u svim slijedećim laktacijama. S druge strane, trajanje razdoblja mužnje se s prolongiranjem prvog pripusta produljuje u prve četiri laktacije, a nakon toga se skraćuje u narednim laktacijama. Promjena trajanja ukupne laktacije posljedica je prethodno opisanih promjena trajanja razdoblja sisanja i razdoblja mužnje. Zbog činjenice da su promjene u razdoblju sisanja bile izraženije od onih u razdoblju mužnje, trend promjena trajanja ukupne laktacije je prema utvrđenom smjeru promjena sličan prethodno opisanom trendu za razdoblje sisanja. Iako trajanje sisanja i razdoblje mužnje nisu središte ovog istraživanja, nipošto se ne smije zanemariti činjenica da njihovo trajanje ima izravan učinak na količinu i kemijski sastav pomuzenog mlijeka u laktaciji. Budući se proizvodnja mlijeka i njegov kemijski sastav mijenjaju ovisno o stadiju laktacije, informacijom o trajanju razdoblja sisanja se stvara podatkovna osnova za korekciju fenotipskih vrijednosti na vrijeme početka mužnje, a informacijom o trajanju mužnje na vrijeme završetka mužnje (korekcija korištenjem odgovarajućeg statističkog modela).

4.1.2. Utjecaj dobi koza pri prvom pripustu na proizvodnju mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze

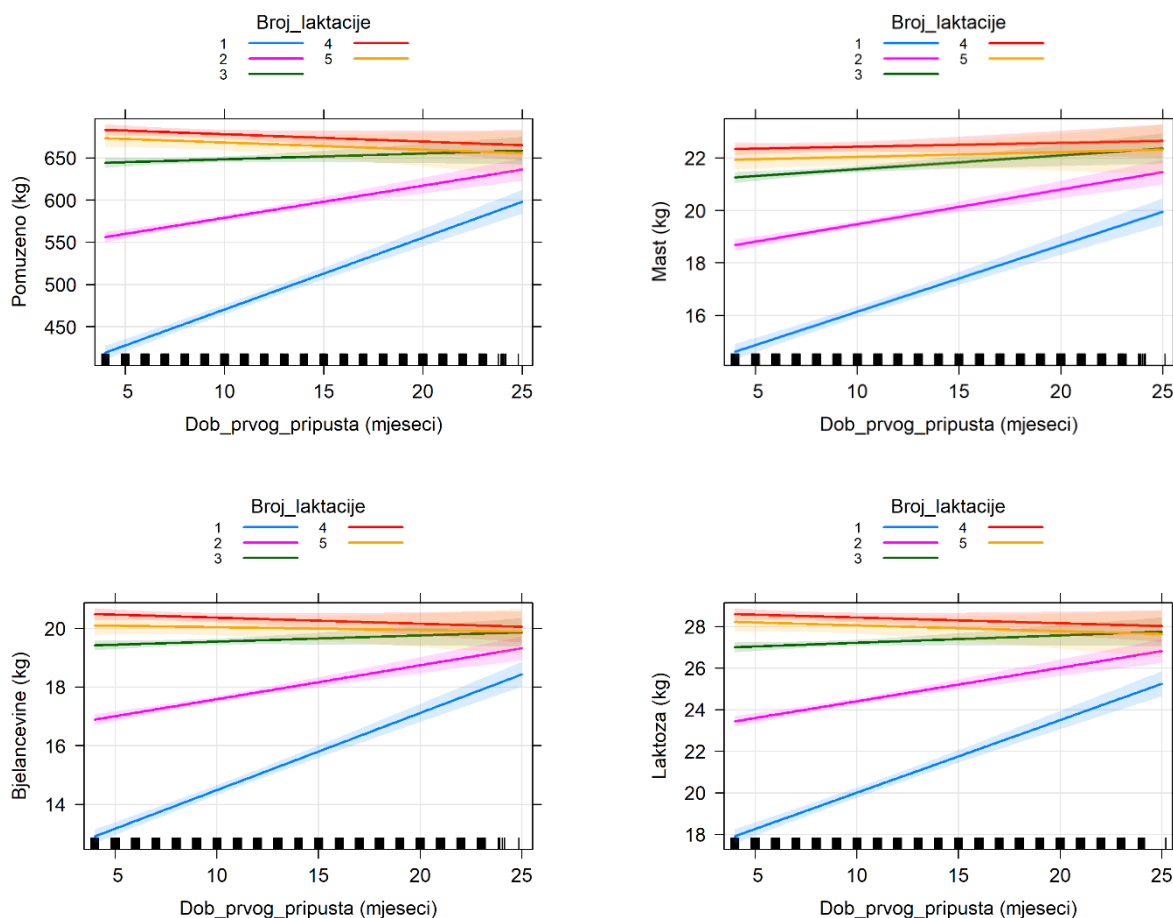
Procijenjeni parametri linearne regresije (β_0 i β_1) količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob koza pri prvom pripustu unutar pojedine laktacije prikazani su u tablici 7, a pripadajući regresijski pravci na grafikonu 4. Najveći utjecaj dobi prvog pripusta na istraživana svojstva mliječnosti je utvrđen u koza u prvoj laktaciji gdje su procijenjeni nagibi regresijskog pravca za količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze bili 8,51, 0,25, 0,26 i 0,35 kg. Navedeni rezultati ukazuju da se odgodom prvog pripusta za 10 mjeseci očekuje oko 85 kg mlijeka više u prvoj laktaciji, a posljedično tome i dodatnih 2,5 kg mliječne masti, 2,6 kg bjelančevina i 3,5 kg laktoze. Utjecaj dobi prvog pripusta na količinu proizvedenog mlijeka slabi s ukupnom dobi koza i mijenja smjer u kasnijim laktacijama.

Tablica 7. Procijenjeni parametri linearne regresije količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije

Redoslijed laktacije	Parametar	Mlijeko (kg)	Mliječna mast (kg)	Bjelančevine (kg)	Laktoza (kg)
Laktacija 1	β_0	385,25	13,59	11,86	16,51
	β_1	8,51 ***	0,25 (NS)	0,26*	0,35 (NS)
Laktacija 2	β_0	540,89	18,14	16,43	22,79
	β_1	3,81 ***	0,13 (NS)	0,12 (NS)	0,16 (NS)
Laktacija 3	β_0	641,30	21,04	19,33	26,86
	β_1	0,68 (NS)	0,05 (NS)	0,02 (NS)	0,04 (NS)
Laktacija 4	β_0	686,50	22,27	20,57	28,70
	β_1	-0,87 (NS)	0,01 (NS)	-0,02 (NS)	-0,03 (NS)
Laktacija 5	β_0	676,47	21,85	20,13	28,33
	β_1	-0,85 (NS)	0,02 (NS)	-0,01 (NS)	-0,03 (NS)

*** P<0,001; NS – nije signifikantno

Simultanim promatranjem promjena kod različitih svojstava vidljivo je kako promjene ukupne količine proizvedenih bjelančevina i laktoze vjerodostojno prate promjene količine proizvedenog mlijeka, dok se količina proizvedene mliječne masti povećava s odmakom dobi prvog pripusta čak i u kasnijim laktacijama. Zbog prevalencije koza koje su prvi pripust imale unutar prve godine života, interval pouzdanosti svih regresijskih pravaca se širi s odmakom dobi prvog pripusta unutar svake razmatrane klase rednog broja laktacije. Uočljivo je da procijenjeni trendovi količine pomuzenog mlijeka imaju visoku sličnost s trendovima trajanja mužnje. Premda je teško komparirati te trendove obzirom da su izraženi u različitim mjernim jedinicama, ipak se može zamijetiti da je porast količine proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji s povećanom dobi pri prvom pripustu izraženiji u odnosu na povećanje duljine razdoblja mužnje. Uočene promjene upućivale su na veću dnevnu količinu proizvedenog mlijeka u koza pripuštenih kasnije, u odnosu na one koje su pripuštene ranije, a ta pretpostavka je potvrđena i dodatnom statističkom analizom. Naime, uvažavajući činjenicu da trajanje razdoblja sisanja i razdoblja mužnje imaju značajan učinak na količinu pomuzenog mlijeka i komponente suhe tvari mlijeka, a što je i potvrđeno u okviru preliminarnе statističke analize na ovom setu podataka, provedena je dodatna statistička analiza utjecaja dobi prvog pripusta na prosječne dnevne količine mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze.



Grafikon 4. Procijenjeni pravci linearne regresije količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelancevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima

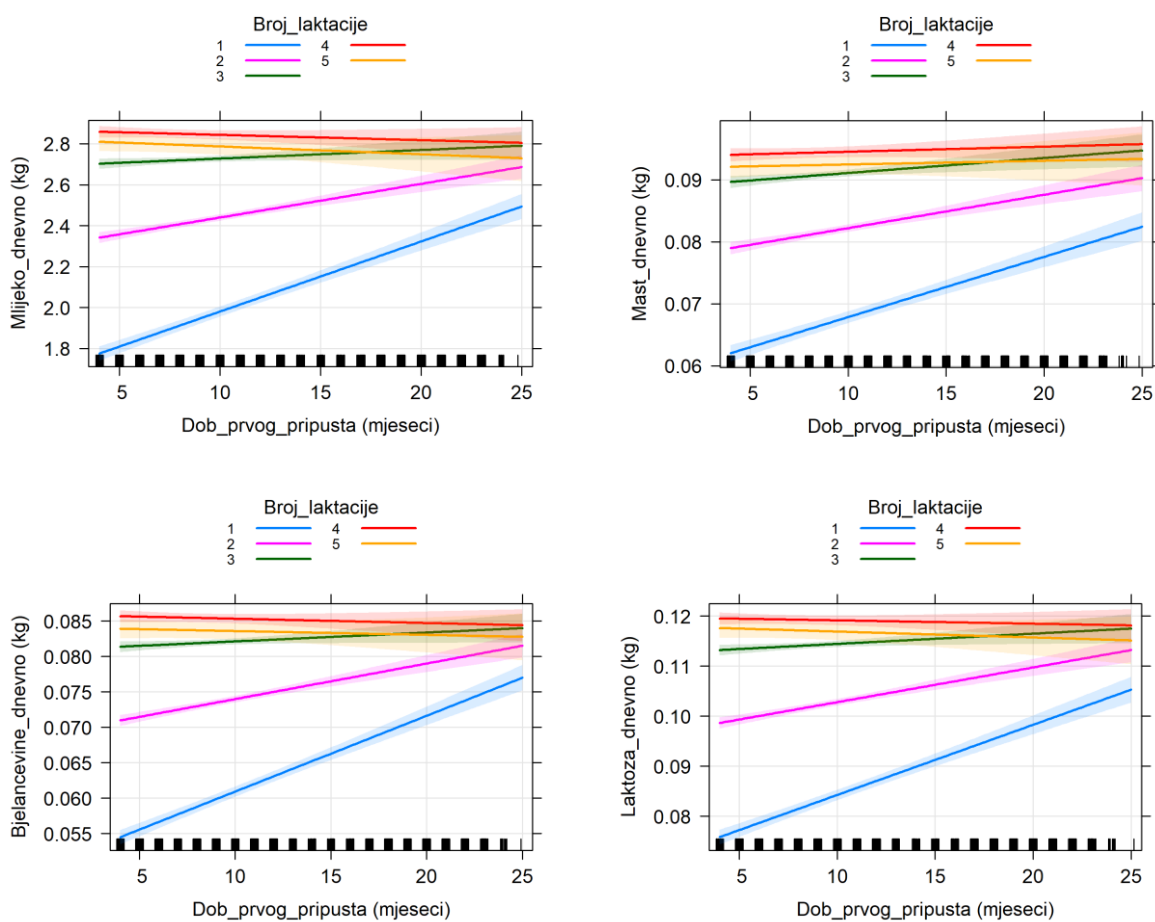
Procijenjeni parametri linearne regresije prosječne dnevne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelancevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije prikazani su u tablici 8, a njihovo je tumačenje istovjetno prethodno opisanom za ukupne laktacijske pokazatelje. Obzirom da je i kod analize ukupnih laktacijskih količina proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelancevina i laktoze korištena korekcija procijenjenih vrijednosti na razdoblje sisanja i trajanje mužnje uz pomoć statističkog modela, procijenjeni trendovi na temelju prosječnih dnevnih vrijednosti (grafikon 5) su gotovo istovjetni onima prethodno opisanima za ukupne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelancevina i laktoze. Tako je najveći utjecaj dobi prvog pripusta na istraživana svojstva mliječnosti utvrđen u prvoj laktaciji gdje su procijenjeni nagibi regresijskog pravca za količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelancevina i laktoze bili redom 0,0342, 0,0010, 0,0005 i 0,0014 kg/dan. Te procjene ukazuju da se odgodom dobi koza pri prvom pripustu za 10 mjeseci u prvoj laktaciji može očekivat dnevno prosječno

300 g mlijeka više po jednoj kozi, a posljedično tome i dodatnih 10 g mliječne masti, 5 g bjelančevina i 14 g laktoze. Kako bi se izbjeglo dvostruko tumačenje tih međusobno povezanih varijabli (svojstava), zbog lakšeg razumijevanja, u raspravi je napravljen komentar samo na ukupne laktacijske pokazatelje obzirom da intuitivnije opisuju očekivane doprinose različite dobi prvog pripusta na proizvodne pokazatelje koza u pojedinim laktacijama. Pored utjecaja same dobi prvog pripusta na svojstva mliječnosti koza unutar rednog broja laktacije, grafikoni 4 i 5 također jasno otkrivaju i pravilnost utjecaja samog rednog broja laktacije (povećanje vrijednosti svih svojstava od 1. do 4. laktacije) na istraživana svojstva mliječnosti.

Tablica 8. Procijenjeni parametri linearne regresije dnevne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob prvog pripusta unutar rednog broja laktacije

Redoslijed laktacije	Parametar	Mlijeko (kg/dan)	Mliječna mast (kg/dan)	Bjelančevine (kg/dan)	Laktoza (kg/dan)
Laktacija 1	β_0	1,6384	0,0581	0,0690	0,0702
	β_1	0,0342 (NS)	0,0010 (NS)	0,0005 (NS)	0,0014 (NS)
Laktacija 2	β_0	2,2757	0,0768	0,0809	0,0959
	β_1	0,0165 (NS)	0,0005 (NS)	0,0001 (NS)	0,0007 (NS)
Laktacija 3	β_0	2,6858	0,0887	0,0809	0,1124
	β_1	0,0042 (NS)	0,0002 (NS)	0,0000 (NS)	0,0002 (NS)
Laktacija 4	β_0	2,8689	0,0937	0,0859	0,1198
	β_1	-0,0026 (NS)	0,0001 (NS)	-0,0001 (NS)	-0,0001 (NS)
Laktacija 5	β_0	2,8249	0,0919	0,0841	0,1181
	β_1	-0,0038 (NS)	0,0001 (NS)	-0,0001 (NS)	-0,0001 (NS)

NS – nije signifikantno



Grafikon 5. Procijenjeni pravci linearne regresije dnevne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima

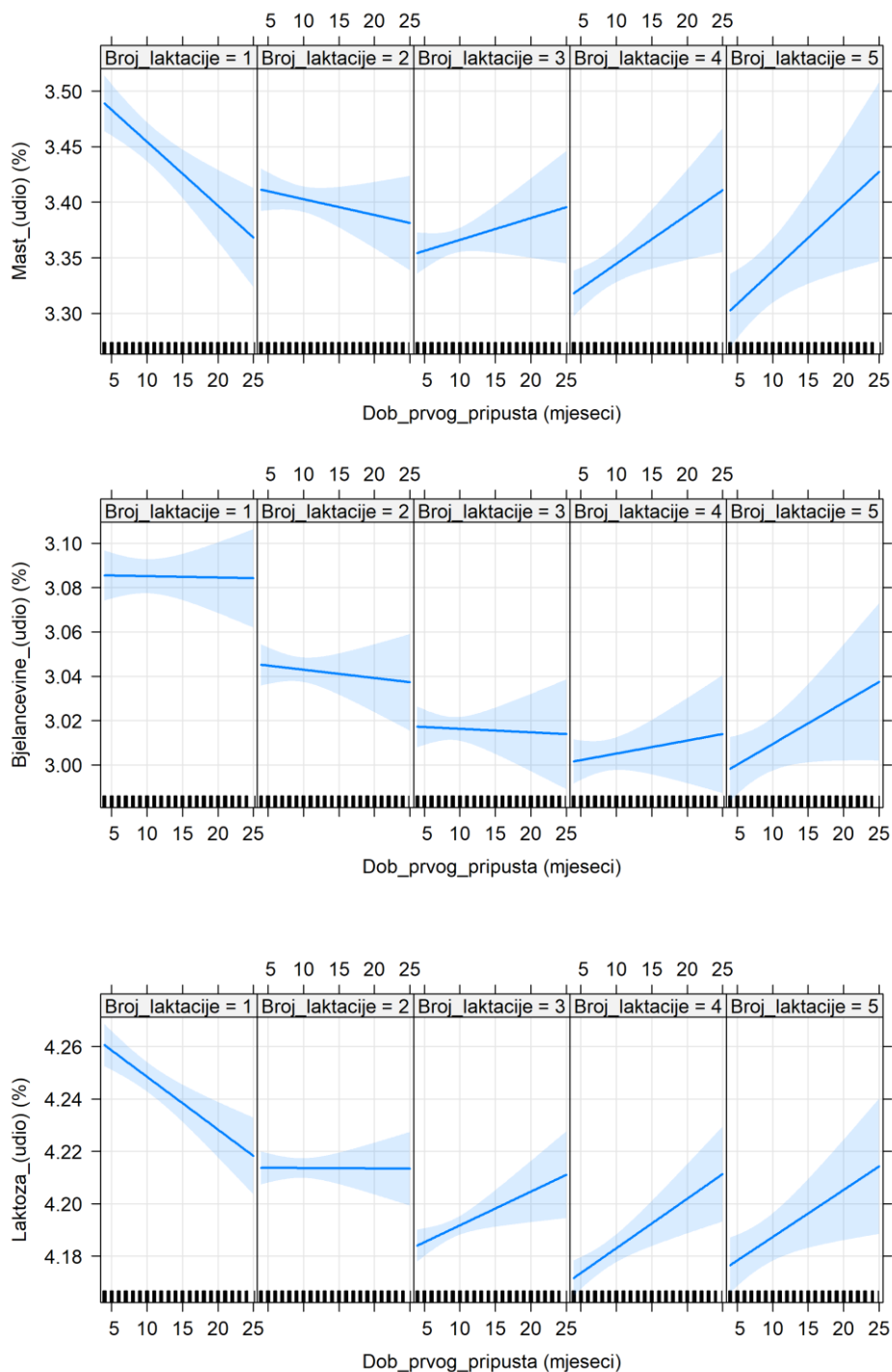
4.1.3. Utjecaj dobi koza pri prvom pripustu na osnovni kemijski sastav mlijeka

Rezultati prikazani u tablici 9 i na grafikonu 6 ukazuju na očekivani smjer i intenzitet promjena udjela sastojaka suhe tvari (mliječne masti, bjelančevina i laktoze) s promjenom dobi prvog pripusta. Utvrđeno je da se s odgodom prvog pripusta udio mliječne masti u prve dvije laktacije smanjuje, a nakon toga se povećava u narednim laktacijama; udio bjelančevina neznatno se smanjuje u prve tri laktacije, a potom se povećava; dok se udio laktoze smanjuje u prvoj laktaciji, u drugoj stagnira, a zatim se povećava u svim narednim laktacijama. Promatrajući simultano prikazane rezultate koji se odnose na utjecaj dobi prvog pripusta na sastojke suhe tvari mlijeka, uočljiv je obrazac promjena koji je zamijećen i kod količina proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze, a to je da se nepovoljan učinak ranijeg pripusta odražava samo u ranoj fazi cjeloživotnog produktivnog razdoblja koza u ovoj populaciji, dok u kasnijim životnim stadijima (laktacijama) ta skupina koza proizvodi više mlijeka, mliječne masti i bjelančevina, kompenzirajući tako gubitke u ranijim laktacijama. Kako bi kvantificirali te parcijalne učinke dobi prvog pripusta na pokazatelje mliječnosti u cijelom životu koza u intenzivnim sustavima proizvodnje mlijeka, i kako bi dobili odgovor na pitanje što raniji pripust znači za dugovječnost i cjeloživotnu proizvodnju koza, provedena je i dodatna analiza utjecaja dobi prvog pripusta na cjeloživotnu proizvodnju mlijeka i jaradi, a rezultati te analize su prikazani u odlomku 4.3. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje koza.

Tablica 9. Procijenjeni parametri linearne regresije udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije

	Parametar	Mliječna mast (%)	Bjelančevine (%)	Laktoza (%)
Laktacija 1	β_0	3,5120	3,0860	4,2686
	β_1	-0,0057 ***	-0,0001 (NS)	-0,0020 (NS)
Laktacija 2	β_0	3,4170	3,0467	4,2137
	β_1	-0,0014 (NS)	-0,0004 (NS)	0,0000 (NS)
Laktacija 3	β_0	3,3465	3,0178	4,1789
	β_1	0,0020 ***	-0,0002 (NS)	0,0013 (NS)
Laktacija 4	β_0	3,3005	2,9992	4,1641
	β_1	0,0044 ***	0,0006 (NS)	0,0019 (NS)
Laktacija 5	β_0	3,2789	2,9908	4,1694
	β_1	0,0059 ***	0,0019 (NS)	0,0018 (NS)

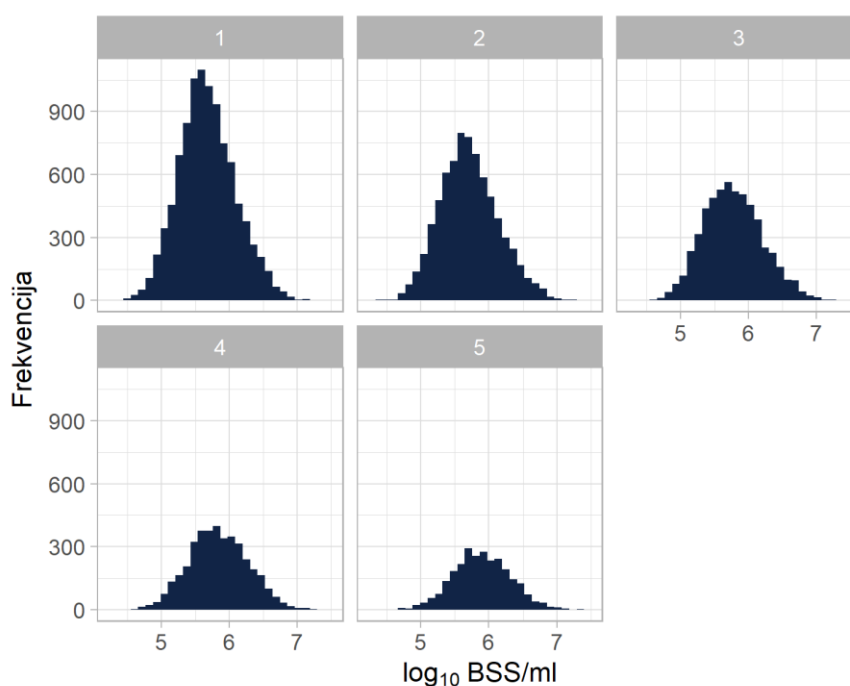
*** P<0,001; NS – nije signifikantno



Grafikon 6. Procijenjeni pravci linearne regresije udjela mliječne masti, bjelancevina i laktoze u mlijeku na dob pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima

4.1.4. Utjecaj dobi prvog pripusta na broj somatskih stanica u mlijeku

Radi poprimanja obilježja normale distribucije, utvrđeni BSS u ovoj populaciji je transformiran logaritmiranjem po bazi 10, a inferencijalna statistička analiza je provedena na logaritmiranim vrijednostima BSS. Distribucija broja logaritmiranih vrijednosti broja somatskih stanica u mililitru mlijeka ($\log_{10}\text{BSS/mL}$) po rednom broju laktacije prikazana je na grafikonu 7 iz kojeg je vidljivo da podaci slijede normalnu distribuciju što je osnovni preduvjet za provedbu parametrijskih statističkih testova, te da je kod najvećeg broja laktacija istraživanih koza (neovisno o rednom broju laktacije) $\log_{10}\text{BSS/mL}$ bio u rasponu od 5,5 do 6,0 s utvrđenim prosjekom 5,75. Anti logaritmiranjem dobivenog prosjeka ($\log_{10}\text{BSS/mL}$) utvrđeno je prosječno 558 000 BSS što je vrlo blizu medijanu utvrđenom na stvarnom BSS u ovoj populaciji koji je iznosio 513 000. Utvrđene prosječne vrijednosti $\log_{10}\text{BSS/mL}$ koje su od prve do pete laktacije redom iznosile 5,67; 5,71; 5,77; 5,84 i 5,89 upućuju na neznatno, ali konzistentno povećanje BSS s rednim brojem jarenja odnosno rednim brojem laktacije (tablica 10). Iz iste tablice je također razvidno kako se $\log_{10}\text{BSS/mL}$ povećava s dobi prvog pripusta unutar svakog pojedinog rednog broja laktacije.



Grafikon 7. Distribucija frekvencija logaritmiranih vrijednosti broja somatskih stanica BSS u mililitru mlijeka ($\log_{10}\text{BSS/mL}$) prema rednom broju laktacije

Tablica 10. Prosječne vrijednosti logaritmiranog broja somatskih stanica (BSS) u mililitru mlijeka (\log_{10} BSS/mL) prema rednom broju laktacije i dobi prvog pripusta

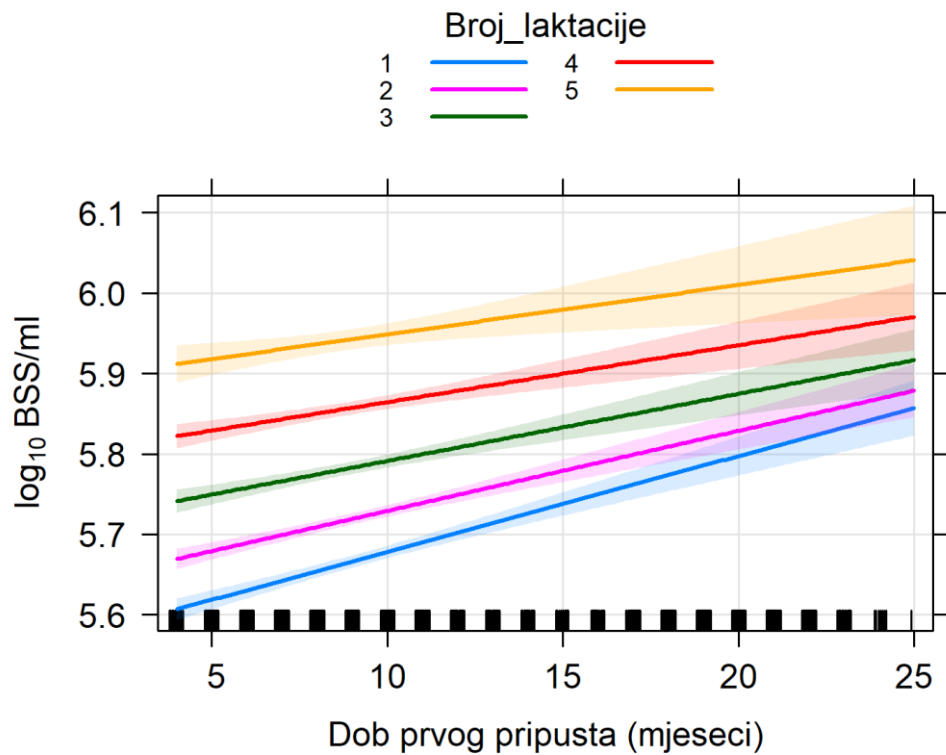
Redni broj laktacije	Prvi pripust (mjeseci starosti)	Prosjek (\log_{10} BSS/mL)	sd (\log_{10} BSS/mL)	Prosjek (\log_{10} BSS/mL)	sd (\log_{10} BSS/mL)
1	<= 12	5,66	0,41	5,68	0,41
	> 12	5,81	0,42		
2	<= 12	5,70	0,42	5,71	0,43
	> 12	5,83	0,44		
3	<= 12	5,76	0,43	5,78	0,43
	> 12	5,91	0,44		
4	<= 12	5,83	0,43	5,84	0,43
	> 12	5,94	0,45		
5	<= 12	5,81	0,41	5,90	0,42
	> 12	6,02	0,48		

sd - standardna devijacija

Regresijom \log_{10} BSS/mL na dob koza pri prvom pripustu procijenjeni su parametri linearne regresije (β_0 i β_1) koji su prikazani u tablici 11, dok je grafička vizualizacija dobivenih rezultata provedene regresijske analize prikazana na grafikonu 8. Promatrajući tabelarni i grafički prikaz rezultata, vidljivo je povećanje broja somatskih stanica s porastom dobi prvog pripusta u svakoj analiziranoj laktaciji. Procijenjeni nagibi regresije \log_{10} BSS/mL na dob koza pri prvom pripustu izraženu u mjesecima bili su redom 0,012; 0,009; 0,008; 0,007 i 0,006. Na osnovi dobivenih regresijskih parametara (β_0 i β_1) procijenjene su očekivane vrijednosti \log_{10} BSS/mL u razmaku od 10 mjeseci unutar svake laktacije, a razlikom njihovih antilogaritmiranih vrijednosti utvrđeno je da se prolongiranjem dobi prvog pripusta za 10 mjeseci očekuje rast BSS za otprilike 100 000.

Tablica 11. Procijenjeni parametri linearne regresije \log_{10} BSS/mL na dob koza pri prvom pripustu

	Parametar		Promjena BSS za 10 mjeseci razlike u dobi prvog pripusta unutar laktacije
Laktacija 1	β_0	5,559	$10^{(\beta_0 + \beta_1 * 10)} - 10^{\beta_0} = 115\ 286$
	β_1	0,012	
Laktacija 2	β_0	5,629	$10^{(\beta_0 + \beta_1 * 10)} - 10^{\beta_0} = 98\ 002$
	β_1	0,009	
Laktacija 3	β_0	5,707	$10^{(\beta_0 + \beta_1 * 10)} - 10^{\beta_0} = 103\ 019$
	β_1	0,008	
Laktacija 4	β_0	5,793	$10^{(\beta_0 + \beta_1 * 10)} - 10^{\beta_0} = 108\ 588$
	β_1	0,007	
Laktacija 5+	β_0	5,887	$10^{(\beta_0 + \beta_1 * 10)} - 10^{\beta_0} = 114\ 212$
	β_1	0,006	



Grafikon 8. Regresija logaritmiranih vrijednosti broja somatskih stanica BSS u mililitru mlijeka ($\log_{10}BSS/mL$) na dob prilikom pripusta prema rednom broju laktacije

4.2. Pokazatelji plodnosti alpina koza i prenatalnog rasta jaradi

U tablici 12 su prikazane mjere centralne tendencije i disperzije određenih pokazatelja plodnosti i prenatalnog rasta jaradi istraživanih alpina koza. Dob prvog pripusta, koja je ujedno i središte istraživanja, u ovoj je populaciji prosječno 9 mjeseci. Prosječna veličina legla, koja je u okviru inferencijalne statističke analize u jednom dijelu istraživanja promatrana kao svojstvo (zavisna varijabla), a u ostalom dijelu istraživanja kao pokazatelj (nezavisna varijabla) u statističkim modelima za analizu svojstava mliječnosti i porodne mase jaradi, bila je 1,26 jaradi. Tu valja napomenuti da su u ovoj populaciji pojedine koze ojarile i više od troje jaradi, ali su takva legla zbog male zastupljenosti promatrana kao legla trojki (kategorija 3⁺). Pojedinačna porodna masa jaradi je bila u rasponu od 1,5 kg do 6 kg, uz utvrđeni prosjek od 3,22 kg, dok je prosječna masa legla varirala od 1,5 kg do 16,5 kg, uz utvrđeni prosjek od 4,12 kg.

Tablica 12. Osnovni pokazatelji plodnosti i prenatalnog rasta jaradi alpina koza (n=32601)

Pokazatelj	Prosjek	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijabilnosti
Dob prvog pripusta (mjeseci)	9	4	25	0,25
Veličina legla	1,26	1	3	0,37
Porodna masa jaradi (kg)	3,22	1,5	6	0,16
Masa legla (kg)	4,12	1,5	16,5	0,41

Iz tablice 13 je vidljivo da reprodukcijski pokazatelji u ovoj populaciji slijede sličan obrazac promjena utvrđenih za svojstava mliječnosti, odnosno da se s redosljedom jarenja u pravilu povećavaju veličina legla, porodna masa jaradi i masa legla. Veličina legla je negativno povezana s individualnom porodnom masom jaradi, dok s druge strane, a što je i logično, pridonosi većoj ukupnoj masi legla. Pomakom razdoblja jarenja od početka godine (gledajući od siječnja prema ožujku), smanjuju se i veličina legla i porodna masa (individualna i skupna). Koze pripuštene u prvoj godini prosječno imaju brojnija legla i posljedično tome veću masu legla unatoč neznatno nižoj utvrđenoj individualnoj masi jaradi. Ipak, ovdje je riječ o zanemarivim razlikama koje ne upućuju na značajan učinak tog čimbenika na promatrana svojstva. Obzirom da ovo istraživanje ne slijedi tipični eksperimentalni dizajn već je riječ o „*post-hoc*“ analizi koja se temelji na takozvanim „field“ podacima, rezultati ove deskriptivne statističke analize su samo okvirni pokazatelj onog što se može očekivati nakon što se u analizu istovremeno uključe svi dostupni izvori fenotipske varijabilnosti korištenjem prikladnih statističkih modela.

Tablica 13. Pokazatelji plodnosti i prenatalnog rasta alpina jaradi klasificirani prema redoslijedu jarenja, veličini legla, sezoni i dobi pri prvom pripustu

Pokazatelj	Razina	Veličina legla		Porodna masa(kg)		Masa legla (kg)	
		Prosjek	sd	Prosjek	sd	Prosjek	sd
Redoslijed jarenja	1	1,10	0,31	3,17	0,50	3,51	1,14
	2	1,30	0,48	3,26	0,54	4,27	1,73
	3	1,36	0,52	3,24	0,50	4,46	1,83
	4	1,37	0,54	3,24	0,48	4,53	1,92
	5+	1,31	0,52	3,24	0,49	4,30	1,84
Veličina legla	samci	-	-	3,23	0,52	3,23	0,52
	blizanci	-	-	3,22	0,48	6,45	0,96
	trojke	-	-	3,15	0,44	9,64	1,56
Sezona	siječanj	1,36	0,53	3,30	0,54	4,49	1,86
	veljača	1,25	0,46	3,19	0,49	4,05	1,63
	ožujak	1,13	0,36	3,15	0,47	3,63	1,33
Prvi pripust	<12 mjeseci	1,26	0,47	3,22	0,50	4,12	1,70
	>12 mjeseci	1,22	0,44	3,24	0,52	4,03	1,65

sd - standardna devijacija

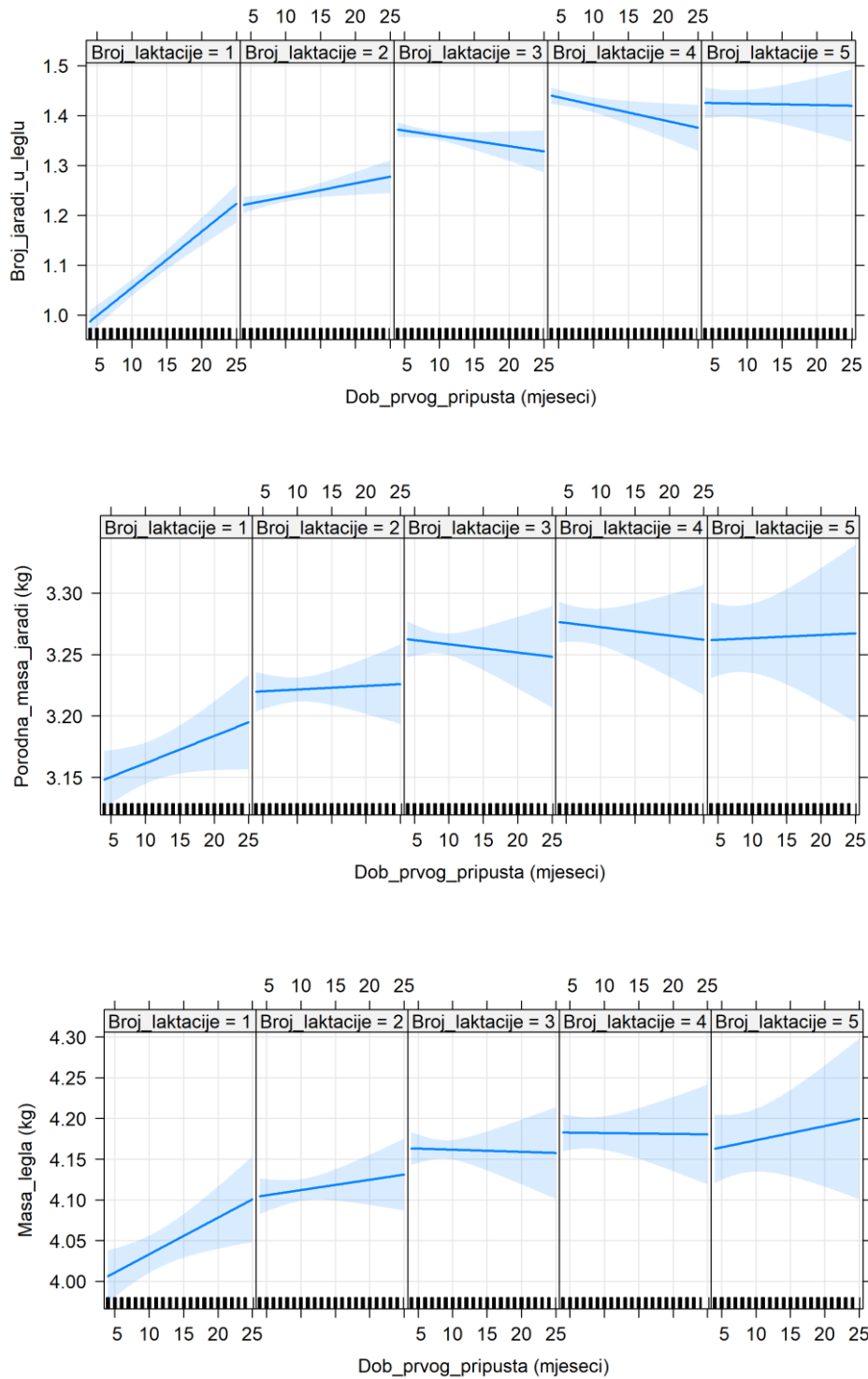
4.2.1. Utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu na veličinu legla i prenatalni rast jaradi

Procijenjeni parametri linearne regresije veličine legla, porodne mase jaradi i ukupne mase legla na dob koza pri prvom pripustu unutar pojedine laktacije (korigirani temeljem ostalih izvora fenotipske varijabilnosti mješovitim statističkim modelom s ponovljenim mjerenjima) prikazani su u tablici 14, a vizualizacija dobivenih rezultata provedene regresijske analize prikazana je na grafikonu 9. Simultanim promatranjem tablično i grafički prikazanih rezultata, uočljiv je pravilan obrazac promjena koji se uz manje iznimke može opisati kao povećanje vrijednosti svih istraživanih svojstava s povećanjem dobi pri prvom pripustu kroz prve dvije laktacije, nakon čega slijedi promjena trenda u narednim laktacijama. Najveći utjecaj dobi prvog pripusta na sva istraživana svojstva je utvrđen u koza u prvoj laktaciji gdje su procijenjeni nagibi regresijskog pravca za veličinu legla, porodnu masu i masu legla redom 0,0113 kg; 0,0022 kg i 0,0045 kg. Temeljem procijenjenih parametara linearne regresije, odgađanjem dobi prvog pripusta za 10 mjeseci očekuje se 0,1 jare više, koje će pri partusu biti teže za 20 g, odnosno ukupna masa legla veća za 45 g. Ovdje je također moguće zamijetiti obrazac koji je već opisan za svojstva mliječnosti, a to je kontinuirano povećanje vrijednosti istraživanih svojstava do 4 laktacije. Isto tako, zbog većeg udjela jaradi koje su podrijetlom od koza koje su prvi pripust imale unutar prve godine života, zamijećen je širi interval pouzdanosti procijenjenih regresijskih krivulja s odmakom dobi prvog pripusta unutar svake klase rednog broja laktacije.

Tablica 14. Procijenjeni parametri linearne regresije veličine legla, porodne mase jaradi i mase legla na dob koza pri prvom pripustu unutar rednog broja laktacije

Redoslijed laktacija	Parametar	Veličina legla	Porodna masa jaradi (kg)	Masa legla (kg)
Laktacija 1	β_0	0,9422	3,1393	3,9882
	β_1	0,0113 ***	0,0022 (NS)	0,0045 (NS)
Laktacija 2	β_0	1,2101	3,2185	4,0992
	β_1	0,0027 (NS)	0,0003 (NS)	0,0013 (NS)
Laktacija 3	β_0	1,3801	3,2651	4,1642
	β_1	-0,0021 (NS)	-0,0007 (NS)	-0,0003 (NS)
Laktacija 4	β_0	1,4522	3,2791	4,1830
	β_1	-0,0031 (NS)	-0,0007 (NS)	-0,0001 (NS)
Laktacija 5	β_0	1,4263	3,2606	4,1557
	β_1	-0,0003 (NS)	0,0003 (NS)	0,0017 (NS)

*** P<0,001, NS- nije signifikantno



Grafikon 9. Procijenjeni pravci linearne regresije veličine legla, porodne mase i ukupne mase legla na dob jarica pri prvom pripustu unutar rednog broja jarenja korištenjem mješovitog linearnog modela s ponovljenim mjerenjima

4.3. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje koza

U tablici 15 su prikazani rezultati cjeloživotne proizvodnje mlijeka i jaradi u analiziranoj populaciji alpina koza iz kojih je vidljivo da su koze prosječno živjele 70 mjeseci (oko 6 godina) i da su za života prosječno proizvele 1925 kg mlijeka, 58 kg bjelančevina, 64 kg mliječne masti, 81 kg laktoze. Kod istraživane populacije koza je utvrđeno da je prosječna cjeloživotna proizvodnja jaradi bila oko 4 jaradi, a cjeloživotna porodna masa legla 13 kg. Tim dijelom istraživanja koji se odnosio na cjeloživotnu proizvodnju koza bile su obuhvaćene samo one koze koje su imale poznat datum izlučenja iz proizvodnje.

Tablica 15. Deskriptivni statistički pokazatelji cjeloživotne proizvodnje uzgojno valjane populacije alpina koza (n=9857)

Cjeloživotna proizvodnja	Prosjek	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijabilnosti
Mlijeko (kg)	1924,52	59,02	13973,13	0,83
Bjelančevine (kg)	58,32	1,67	418,99	0,83
Mliječna mast (kg)	64,36	1,92	457,85	0,81
Laktoza (kg)	81,14	2,47	593,99	0,83
Broj jaradi	4,13	1	18	0,69
Ukupna masa jaradi (kg)	12,55	1,5	65,7	0,74
Životni vijek (mjeseci)	70,44	11	221	0,43

Uspoređujući pokazatelje cjeloživotne proizvodnje koza koje su prvi puta pripuštene u dobi do 12 mjeseci i onih pripuštenih nakon 12 mjeseci (tablica 16) vidljivo je da su koze pripuštene ranije ostvarile značajno veću cjeloživotnu proizvodnju jer su prosječno ostvarile pola jedne laktacije više iako su živjele ukupno 3 mjeseca manje. Koze pripuštene u prvoj godini života su proizvele dodatnih 531,71 kg mlijeka, 16,02 kg bjelančevina, 16,47 kg mliječne masti, 22,51 kg laktoze i ojarile jedno jare više naspram koza prvi put pripuštenih u drugoj godini života. Ti rezultati upućuju da se ranijim prvim pripustom povećava proizvodno razdoblje koza i njihova cjeloživotna proizvodnja u intenzivnoj proizvodnji mlijeka u uvjetima proizvodnje kakvi vladaju u kontinentalnoj Hrvatskoj. Ti su zaključci dodatno potvrđeni provedbom regresijske statističke analize.

Tablica 16. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj klasificirani prema dobi prvog pripusta (n=9857)

Cjeloživotna proizvodnja	Dob pri prvom pripustu			
	<12 mjeseci (n=8744)		>12 mjeseci (n=1113)	
	Prosjek	CV	Prosjek	CV
Mlijeko (kg)	1984,56	0,82	1452,85	0,80
Bjelančevine (kg)	60,13	0,82	44,11	0,80
Mliječna mast (kg)	66,22	0,81	49,75	0,81
Laktoza (kg)	83,68	0,83	61,17	0,81
Broj jaradi	4,24	0,69	3,24	0,69
Masa legla (kg)	12,89	0,73	9,89	0,73
Broj laktacija	3,36	0,47	2,64	0,54
Životni vijek (mjeseci)	70,09	0,43	73,21	0,37

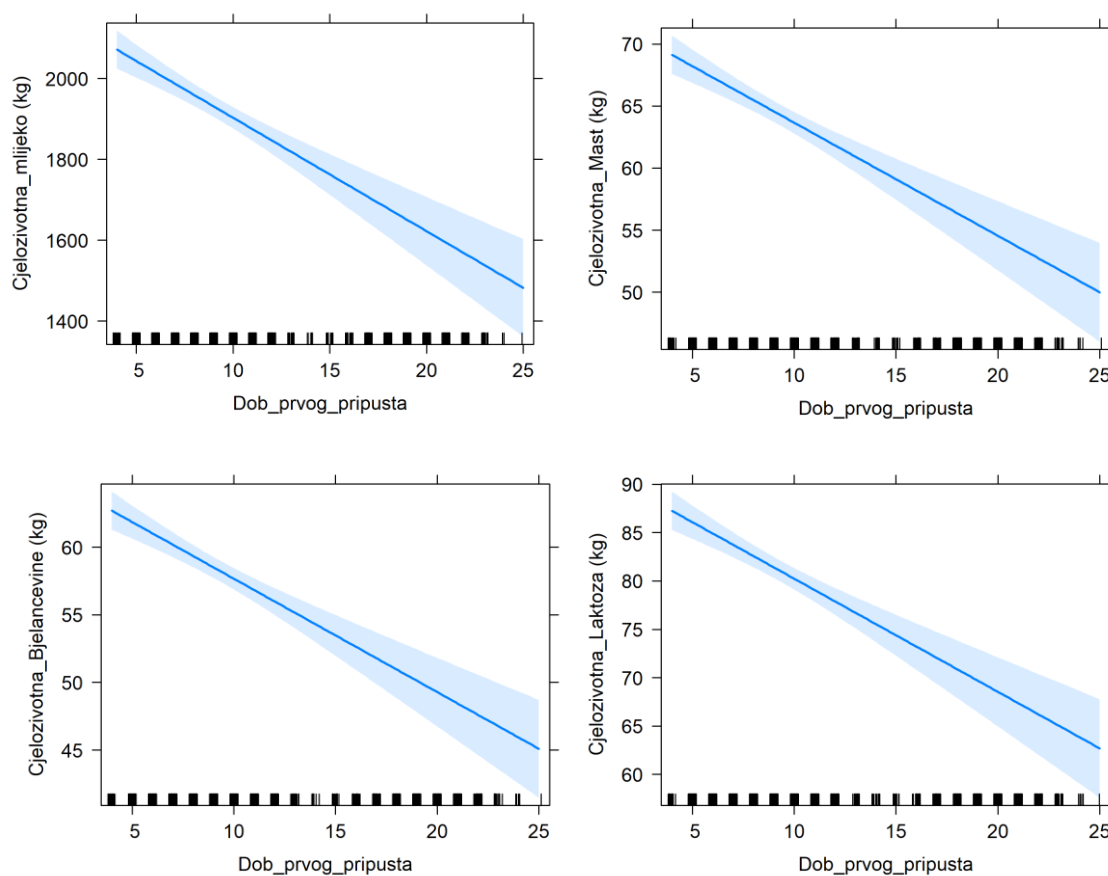
4.3.1. Utjecaj dobi jarica pri prvom pripustu na cjeloživotnu proizvodnju mliječnih koza

Procijenjeni parametri linearne regresije cjeloživotne proizvodnje mlijeka, bjelančevina, mliječne masti, laktoze, cjeloživotnog broja jaradi i broja laktacija, te cjeloživotne mase legla na dob jarica pri prvom pripustu prikazani su u tablici 17. Vizualizacija dobivenih rezultata provedene regresijske analize prikazana je na grafikonima 10 i 11. Istovremenim promatranjem tablično i grafički prikazanih rezultata, kod svih pokazatelja je uočljiv istovjetan obrazac promjena koji ukazuje na smanjenje vrijednosti svih istraživanih proizvodnih pokazatelja s povećanjem dobi jarica pri prvom pripustu. Procijenjeni nagibi regresijskog pravca, koji predstavljaju očekivanu promjenu proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze za jednomjesečno odgađanje prvog pripusta bili su redom -28,04; -0,91; -0,84 i -1,17 kg. Temeljem navedenih procijenjenih parametara linearne regresije, odgađanjem dobi prvog pripusta za 10 mjeseci po jednoj kozi se očekuje gubitak 280 kg mlijeka, 9,1 kg mliječne masti, 8,4 kg bjelančevina i 11,7 kg laktoze. Procijenjeni nagibi regresijskih pravaca za cjeloživotni broj jaradi i cjeloživotni broj laktacija bili su redom -0,07 i -0,04 kg upućujući tako na zaključak da se odgađanjem dobi prvog pripusta za 10 mjeseci po jednoj kozi gubi gotovo cijelo jedno jare (0,7 jareta) i gotovo pola jedne laktacije (0,4 laktacije). Očekivani gubitak cjeloživotne porodne mase za navedeno razdoblje od 10 mjeseci je 2,2 kg, premda je tumačenje ovog rezultata pomalo besmisleno i u pravilu je već donekle opisano spomenutim gubitkom 0,7 jareta po kozi. Sve u svemu, ovi rezultati dokazuju da se gubici u mlijeku i jaradi u ranim laktacijama kompenziraju dodatnim proizvodnim razdobljem koza i upućuju na zaključak da se ranijim pripustom postiže veća ekonomičnost poslovanja kozarskih farmi u sustavima proizvodnje kozjeg mlijeka.

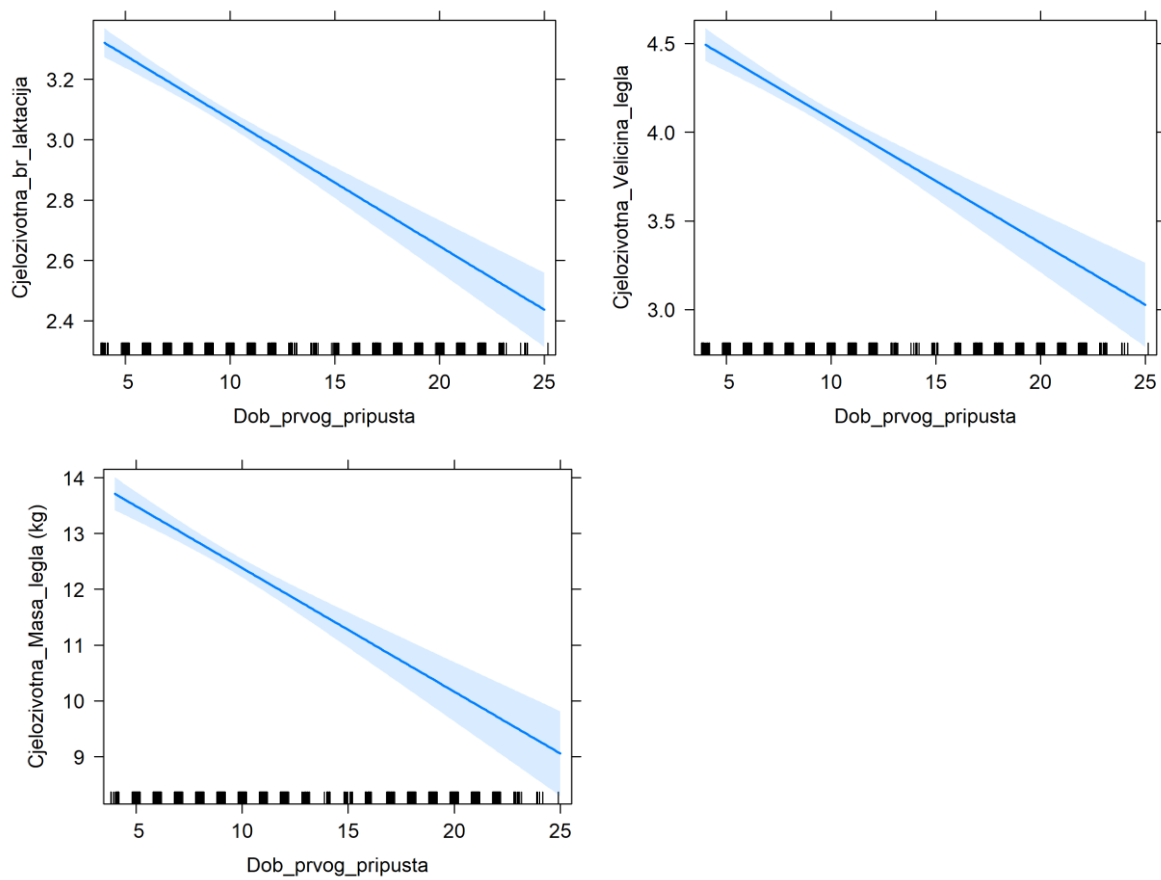
Tablica 17. Pokazatelji cjeloživotne proizvodnje uzgojno valjane populacije alpina koza klasificirani prema dobi prvog pripusta (n=9857)

Pokazatelj	β_0	β_1
Mlijeko (kg)	1954,72	-28,04***
Mliječna mast (kg)	67,31	-0,91***
Bjelančevine (kg)	59,39	-0,84***
Laktoza (kg)	82,20	-1,17***
Broj jaradi	5,84	-0,07***
Masa legla (kg)	16,72	-0,22***
Broj laktacija	4,27	-0,04***

*** - $P < 0,001$



Grafikon 10. Procijenjeni pravci regresije cjeloživotne proizvodnje mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze na dob jarica pri prvom pripustu korigirani na utjecaj stada i sezonu jarenja koza



Grafikon 11. Procijenjeni pravci regresije cjeloživotnog broja laktacija, cjeloživotne veličine legla cjeloživotne mase legla korigirani na utjecaj stada i sezonu jarenja koza

5. RASPRAVA

Temeljni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi kako se dob prvog pripusta odražava na proizvodnju alpina koza uzgajanih u intenzivnim sustavima proizvodnje mlijeka temeljem podataka koji se sustavno prikupljaju u sklopu kontrola mliječnosti prema standardima koje određuje organizacija ICAR (ICAR, 2016). Rezultati osnovne deskriptivne statističke analize (671 kg mlijeka, 20 kg mliječne masti, 18 kg bjelančevina i 25 kg laktoze) upućuju da populacija alpina koza u Hrvatskoj ostvaruje osrednju proizvodnju. Tako npr. proizvodi više mlijeka i osnovnih komponenti suhe tvari od alpina koza u Sloveniji (468,45 kg mlijeka, 15,03 kg mliječne masti, 14,28 kg bjelančevina; Žan Lotrič i sur., 2017), Latviji (511,40 kg mlijeka, 41,70 kg mliječne masti, 32,30 kg bjelančevina; Piliena i Jonkus, 2012) i Srbiji (531,66 kg mlijeka, 17,70 kg mliječne masti, 16,80 kg bjelančevina; Maksimović i sur., 2015). S druge strane, proizvodnja je vidno manja od one u zemljama razvijenog mliječnog kozarstva poput Francuske (978 kg mlijeka, 37,80 kg mliječne masti, 33,20 kg bjelančevina; Gilles, 2022), Kanade (u prvoj laktaciji 793,40 kg mlijeka, 27,90 mliječne masti, 24,70 kg bjelančevina, a u ostalim laktacijama 879,00 kg mlijeka, 29,50 kg mliječne masti 26,90 kg bjelančevina; Massender i sur., 2022) i Brazila (820,69 kg mlijeka, 30,83 kg mliječne masti, 24,21 kg bjelančevina, 33,40 kg laktoze; Lôbo i sur., 2017). Razlozi nejednakih proizvodnih rezultata iste pasmine u različitim državama proizlaze iz drugačijeg upravljanja stadom, različitog stupnja intenziteta uzgoja te dijelom i ulaganja u uzgojno-seleksijski rad. Kao što je vidljivo iz rezultata, i u samoj istraživanoj populaciji alpina koza u Hrvatskoj postoji velika varijabilnost u ostvarenoj proizvodnji, a ona je odraz istih, gore opisanih čimbenika. Izrazita mliječnost pojedinih grla u nekim stadima uzgojno valjane populacije alpina koza u Hrvatskoj upućuje na kvalitetno iskorištavanje raspoloživog genetskog potencijala u proizvodnji mlijeka, ali isto tako i na mogućnost provedbe kvalitetnog uzgojno-seleksijskog rada radi permanentnog povećanja mlijeka u ovoj populaciji. Što se tiče utvrđene varijabilnosti svojstava, količina proizvedenog mlijeka je bila najvarijabilnije svojstvo, što je i razumljivo obzirom na izrazitu varijabilnost samog trajanja mužnje. Što se tiče osnovnog kemijskog sastava mlijeka, najvarijabilniji je bio udio mliječne masti što je sukladno rezultatima većeg broja istraživanja (Kawas i sur., 1991; Mioč, 1991; Antunac i sur., 2001a; Ciappesoni i sur, 2004; Pavliček, 2006; Park i Haenlein, 2010; Lôbo i sur., 2017).

Obzirom na činjenicu da je ovo istraživanje provedeno na podacima koji nisu eksperimentalnog karaktera, već su prikupljeni u proizvodnim uvjetima, na samom početku istraživanja je bila potrebna opsežna preliminarna statistička analiza kako bi se provjerila pogodnost podataka za testiranje hipoteza korištenjem prikladnih statističkih modela. Distribucije svojstava proučavanih u okviru predmetnog istraživanja ukazuju na zanemariva

odstupanja od normalne distribucije i na neki način predstavljaju uporište za implementaciju parametrijskih testova u provedenoj inferencijalnoj statističkoj analizi. Analizirajući prosjeke mliječnosti koza prema rednom broju jarenja (laktacije), veličini legla, sezoni i dobi prvog pripusta utvrđeno je povećanje mliječnosti koza sa: 1) povećanjem dobi (do četvrte laktacije po redu), 2) povećanjem legla, 3) ranijim jarenjima unutar godine (sezone), te 4) ranijim prvim pripustom. Utjecaj redoslijeda jarenja i veličine legla na mliječnost u pravilu odgovaraju vrijednostima utvrđenim kod različitih mliječnih pasmina koza (Knight i Peaker, 1982; Crepaldi i sur., 1998; Antunac i Samaržija, 2000; Pavliček i sur., 2006; Mioč i sur., 2008; Dolencić Špehar i Mioč, 2013; Žan Lotrič i sur., 2017). Što se tiče utjecaja sezone pripusta (jarenja) na mliječnost, valja napomenuti da je taj utjecaj utvrđen i otprije poznat kod koza (Ciappesoni i sur., 2004; Mioč i sur., 2008; Králíčková i sur. 2013; Todaro i sur., 2015). Međutim, zbog različitog faktoriziranja ove varijable u istraživanjima, čestog ne prikazivanja rezultata koji se na njega odnose (osobito u istraživanjima usmjerenim na procjene genetskih parametara i predikcije uzgojnih vrijednosti), te činjenice da su različiti učinci sezone u različitim dijelovima svijeta, učinak sezone je nezahvalno komparirati između istraživanja. U svakom slučaju, koze koje su bile pripuštene kalendarski ranije su imale veću prosječnu proizvodnju mlijeka koja je iznosila oko 110-115 kg za jedan mjesec razlike. U nedostatku eksplicitnih informacija o sastavu obroka, može se samo pretpostaviti da dio ovih razlika proizlazi iz razlika u sezonskoj raspoloživosti pojedinih krmiva (količini i kvaliteti). Međutim, uvažavajući činjenicu o negativnom djelovanju toplinskog stresa na mliječnost kod preživača (Mioč i sur., 2024), najizvjesnije je da su koze ožarene ranije u posljednjoj fazi svojih laktacija bile izložene manjem toplinskom stresu u odnosu na one koje su ožarene kasnije. Što se tiče utvrđenih prosječnih vrijednosti za svojstva mliječnosti koza, klasificiranih prema dobi prvog pripusta, utvrđeno je da su jarice prvi put pripuštene unutar dobi 12 mjeseci imale veću ukupnu proizvodnju mlijeka od onih pripuštenih nakon navršenih godinu dana. Radi intuitivnosti i jednostavnije interpretacije rezultata, u sklopu preliminarnе deskriptivne statističke analize, ova varijabla je bila faktorizirana u dvije klase temeljem bimodalne distribucije podataka, a ovaj rezultat je ujedno i prvi analitični uvid u djelovanje ovog čimbenika u populaciji alpine u Hrvatskoj. Međutim, obzirom da se utjecaj ovog čimbenika ne može promatrati izolirano od djelovanja ostalih čimbenika koji utječu na mliječnost koza, a i na ostala svojstva, dob prvog pripusta je u okviru inferencijalne statističke analize korištena kao numerički prediktor (linearna regresija) uklopljena u mješoviti statistički model s ponovljenim mjerenjima kako bi se pri procjeni promatranog učinka istovremeno uvažili svi ostali dostupni izvori fenotipske varijabilnosti. Stoga rezultati deskriptivne statističke analize samo djelomično odražavaju učinak pojedinih analiziranih čimbenika, a puno vjerodostojnijim se mogu smatrati procjene koje su dobivene naknadnim korištenjem prikladnih statističkih modela. Što se tiče udjela masti, bjelančevina i laktoze u

mlijeku, može se zaključiti kako je utjecaj djelovanja gore opisanih čimbenika (redosljed laktacije, veličina legla, sezona i dob prvog pripusta) na mliječnost u pravilu obrnutog karaktera, a to se jednostavno može opisati djelovanjem takozvanog efekta razrjeđivanja, odnosno činjenice da količina proizvedenog mlijeka raste većom stopom od količine suhe tvari (Kala i Prakash, 1990; Antunac i Samaržija, 2000; Ciappesoni i sur., 2004; Pavliček i sur., 2006; Mioč i sur., 2007; Antolić i sur., 2016).

U dijelu istraživanja koje se odnosi na procjenu utjecaja dobi prvog pripusta na trajanje sisanja, trajanje mužnje i trajanje ukupne laktacije, multi-faktorskim regresijskim statističkim modelima su utvrđene stanovite pravilnosti u smjeru i intenzitetu djelovanja istraživanog čimbenika ovisno o rednom broju laktacije (jarenja). Kako ne bi bilo zabune oko interpretacije dobivenih rezultata koji su prikazani grafički i tablično, fokus je u ovom slučaju na procijenjeni nagib pravca, a ne na njegovu apsolutnu visinu u odnosu na apscisu koja je prije svega određena redosljedom laktacije (Mioč i sur., 2008; Krajinović i sur., 2011; Ralević i sur., 2021). Dobiveni rezultati upućuju na zaključak da je dob prvog pripusta različito utjecala na trajanje laktacije, sisanja i mužnje u pojedinim stadijima proizvodnog života mliječnih koza. U „statističkoj“ terminologiji to se interpretira kao interakcija rednog broja laktacije i dobi prvog pripusta. Rezultati upućuju da se dob prvog pripusta značajnije odrazila na razdoblje sisanja u odnosu na razdoblje mužnje. Ipak, uvažavajući činjenicu da su rezultati proizvodnosti koza u ovom istraživanju utemeljeni na razdoblju mužnje, interpretacija rezultata vezanih uz razdoblje mužnje ima veći značaj u odnosu na razdoblje sisanja, kao i na trajanje ukupne laktacije koja je zapravo rezultanta ova dva razdoblja. Uvažavajući činjenicu kako su trajanje razdoblja mužnje i ukupna proizvodnja mlijeka u razdoblju mužnje u pravilu u pozitivnoj vezi (Crepaldi i sur., 1998; Santos i Santana, 2011), te rezultat koji upućuje da se odgađanjem prvog pripusta produljuje razdoblje trajanja mužnje (sve do 4. laktacije), u ovoj fazi istraživanja se bezrezervno nametao zaključak kako se kasnijim pripustom povećava proizvodnja koza sukladno inicijalno postavljenim hipotezama. Obzirom da se u većini intenzivnih sustava proizvodnje kozjeg mlijeka većina proizvodnje ostvaruje unutar prvih nekoliko laktacija (León i sur., 2012; Arnal i sur., 2018), logičnim se smatrao i zaključak kako raniji pripust uslijed skraćivanja laktacija ima negativne posljedice i na cjeloživotnu proizvodnju mliječnih koza. Međutim, znajući kako duža laktacija (trajanje razdoblja mužnje) ne implicira nužno i veću proizvodnju mlijeka (osobito ako nije riječ o vidno različitim duljinama trajanja laktacija koje se uspoređuju); te ne znajući proizvodni vijek koza prvi put pripuštenih u različitoj dobi; ovakav zaključak se smatrao preuranjen i dodatno je provjeren u okviru izučavanja utjecaja dobi prvog pripusta na pokazatelje cjeloživotne proizvodnje koza. Premda trajanje laktacije, odnosno trajanje razdoblja sisanja i mužnje, nisu bili središnja tema ovog istraživanja, već su uz ostale izvore

fenotipske varijabilnosti korišteni u statističkim modelima kako bi doprinijeli boljoj procijeni dobi prvog pripusta na svojstava mliječnosti (po uzoru na istraživanja Kasap i sur., 2019; Kasap i sur., 2021), ostaje za zaključiti kako raniji prvi pripust vodi nešto kraćim laktacijama u početku proizvodnog vijeka mliječnih koza, dok u kasnijim laktacijama vrijedi obrnuto. Do sličnih spoznaja, premda na drugačijem setu podataka i korištenjem nešto drugačijeg pristupa u podatkovnoj analizi došli su i neki drugi istraživači (Durán i sur., 1994; Fernández i sur., 2015).

Sukladno trendovima koji su upravo opisani za trajanje mužnje, kao i očekivanjima koja su temeljena na vezi između trajanja mužnje i količine pomuzenog mlijeka, utvrđeno je kako se odgađanjem prvog pripusta pozitivno utječe na količinu proizvedenog mlijeka u ranijim laktacijama alpina koza. Međutim, valja istaknuti kako je najznačajniji doprinos odgođenog prvog pripusta, a ujedno i jedini pravi doprinos od praktičnog značaja, bio utvrđen za količinu proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji gdje je odgoda prvog pripusta za godinu dana uvjetovala povećanje proizvodnje za otprilike 100 litara mlijeka. Utjecaj dobi prvog pripusta na količinu proizvedenog mlijeka gotovo potpuno nestaje već u drugoj laktaciji, a u petoj laktaciji mijenja predznak, odnosno ima obrnuti smjer djelovanja, što se može pojasniti s utjecajem dobi na proizvodnju mlijeka (Akpa i sur., 2001; Mioč i sur., 2008; Zamuner i sur., 2019). Drugim riječima, koze koje svoj prvi pripust imaju npr. godinu dana kasnije, svoj proizvodni optimum postignu otprilike jednu laktaciju ranije. Tako se u koza koje nastavljaju svoju proizvodnju i nakon četvrte laktacije, barem djelomično kompenziraju gubici koji se generiraju u ranijim laktacijama, a što su koze duže u proizvodnji mlijeka, odnosno što imaju više laktacija u svom proizvodnom vijeku, to je ova kompenzacija veća. Obzirom na čvrstu povezanost količine proizvedenog mlijeka s količinom mliječne masti, bjelančevina i laktoze (Antunac i sur., 2001b; Ciappesoni i sur., 2004; Mioč i sur., 2008; Zygoyannis i Katsaounis, 1986) promjene u količini proizvedenih sastojaka suhe tvari s promjenom dobi prvog pripusta se mogu praktički protumačiti na jednak način kao što je prethodno opisano za količinu mlijeka. Treba jedino naglasiti kako količina proizvedenog mlijeka čvršće korelira s količinom proizvedenih bjelančevina i laktoze u odnosu na količinu proizvedene mliječne masti, što se podudara sa rezultatima brojnih prethodno provedenih istraživanja u domeni ove problematike (Brendehaug i Abrahamsen, 1986; Zeng i sur., 1995; Zeng i sur., 1997; Mioč i sur., 2008). Odgodom prvog pripusta za godinu dana u prvoj laktaciji se tako očekuje otprilike 3 kg više mliječne masti i bjelančevina, te oko 4 kg više laktoze, dok u ostalim laktacijama utjecaj dobi prvog pripusta na količine proizvedenih sastojaka suhe tvari „kopni“ i ima minoran značaj. Komparacijom trenda koji odražava utjecaj dobi prvog pripusta na trajanje mužnje s istovjetnim trendom za količinu proizvedenog mlijeka, može se zamijetiti da se količina proizvedenog mlijeka u prvoj laktaciji

povećava većom stopom nego trajanje mužnje potvrđujući tako da ta veza nije u potpunosti linearna. Kako bi dobili dodatni dokaz o tome kako dob prvog pripusta utječe na proizvodnost koza, a da se pritom maksimalno ublaže razlike u proizvodnji koje proizlaze iz razlika u trajanju razdoblja mužnje, provedena je dodatna statistička analiza utjecaja dobi prvog pripusta na prosječnim dnevnim količinama mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze u razdoblju mužnje. Dobiveni rezultati su u visokom stupnju sličnosti s prethodno opisanim rezultatima, što nimalo ne čudi obzirom da je u prethodnoj analizi ukupnih laktacijskih proizvodnji mlijeka, masti, bjelančevina i laktoze, trajanje mužnje korišteno kao kovarijabla u statističkom modelu. Premda je poznato da mlade jarice visoko selekcioniranih mliječnih pasmina ranije dosežu tjelesnu razvijenost za rasplod od izvornih pasmina (Mioč, 2022), te da ih se prvi puta može osjemeniti u vrlo širokom rasponu dobi ovisno o stečenoj kondiciji (uvjetovanoj hranidbom i zdravstvenim stanjem) i sezonalnosti spolnog ciklusa (uvjetovanoj genotipom i varijacijama u foto periodu); (Fernández i sur., 2015), jako je malo znanstveno utemeljenih spoznaja o utjecaju dobi prvog pripusta na proizvodnju mlijeka. Među prvima koji su istraživali ovaj utjecaj kod koza radi njegovog uključivanja u proces genetskog vrednovanja bili su Singh i sur. (1970) koji su utvrdili pozitivan utjecaj dobi prvog pripusta na proizvodnju mlijeka u prvoj laktaciji kod Beetal pasmine koza u Indiji. Pritom su provedenom regresijskom analizom (uz prethodno korigiranje laktacijskih prinosa mlijeka na poznate negenetske čimbenike) procijenili da se ovim utjecajem objašnjava 1,04 % ukupne fenotipske varijabilnosti, te da se za svaki dan odgode prvog pripusta očekuje povećanje ukupne laktacijske proizvodnje za 0,04 kg. Uzevši u obzir razliku od 14,6 kg mlijeka (na razini jednogodišnje razlike u dobi prvog pripusta), te ju uspoređujući s razlikom od 85 kg utvrđenih ovim istraživanjem, stvara se dojam da se rezultati podudaraju u smjeru, ali poprilično razilaze u intenzitetu. Međutim, radi potpunijeg shvaćanja ovih razlika svakako treba istaknuti da Beetal koze iz spomenutog istraživanja: pripadaju kombiniranoj pasmini (meso-mlijeko); da su uzgojene i držane u vidno skromnijim hranidbenim uvjetima (prevalencija paše i brsta u hranidbi); te da su ostvarile trostruko manju proizvodnju mlijeka u prvoj laktaciji u odnosu na alpina koze iz ovog istraživanja. Uzevši dodatno u obzir i činjenicu da je mužnja tih koza započela tek u trećem mjesecu laktacije, može se pretpostaviti kako bi intenzitet istraživnog učinka između ova dva istraživanja bio još sličniji da je mužnja Beetal koza započela ranije i da je pritom „uhvaćen“ vrh laktacijske proizvodnje. U preliminarnom istraživanju Mulca i sur. (2014) koje je bilo podloga za izradu ove disertacije, također je utvrđeno da dob prvog pripusta značajno utječe na proizvodnju mlijeka u prvoj laktaciji pri čemu su koze koje su se prvi put ojarile s 12 mjeseci proizvele oko 75 kg mlijeka više u odnosu na one koje su se prvi put jarile s 20 mjeseci. Također, kod kasnijeg prvog jarenja, utvrđeno oko 2,5 kg više mliječne masti i oko 2,0 kg bjelančevina što je u izrazito visokom stupnju suglasja s rezultatima ovog istraživanja. Sličnost dobivenih

rezultata između ova dva istraživanja nimalo ne čudi obzirom da se istraživane populacije djelomično preklapaju te da je u istraživanjima korišten sličan metodološki pristup. Do zaključka kako dob prvog jarenja (ili pripusta) pozitivno djeluje na količinu proizvedenog mlijeka i sastojaka suhe tvari u prvoj laktaciji, došli su i brojni drugi autori (Kennedy i sur., 1981; Zoa-Mboe i sur., 1997; Weppert i Hayes, 2004; Montaldo i sur., 2010; Fernández i sur., 2015; Oliver i sur., 2001). U navedenim istraživanjima provedenim na mliječnim pasminama koza, dob prvog jarenja je pozitivno utjecala na količinu mlijeka i komponenti suhe tvari, ali ne unedogled, već uglavnom do dobi oko dvije godine. Međutim, iz svih tih istraživanja provedenih na kozama, ostaje nejasno kako se dob prvog pripusta odražava na proizvodnju u narednim laktacijama (nakon prve), kao i na cjeloživotnu proizvodnju mlijeka. Premda je iz rezultata koji opisuju utjecaj dobi na laktacijsku proizvodnju koza to donekle moguće zaključiti (jer dob u narednim laktacijama korelira s dobi prvog pripusta), do sada nema rezultata koji to egzaktno potvrđuju, a temelje se na regresiranju fenotipskih vrijednosti na dob koza pri prvom pripustu primjenom multifaktorijalnih statističkih modela s ponovljenim mjerenjima. Radi boljeg razumijevanja cijele problematike vezane uz utjecaj dobi prvog pripusta na proizvodnju mlijeka koza, u vidu ove rasprave svakako valja navesti spoznaje do kojih su došli Pollott i Gootwine (2004) i Hernandez i sur. (2011) na mliječnim pasminama ovaca. U oba istraživanja, autori su utvrdili pozitivnu vezu između dobi prvog pripusta i proizvodnje mlijeka u prvoj laktaciji, a negativnu vezu u drugoj laktaciji, uz zaključke kako se gubici u prvoj laktaciji nadoknađuju dobicima u kasnijim laktacijama. Niži laktacijski prinosi u rano pripuštenih jedinki u prvoj laktaciji se tumače kroz usmjeravanje veće količine energije u rast mladih jedinki, koje još nisu postigle potpuni fizički razvoj. Stoga, unatoč poduzetim mjerama da se u okviru dostupnih podataka, uz primjenu prikladnih statističkih modela, dobiju što vjerodostojniji rezultati, idealno bi bilo da su pored korištenih izvora varijabilnosti za potrebe ovog istraživanja bili dostupni i neki važni podaci o tjelesnoj razvijenosti jarica kod prvog pripusta obzirom na njihovu izravnu vezu s proizvodnjom mlijeka u prvoj laktaciji (Gall, 1980). Korištenjem višestruke regresije Gall je utvrdio pozitivan odnos prinosa mlijeka s razvijenošću koštanog okvira, volumenom abdomena i volumenom vimena te tjelesnom masom. Premda se tjelesna razvijenost jarica u razvoju može donekle aproksimirati tjelesnom masom i koristiti kao korektivni faktor u statističkim modelima kod procjene nekog drugog utjecaja na proizvodnju mlijeka, ni ovaj podatak nažalost nije bio dostupan u istraživanoj populaciji jer se vaganje jarica kod pripusta/osjemenjivanja u Hrvatskoj ne provodi. Prema Gallu (1980), 20-30 % fenotipske varijabilnosti količine proizvedenog mlijeka se može objasniti tjelesnom masom prvojarki, ističući pritom negativnu vezu mase mišićnog i masnog tkiva s proizvodnjom mlijeka, iz čega proizlazi da pozitivan utjecaj tjelesne mase na proizvodnju mlijeka proizlazi iz korelacije tjelesne mase s mjerama tjelesne razvijenosti, a ne kondicije, odnosno tovnog stanja koza.

Regresijom udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku na dob koza pri prvom pripustu unutar laktacije procijenjeno je da odgoda prvog pripusta vodi smanjenju udjela bjelančevina u prve tri laktacije, udjela masti u prve dvije laktacije, te udjela laktoze u prvoj laktaciji. Premda su opisane promjene neujednačene u smjeru i intenzitetu, zajedničko im je da procijenjeni regresijski koeficijenti imaju negativan predznak u prvoj laktaciji kod sva tri svojstva, te izrazito nizak intenzitet učinka u svim laktacijama. Rezultati upućuju na zaključak kako dob prvog pripusta ima minoran značaj na kvalitetu finalnog proizvoda (mlijeka). Simultanim promatranjem rezultata kojima se opisuje utjecaj dobi prvog pripusta na udjele sastojaka suhe tvari, i njima istovjetnih grafikona za količinu proizvedenog mlijeka, moguće je zamijetiti određenu pravilnost promjena koje se mogu obrazložiti „efektom razrjeđivanja mlijeka“ (Anghel i sur., 2021; Morand-Fehr i sur., 2007) i potkrijepiti znanstveno utemeljenom spoznajom o negativnoj korelaciji osnovnih komponenti suhe tvari mlijeka s količinom proizvedenog mlijeka (Brendehaug i Abrahamsen, 1986; Zeng i Escobar, 1995; Zeng i sur., 1997; Mioč i sur., 2008).

Određivanje broja somatskih stanica u okviru rutinskih kontrola mliječnosti je vrlo važan postupak za uzgajivače kako bi pravovremeno detektirali bolesne životinje u stadu, ali i za prerađivače mlijeka, jer BSS igra veliku ulogu u određivanju sigurnosti i higijenske kakvoće konačnog proizvoda (Csanadi i sur., 2015; Gonzalo, 2017). Nadalje, dugogodišnjim prikupljanjem velikog broja podataka otvaraju se mogućnosti za 1) uspostavu kvalitetnog uzgojno-seleksijskog rada, 2) kvalitetnije praćenje zdravstvenog stanja populacije i 3) provedbu kompleksnih istraživanja koja pored znanstvenog doprinosa moraju ponuditi odgovore na brojna pragmatična pitanja. Regresirajući prosječni broj logaritmiranih somatskih stanica u laktaciji ($\log_{10}BSS/mL$) na dob pri prvom pripustu u posljednjem dijelu istraživanja, cilj je bio utvrditi u kojoj mjeri dob prvog pripusta utječe na BSS te indirektno zaključiti kako se utjecaj dobi prvog pripusta odražava na zdravstveni status vimena i kvalitetu kozjeg mlijeka (Podhorecká i sur., 2021; Šlyžius i sur., 2023). Ipak, ovdje treba naglasiti da je kod koza veza između BSS i zdravstvenog stanja vimena slabije izražena nego kod goveda i ovaca pa se ne može sa tolikom sigurnošću koristiti kao indikator infekcije vimena (Paape i sur., 2007). Naime, smatra se da je kod mliječnih koza, u odnosu na goveda i ovce, BSS više pod utjecajem fizioloških čimbenika kao što su redosljed laktacije, stadij laktacije i godišnje doba pa je manje precizan pokazatelj intramamarnih infekcija i ne postoji konsenzus oko praga BSS iznad kojeg bi se koze smatrale zaraženima (Smistad i sur., 2021). Aritmetička sredina BSS utvrđena ovim istraživanjem je bila $566 \times 10^3/mL$. Ovaj broj kod koza zdravog vimena se kreće od $270 \times 10^3/mL$ do $2\,000 \times 10^3/mL$, a kod koza zaraženog vimena (mastitis) od $659 \times 10^3/mL$ do $4213 \times 10^3/mL$ (Paape i sur., 2001). Uspoređivanjem dobivenih rezultata s prethodno

spomenutim rezultatima nemoguće je donijeti ikakav konstruktivan sud o zdravstvenom statusu istraživane populacije obzirom da dobivena vrijednost BSS ulazi u intervale zdravih, ali i zaraženih koza. Ovdje treba napomenuti kako sirovi prosjek BSS nije dovoljno informativan podatak zbog činjenice da BSS ne slijedi normalnu distribuciju i da enormno veliki BSS malog broja jedinki značajno pomiče vrijednost prosjeka. Stoga, puno informativnije mjere centralne tendencije koje opisuju BSS u ovoj populaciji su medijan ($513 \times 10^3/\text{mL}$) i antilogaritam prosjeka $\log_{10}\text{BSS}/\text{mL}$ ($558 \times 10^3/\text{mL}$). Prosjeci $\log_{10}\text{BSS}/\text{mL}$ (prikazani kros-tabulacijom po rednom broju laktacije i dobi prvog pripusta) upućuju na neznatno ali konzistentno povećanje BSS s rednim brojem laktacije, ali i povećanje BSS sa dobi prvog pripusta unutar svake laktacije. Regresijom $\log_{10}\text{BSS}/\text{mL}$ na dob koza pri prvom pripustu u sklopu inferencijalne statističke analize procijenjeno je povećanje BSS s povećanjem dobi prvog pripusta u svakoj analiziranoj laktaciji. Obzirom da se inferencijalne statističke analize u istraživanjima ovog tipa provode na logaritamskim vrijednostima (ili nekoj drugoj transformaciji originalnih podataka), rezultati su iskazani u $\log_{10}\text{BSS}/\text{mL}$, a potom su dodatno, radi intuitivnosti i lakšeg tumačenja, antilogaritmiranjem prevedeni na brojeve koji odgovaraju stvarnim vrijednostima BSS. Na osnovi dobivenih regresijskih parametara, procijenjeno je da se prolongiranjem dobi prvog pripusta za 12 mjeseci očekuje povećanje BSS za otprilike $130 \times 10^3/\text{mL}$ što vodi zaključku da nema dokaza koji bi uputili na to da prolongiranje prvog pripusta djeluje povoljno na zdravlje vimena, a posljedično tome i higijensku ispravnost i kvalitetu mlijeka uvjetovanu zdravstvenim stanjem vimena. Rezultati koji se odnose na povećanje BSS sa rednim brojem laktacije su u skladu s dosadašnjim spoznajama koje upućuju na ovakav slijed promjena kod koza (Salomone-Caballero i sur., 2024; Yusuff i sur., 2021), dok s druge strane, utjecaj dobi prvog pripusta/osjemenjivanja na ovo svojstvo do sada nije istraživan i objavljen kod koza. Ipak, postoje dokazi relativno novijeg datuma da je ovaj utjecaj prisutan i izražen kod goveda, a prema riječima autora, to je prvo istraživanje koje povezuje dob prvog pripusta s BSS/mL u mlijeku kod preživača (Eastham i sur., 2018). Činjenica da je ovo prvo istraživanje na ovu temu daje poseban doprinos ovom istraživanju i premda je već napomenuto kako je BSS kod koza u slabijoj korelaciji s infektivnim statusom životinje nego kod goveda i ovaca, temeljem dobivenih rezultata se može barem donekle pretpostaviti da se ranijim pripustom pogoduje zdravlju vimena, a time i tehnološkim osobinama mlijeka (Podhorecka i sur., 2021).

Redovito i trajno razmnožavanje koza predstavlja osnovu uspješnosti i profitabilnosti kozarske proizvodnje u svim proizvodnim sustavima neovisno o glavnom proizvodnom cilju i načinu držanja koza. Jedan od bitniji pokazatelja reprodukcijske učinkovitosti je i dob prvog pripusta jer se ranijim uvođenjem životinja u rasplod skraćuje njihovo neproduktivno razdoblje i postiže raniji povrat sredstava uloženi u uzgoj pomlatka za remont. Premda

postoje poprilične varijacije oko dobi pri kojoj koze ulaze u pubertet, a koje su uvjetovane genetskom osnovom i čitavim nizom negenetskih čimbenika, općenito se drži da ranozrele pasmine, kojima pripada većina mliječnih pasmina koza, spolno dozrijevaju između 4 i 8 mjeseci, a fizičku razvijenost za rasplod postižu kada dosegnu otprilike 2/3 završne tjelesne mase karakteristične za pasminu (Mioč, 2022). Prosječna dob prvog pripusta od 9 mjeseci koja je utvrđena ovim istraživanjem ukazuje da uzgajivači alpine u Hrvatskoj prakticiraju osrednje rani prvi pripust, što potvrđuju rezultati ovog pokazatelja utvrđeni u drugim populacijama mliječnih koza diljem svijeta, prikazani u tablici 18.

Tablica 18. Prosječna dob prvog pripusta mliječnih pasmina koza u različitim zemljama

Pasmina	Država	Dob prvog pripusta* (mjeseci)	Izvor
Alpina	Francuska	8,0	Institut de l'élevage Ideale (2019)
Sanska		7,8	
Serrana	Portugal	10,0	Margatho i sur. (2019)
Sanska	Brazil	8,4	Ribeiro i sur. (2000)
Sanska	Meksiko	11,6	Torres-Vázquez i sur. (2009)
Malagueña	Španjolska	9,0	MAPA (2024)
Murciano-Granadina	Španjolska	6,0-8,0	
Florida (ekstenzivni sustav uzgoja)	Španjolska	12,0	Rodríguez-Hernández i sur. (2022)
Florida (intenzivni sustav uzgoja)		11,3	
Alpina	SAD	12,2	García-Peniche i sur (2012)
La Mancha	SAD	11,5	
Nubijska	SAD	12,8	
Oberhasli	SAD	10,7	
Sanska	SAD	10,7	
Togenbuška	SAD	11,5	

* originalno objavljene vrijednosti u danima su prevedene na mjesece dijeljenjem s 30, a dob kod prvog jarenja je prevedena na dob koza pri prvom pripustu oduzimanjem 5 mjeseci od dobi prvog jarenja

Veličina legla je također vrlo bitan reprodukcijski pokazatelj čiji se doprinos može reflektirati na dva načina u mliječnom kozarstvu. Prvo, dio se zarade u stadima s provjereno dobrom genetikom ostvaruje prodajom jarica za rasplod, te prodajom jaradi za meso (sva muška i višak ženske jaradi). Drugo, uvažavajući činjenicu da je veličina legla u pozitivnoj korelaciji s proizvodnjom mlijeka (Goonewardene i sur., 1999; Carnicella i sur., 2008; Dolenčić Špehar i Mioč, 2013; Prpić i sur., 2015; Zamuner i sur., 2019), može biti posredni procjenitelj uzgojne vrijednosti za proizvodnju mlijeka, što može biti osobito bitno u stadima

u kojima se ne provode rutinske kontrole mliječnosti i sustavno ne procjenjuju uzgojne vrijednosti za svojstva mliječnosti. Utvrđeni prosjek veličine legla u ovoj populaciji (1,26 jaradi) je bio poprilično nizak i ispod vrijednosti koje su uobičajeno objavljene za mliječne pasmine koza.

Tablica 19. Prosječna veličina legla za mliječne i kombinirane pasmine koza u različitim zemljama

Pasmina	Zemlja	Veličina legla	Izvor
Alpina	Italia	1,60	Gonçalves i sur. (2008)
Alpina	Egipat	1,45	Mourad (1993)
Nubijska	Brazil	1,90	Cardoso i sur. (2018)
Nubijska	Venecuela	1,38	Dickson-Urdaneta i sur., (2000)
Sanska	Brazil	1,50	Leal i sur. (2018)
Toggenburg	Brazil	1,75	
Florida	Španjolska	1,51	
Creole	Francuska	2,10	Gunia i sur. (2010)
Black Bengal	India	1,75	Sarmiento i sur. (2010)
Nubijska	Indija	1,41	Jan i Gupta (1981)
Nubijska	Meksiko	1,77	Meza-Herrera i sur. (2014)
Granadina		1,70	
Sanska		1,57	
Toggenburg		1,66	
Alpina		1,58	

Razloge izrazito niske prosječne vrijednosti za veličinu legla u ovoj populaciji može donekle objasniti slabo razvijeno tržište jarećeg mesa u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Dodatna jarad uzgajivačima stvara poteškoće, a ulaganja da ih premoste se ne mogu odgovarajuće kompenzirati kroz finalni proizvod u postojećim tržišnim okvirima (Dubeuf i sur., 2004; Grgić i sur., 2014). Mnogi uzgajivači pribjegavaju nekim lošim praksama kao što je selekcija na jedno jare u leglu čime se narušava ukupna plodnost u populaciji, ne znajući pritom koju štetu dugoročno rade i na samu mliječnost. Nažalost, prema neslužbenim

informacijama, neki među njima pribjegavaju čak i ekstremno negativnim praksama eutanaziranja netom rođene jaradi čime kompromitiraju čitav sustav nacionalnog genetskog vrednovanja.

Prosjek porodne mase izračunat preko cijele populacije jaradi bio je 3,22 kg. Uzimajući o obzir utjecaj veličine legla na porodnu masu (Mellado i sur., 2011; Prpić i sur., 2015), valja istaknuti kako ovaj podatak sam po sebi nije dovoljno informativan i usporediv sa rezultatima drugih istraživanja. Premda je ovaj prosjek gotovo uvijek objavljen u znanstvenim istraživanjima ovog tipa, nezahvalno ga je uspoređivati između istraživanja jer nedvojbeno vodi površnim zaključcima. Za pravednu usporedbu rezultata i donošenje validnih zaključaka neophodno je uspoređivati samce sa samcima, blizance sa blizancima itd. Međutim, to je ponekad gotovo nemoguće obzirom da istraživači različito klasificiraju jarad iz višebrojnih legala, a često rade i objavljuju neke druge klasifikacije prema rednom broju jarenja, sezoni i sl. (ovisno o prirodi istraživanja) što uz ostale razlike kao što su proizvodni cilj, intenzivnost uzgoja i sl., značajno smanjuje broj istraživanja koja se mogu vjerodostojno komparirati. Čak i onda kada su komparacije moguće, teško ih je slijediti zbog velikog broja klasa koje se međusobno uspoređuju, pa se kod multiparih vrsta kao što je koza, u ovom slučaju bolje referirati na masu legla koja predstavlja kombinaciju individualne porodne mase i veličine legla, a donekle ju je moguće aproksimirati množenjem ove dvije veličine. Prosječna masa legla utvrđena ovim istraživanjem (4,12 kg) je čak ispod vrijednosti utvrđenih za ovu pasminu i u nekim zemljama slabije razvijenog sektora mliječnog kozarstva poput Meksika (Meza-Herrera i sur., 2014) i Sjedinjenih Američkih Država (Amoah i sur., 1996). Premda ne postoje javno dostupni službeni podaci, ili rezultati znanstvenih istraživanja kojima bi potkrijepili ovu tvrdnju, usmenom predajom je utvrđeno da su vrijednosti vidno ispod onih u zemljama razvijenog mliječnog kozarstva kao što su Francuska, Italija, Španjolska i neke druge europske zemlje. Ovako niska vrijednost ovog pokazatelja je prvenstveno uvjetovana već komentiranom niskom prosječnom veličinom legla alpine u Hrvatskoj, a u manjoj mjeri, ako je to uopće slučaj, nižom individualnom porodnom masom jaradi.

Obzirom da je riječ o mliječnoj populaciji koza koja se uzgaja prvenstveno radi proizvodnje mlijeka, važno je razumjeti značaj porodne mase u tom kontekstu. Naime, premda je veća porodna masa jaradi osobito dobrodošla u sustavima orijentiranim na proizvodnju mesa jer jamči bolje preživljavanje i brži napredak jaradi; veća porodna masa pozitivno utječe i na proizvodnju mlijeka jer je znanstveno utvrđeno kako je veća porodna masa u pozitivnoj korelaciji s proizvodnjom mlijeka (Browning i sur., 1995). Naime, osim što teža jarad nakon poroda pojačanim sisanjem stimulira vime na veću produkciju mlijeka (ovaj

učinak izostaje kod odvajanja od sise istog dana nakon partusa), težina ploda za vrijeme kasne gravidnosti djeluje na veću produkciju placentalnog laktogena koji promovira mamogenezu tj. razvoj vimena. Hayden i sur. (1979) su radioreceptorskom analizom utvrdili povećanje laktogene aktivnosti plazme, porast globulo-alveolarne komponente vimena, a naposljetku i porast količine proizvedenog mlijeka s porastom ukupne mase fetusa. Preciznije, količina proizvedenog mlijeka je pozitivno korelirala s tjednim prosjekom titra placentalnog laktogena između 11. tjedna graviditeta i jarenja podupirući tako tezu da placentalni laktogen ima značajnu ulogu u kontroli razvoja i funkcije vimena u koza.

Analizirajući prosjeke veličine legla prema rednom broju jarenja, sezoni jarenja i dobi prvog pripusta utvrđeno je praktički istovjetan smjer promjena kao i kod proizvodnje mlijeka, a to je povećanje veličine legla sa: 1) starenjem do četvrtog jarenja, 2) ranijom sezonom pripusta, te 3) prvim pripustom jarica u ranijoj dobi. Utjecaj redoslijeda jarenja na veličinu legla je poznat otprije i korespondira s vrijednostima utvrđenim kod različitih mliječnih pasmina koza (Crepaldi i sur., 1998; Kasap i sur., 2012; Hrbud i sur. 2014). Utjecaj sezone pripusta (jarenja) na veličinu legla, koji je također već utvrđen i objavljen kod mliječnih koza (Garcí i sur., 1996; Mabrouk i sur., 2009) u ovom slučaju je vjerojatno bio posljedica različite dostupnosti određenih krmiva u razdoblju osjemenjivanja koza. Iako je poznato da toplotni stres ima negativne implikacije i na ovo svojstvo (Casu i sur., 1991), ove varijacije u prosječnoj veličini legla opisane sezonom janjenja se ne mogu tumačiti utjecajem toplotnog stresa kao što je bio slučaj kod proizvodnje mlijeka jer dobiveni rezultati ne podupiru takvu tezu. Izostanak utjecaja toplotnog stresa na veličinu legla u ovoj populaciji podupire činjenica da su prosječne vrijednosti veličine legla suprotne od vrijednosti koje bi se očekivale u uvjetima toplotnog stresa. Preciznije rečeno, prosječne godišnje temperature su opadale od kolovoza prema listopadu, a veličina legla je konzistentno opadala od siječnja prema ožujku. Da je na koze djelovao toplotni stres u vrijeme pripusta, rezultati bi bili obrnuti. Obzirom da je do sada već bilo riječi o veličini legla, valja napomenuti da je u ovom dijelu istraživanja veličina legla promatrana kao svojstvo (zavisna varijabla), a ranije kod svojstava mliječnosti te kasnije kod individualne porodne mase i mase legla kao čimbenik (nezavisna varijabla u modelu koja ima značajan utjecaj na fenotip).

Obzirom na glavno istraživačko pitanje, najbitniji među ovim rezultatima su utvrđeni prosjeci veličine legla po kategorijama koza različite dobi prilikom prvog pripusta, koji su ujedno bili i prvi znak koji je upućivao na činjenicu kako odgoda prvog pripusta nema pozitivan učinak na ovo svojstvo gledajući cjeloživotnu proizvodnju. Ipak, obzirom da ovo nije istraživanje eksperimentalnog karaktera i da ostali izvori fenotipske varijabilnosti nisu

bili pod kontrolom, preostalo je to provjeriti dodatnim analizama po uzoru na prethodno opisane analize kod svojstava mliječnosti.

Smjer djelovanja pojedinih čimbenika na individualnu porodnu masu i masu legla je bio vrlo sličan prethodno opisanom za veličinu legla, uz iznimku da je individualna porodna masa jaradi bila zanemarivo veća kod jaradi čije su majke prvi put pripuštene u prvoj godini života. Porodna masa jaradi je, sukladno očekivanjima temeljenim na dosadašnjim rezultatima istraživanja (Mellado i sur., 2011; Bushara i sur., 2013; Hrbud i sur., 2014; Prpić i sur. 2015), bila obrnuto proporcionalna veličini legla, a masa legla je bila proporcionalna veličini legla.

Rezultati inferencijalne statističke analize upućuju na pravilan obrazac promjena istraživanih svojstava pod utjecajem dobi prvog pripusta. Pravilnost se očituje kroz pozitivan utjecaj dobi prvog pripusta na sva istraživana svojstva u prve dvije laktacije, nakon čega je u pravilu utvrđen obrnuti trend uz iznimku za petu laktaciju kada su u pitanju svojstva porodne mase i mase legla. Gledajući sve laktacije, može se zaključiti da je najveća snaga učinka procijenjena u prvoj laktaciji. Međutim, unatoč utvrđene statističke značajnosti glavnog istraživanog utjecaja na istraživana svojstva, dobiveni rezultati se ne mogu smatrati bitnim sa aspekta proizvodnje jer je riječ o zbilja zanemarivom doprinosu koji se može očekivati odgodom prvog pripusta. Temeljem procijenjenih nagiba regresijskih pravaca u prvoj laktaciji, odgodom prvog pripusta za godinu dana se očekuje dodatnih 0,14 jaradi u leglu te porast individualne porodne mase za 0,0264 kg, te porodne mase legla za 0,0540 kg. Ovaj rezultat je samo jedan u nizu dosad dobivenih rezultata koji potvrđuju postojanje ovog utjecaja u prvoj laktaciji i doprinosi generalizaciji ovog učinka kod koza (Singh i sur., 1970; Kennedy i sur., 1981; Oliver i sur., 2001; Weppert i Hayes, 2004; Montaldo i sur., 2010; Mulc i sur., 2014).

Međutim, ovo istraživanje po prvi puta izravno izučava cjeloživotni utjecaj dobi prvog pripusta na veličinu legla i prenatalni rast jaradi jer i u ostalim laktacijama kao zavisnu varijablu u modelu koristi dob prvog pripusta/jarenja, a ne dob dotičnog pripusta/jarenja kao što je to slučaj kod većine ostalih istraživanja. Proučavajući gotovo identičan uzorak (populaciju) i koristeći vrlo sličnu metodologiju, ovo istraživanje na jednom mjestu objedinjuje rezultate o djelovanju utjecaja dobi prvog pripusta na svojstva mliječnosti, reprodukcije, prenatalnog rasta jaradi i indikatora zdravstvenog stanja jedinki (somatske stanice) što mu daje poseban doprinos.

Rezultati prva dva dijela ovog istraživanja koji se odnose na pokazatelje mliječnosti, reprodukcije i prenatalnog rasta jaradi po rednom broju jarenja (laktacije), otkrivaju kako se

dob prvog pripusta nejednako odražava na proizvodnost koza u pojedinim razdobljima njihova života. Mnogi od pritom dobivenih rezultata su na tragu onih iz nekih ranije provedenih istraživanja, i premda indikativni, svi zajedno nisu dovoljno konkluzivni oko pitanja kako se raniji ili kasniji pripust reflektira na dugovječnost i cjeloživotnu proizvodnju koza, što je izrazito bitno sa aspekta praktičnog upravljanja kozarskom proizvodnjom. Naime, cjeloživotna proizvodnja neke životinje je glavni pokazatelj njene koristi u stadu (Osman i sur., 2010), a cjeloživotna proizvodnja stada (rezultat prosječne proizvodnje mlijeka i dugovječnosti) izravni indikator njegove ekonomske učinkovitost (Heins i sur., 2012; Martens i Bange, 2013). Iako je dugovječnost ekonomski važna osobina kod svih vrsta domaćih životinja u stočarstvu, što potvrđuju istraživanja na kozama (Castañeda-Bustos i sur., 2014), ovcama (Mekawy i sur., 2009), govedima (du Toit i sur., 2009) i svinjama (Tarrés i sur., 2006), jer produljenje života stada vodi smanjivanju stope remonta (Tsuruta i sur., 2005; Sewalem i sur., 2007), izrazito je malo proučavana kod koza i poprilično slabo zastupljena u selekciji u populacijama koza. Izravna selekcija na dugovječnost je problematična jer životinja praktički mora biti izlučena iz proizvodnje prije nego što se sazna njezina vrijednost (fenotip) za tu osobinu. Međutim, unatoč činjenici da vlastite informacije o životinji nisu potpune u trenutku kada se moraju donijeti selekcijske odluke, uzgojnu vrijednost je moguće procijeniti temeljem informacije prikupljene na srodnicima korištenjem kompleksnih statističko-genetskih modela (Mészáros i sur., 2013).

Dio informacije za odgovor na pitanje kako dob prvog pripusta utječe na cjeloživotnu proizvodnju ostaje prikriven u prvim fazama ovog istraživanja, a kako ne bi rezultirali površnim zaključcima, na istoj populaciji koza je provedena i dodatna analiza cjeloživotne proizvodnje za sve one životinje kojima je bio poznat datum izlučenja. Ne umanjujući važnost dosad prezentiranih rezultata, koji su jako bitni da bi se dobila cjelokupna slika navedene problematike, treba istaknuti da rezultati te analize predstavljaju glavni i najveći doprinos ovog istraživanja. Svi prethodno opisani rezultati doprinose njihovom boljem razumijevanju i interpretaciji i otkrivaju u kojim fazama života se događa zaokret u smjeru djelovanja utjecaja dobi prvog pripusta na pojedino svojstvo od ekonomskog značaja. Koze su u ovoj populaciji prosječno poživjele 70 mjeseci, a ako se uzme u obzir rezultat da je prosjek dobi prvog pripusta bio 9 mjeseci, gravidnost traje 5 mjeseci, njihov proizvodni vijek u proizvodnji mlijeka je bio 56 mjeseci ($70-9-5=56$). U tom su razdoblju, u otprilike 3 laktacije u prosjeku, proizvele 1925 kg mlijeka, 58 kg bjelančevina, 64 kg mliječne masti, 81 kg laktoze, te ojarile 4 jareta. Rezultate je donekle moguće usporediti s onima koje su Žan Lotrič i sur. (2015) predstavili za tri mliječne pasmine koza u Sloveniji (slovensku alpinu, slovensku sansku kozu i drežničku kozu). Nažalost, autori su tablično predstavili samo zajednički prosjek triju spomenutih pasmina (životni vijek (72 mjeseca), cjeloživotnu

proizvodnju mlijeka (1534,50 kg), masti (50 kg), bjelančevina (47 kg) i jaradi (6)), pa je na temelju dostupnih informacija moguće samo zaključiti da alpina u Hrvatskoj, za vrijeme podjednakog životnog vijeka, proizvodi znatno više mlijeka i sastojaka suhe tvari mlijeka, ali znatno manje jaradi od slovenskih mliječnih pasmina. Premda takav zajednički prosjek može navesti na krivi zaključak, pogotovo ako su pasminski prosjeci vidno različiti, iz njihovog grafičkog prikaza utjecaja pasmine na proizvodnju mlijeka i bjelančevina (uz napomenu kako nema objavljenih rezultata za ostala svojstva), može se ipak zaključiti da alpina u Hrvatskoj za svog proizvodnog vijeka proizvodi više mlijeka i mliječne masti od sve tri istraživane slovenske pasmine. Nadalje, uzevši u obzir da su slovenske pasmine imale u prosjeku jednu laktaciju više, zaključak je da veća životna proizvodnja mlijeka hrvatske alpine ne proizlazi iz većeg broja laktacija, već veće učinkovitosti u proizvodnji mlijeka koja je vjerojatno odraz boljeg genotipa i menadžmenta stada.

Uspoređujući pokazatelje cjeloživotne proizvodnje koza klasificiranih u dvije grupe prema dobi prvog pripusta, vidljivo je da su koze koje su prvi put pripuštene unutar dobi do 12 mjeseci ostvarile značajno veću cjeloživotnu proizvodnju od onih pripuštenih nakon te dobi. Točnije, premda su živjele u prosjeku tri mjeseca manje, ostvarile su skoro jednu laktaciju više, proizvele skoro pola tone više mlijeka te ojarile jedno jare više. Ovi rezultati deskriptivne statističke analize su bili prvi indikatori koji su upućivali na to da se ranijim prvim pripustom povećava cjeloživotna proizvodnja mlijeka i jaradi kod pasmine alpina u sustavima intenzivne proizvodnje mlijeka u Hrvatskoj. Ti su zaključci dodatno potvrđeni provedbom regresijske analize gdje su pored dobi prvog pripusta u statistički model bili uklopljeni utjecaji uzgajivača i sezone rođenja jedinke. Regresirajući cjeloživotnu proizvodnju mlijeka, bjelančevina, mliječne masti, laktoze, broja jaradi, mase legla te broja laktacija na dob jarica pri prvom pripustu utvrđeni su negativni koeficijenti nagiba regresijskih pravaca za sva istraživana svojstva. Dobiveni koeficijenti upućuju da se odgodom prvog pripusta za godinu dana (12 mjeseci) očekuje gubitak od pola laktacije i posljedično tome smanjivanje cjeloživotne količine proizvedenog mlijeka, mliječne masti, bjelančevina i laktoze za 336,48 kg, 10,92 kg, 10,08 kg i 14,04 kg. Također, očekuje se gubitak gotovo jednog cijelog jareta (0,84) što predstavlja gubitak od 2,64 kg cjeloživotne porodne mase. Ovi rezultati vjerodostojnije odražavaju očekivanu promjenu istraživanih svojstava s promjenom dobi prvog pripusta od onih dobivenih bazičnom deskriptivnom statističkom analizom, a ujedno i upućuju na važnost uključivanja ostalih bitnih izvora fenotipske varijabilnosti u analizama i istraživanjima na podacima koji nisu prikupljeni na eksperimentalni način. Obzirom da za sada nema javno dostupnih rezultata koje bi vjerodostojno usporedili s rezultatima ovog istraživanja, preostaje zaključiti kako rezultati ove analize predstavljaju prvi znanstveno utemeljeni dokaz da se ranijim pripustom postiže

veća produktivnost u intenzivnim sustavima proizvodnje kozjeg mlijeka. Taj doprinos se ostvaruje tako da se gubici u proizvodnji mlijeka i jaradi u prvim laktacijama/jarenjima, a uvjetovani ranijim pripustom, kompenziraju, odnosno neutraliziraju, dobicima u kasnijim laktacijama. Pored te neutralizacije, pravi višak proizvoda (mlijeka i jaradi) zapravo proizlazi iz činjenice da koze prvi put pripuštene u ranijom fazi života imaju veći broj jarenja/laktacija.

6. ZAKLJUČCI

1. Rezultati ukazuju na osrednju proizvodnju mlijeka te izrazito nisku plodnost (iskazanu prosječnom veličinom legla) koza pasmine alpina u Hrvatskoj. Širok raspon fenotipskih vrijednosti za svojstva mliječnosti ukazuje na popriličan prostor za unaprjeđenje pasmine na razini genoma (selekcijom). Međutim, pribjegavanje pojedinih uzgajivača nekim lošim praksama, kao što je selekcija na jedno jare u leglu, dugoročno može kompromitirati i ostala svojstva plodnosti, ali i samu proizvodnju mlijeka koja je u visokom stupnju pozitivne korelacije s veličinom legla.

2. Analizirajući neke negenetske čimbenike koji nisu bili centralni predmet ovog istraživanja, a to su redni broj laktacije, veličina legla, sezona i uzgajivač (stado), utvrđen je njihov signifikantan utjecaj na istraživana svojstva i visok stupanj podudarnosti s rezultatima dosadašnjih istraživanja. Navedeno opravdava njihovo uključivanje u statističke modele kojima je procjenjivan utjecaj dobi prvog pripusta na pojedina svojstva. Pored spoznaja koje su poznate otprije, utvrđeno opadanje proizvodnje mlijeka odmakom sezone jarenja od siječnja prema ožujku upućuje na možebitno djelovanje toplinskog stresa na mliječnost koza i poziva na oprez uzgajivača kako bi ublažili njegov negativan učinak u praksi.

3. Raniji prvi pripust utječe na skraćivanje laktacije u početku proizvodnog vijeka mliječnih koza, dok u poznim laktacijama vrijedi obrnuto. Isto vrijedi i za količinu proizvedenog mlijeka, mliječne masti i bjelančevina, dok udjeli mliječne masti, bjelančevina i laktoze u mlijeku pokazuju obrnuti trend ali sa zanemarivim učinkom dobi prvog pripusta na ukupnu kvalitetu mlijeka iskazanu udjelima pojedinih sastojaka suhe tvari. Rezultati ukazuju da se količinski gubitci u ranijim laktacijama uvjetovani ranijim pripustom kompenziraju u kasnijim laktacijama vodeći tako zaključku kako nema objektivne osnove za odgodu prvog pripusta nakon stjecanja spolne i fizičke zrelosti jarica.

4. Uvažavajući utvrđeno povećanje broja somatskih stanica s povećanjem dobi prvog pripusta u svim laktacijama, kao i činjenicu da je njihov broj indirektni pokazatelj zdravstvenog statusa koza (vimena) i tehnoloških (preradbenih) osobina mlijeka, zaključak je da ni sa ovih aspekata nema opravdanosti, odnosno argumenata za odgodu prvog pripusta.

5. Utjecaj dobi prvog pripusta na veličinu legla, individualnu porodnu masu i masu legla bio je pozitivan na sva tri svojstva u prve dvije laktacije, a nakon druge laktacije utvrđeno je obrnuto (uz iznimku u petoj laktaciji za svojstva porodne mase i mase legla). Najveća snaga učinka, kao i kod većine ostalih istraživanih svojstava, procijenjena u prvoj laktaciji, ali

unatoč statističkoj značajnosti, procijenjeni utjecaj je bio zanemariv sa aspekta uzgoja i proizvodnje i također ne daje objektivnu osnovu za odgodu prvog pripusta.

6. Analizirajući cjeloživotnu proizvodnju, prolongiranjem prvog pripusta za godinu dana procijenjen je gubitak skoro jedne cijele laktacije, a posljedično tome i gubitci od 0,84 jareta, 336,48 kg mlijeka, 10,92 kg mliječne masti, 10,08 kg bjelančevina i 14,04 kg laktoze.

7. Procijenjeni parametri provedenih regresijskih analiza upućuju na zaključak koji je donekle suprotan stavovima brojnih uzgajivača, kao i inicijalno postavljenim hipotezama ovog istraživanja utemeljenih na dosadašnjim spoznajama o negativnim učincima ranog prvog pripusta na proizvodne pokazatelje preživača u ranoj životnoj dobi (prvoj laktaciji). Predmetno istraživanje je rezultiralo dostatnim brojem znanstveno utemeljenih dokaza koji upućuju na to da se gubitci u ranijim fazama proizvodnje, a uvjetovani ranijim pripustom, kompenziraju (neutraliziraju) u poznim laktacijama, te kako se ranijim pripustom jarica ostvaruju dodatni doprinosi kroz veći broj laktacija u životnom vijeku muznih koza.

7. POPIS LITERATURE

1. Agnihotri M.K., Raikumar 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
2. Ahmad N., Noakes D. E. (1996). Sexual maturity in british breeds of goat kids. *British Veterinary Journal* 152 (1): 93–103. doi: 10.1016/s0007-1935(96)80089-3
3. Akpa G. N., Asiribo E. O., Oni O. O., Alawa J. P. (2001). The influence of non-genetic factors on the shape of lactation curves in Red Sokoto Goats. *Animal Science* 72 (2): 233-239
4. Amoah E. A., Gelaye S., Guthrie P., Rexroad C. E. (1996). Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *Journal of Animal Science*, 74(4): 723. doi:10.2527/1996.744723x
5. Anghel A., Jitariu D., Nadolu D., Zamfir Z., Ilişiu, E. (2021). Considerations on goat milk biochemical composition. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 32(1): 85-89. doi: 10.2478/auoc-2021-0012
6. Antolić M., Prpić Z., Vnučec I., Jurković D., Mioč B. (2016). Laktacijske promjene proizvodnje i kakvoće mlijeka alpina koza. In: *Proceedings of 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture*, (Pospišil M., Vnučec I., ed), Opatija, Croatia, pp. 351-355
7. Antunac N., Havranek J., Samaržija D. (1997). Somatske stanice u kozjem mlijeku. *Mljekarstvo* 47 (2): 123-134
8. Antunac N., Lukač Havranek J. (1999). Proizvodnja, sastav i osobine ovčjeg mlijeka. *Mljekarstvo* 49 (4): 241-254
9. Antunac N., Samaržija D.(2000). Proizvodnja, sastav i osobine kozjeg mlijeka. *Mljekarstvo* 50 (1): 53-66
10. Antunac N., Havranek J.L., Samaržija D. (2001a). Effect of breed on chemical composition of goat milk. *Czech Journal of Animal Science* 46 (6): 268–274
11. Antunac, N., Samaržija, D., Havranek, J.L., Pavić, V., Mioč, B. (2001b). Effects of stage and number of lactation on the chemical composition of goat milk. *Czech Journal of Animal Science* 46 (12): 548-553
12. Aplocina E., Spruzs J. (2012). Influence of different feedstuffs on quality of goat milk. *Lucrări Ştiinţifice–Seria Zootehn* 57: 285-288
13. Aritonang S. N. (2009). The Effect of forage energy level on production and reproduction performances of Kosta female goat. *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (3): 251-255

14. Arnal M., Robert-Granié C., Larroque H. (2018). Diversity of dairy goat lactation curves in France. *Journal of Dairy Science* 101: 1–12. doi: 10.3168/jds.2018-14980
15. Avilés F. O., Palomares M. D. P. G., Pérez E. M., Angulo V. M. (2001). Estudio de la influencia de la edad al primer parto sobre la producción lechera de cabras de raza Murciano-Granadina en Castilla-La Mancha. In: *Proceedings of 26 th Scientific and 5th International Conference of Spanish Society on Sheep and Goat Breeding*, (Alcalde Aldea I., González Redondo M. J., Fernández Cabanás P., V. Morales Ruíz F.A., ed), Sevilla, España, pp. 897-902
16. Barrón-Bravo O. G., Gutiérrez-Chávez A. J., Ángel-Sahagún C. A., Montaldo H. H., Shepard L., Valencia-Posadas M. (2013). Losses in milk yield, fat and protein contents according to different levels of somatic cell count in dairy goats. *Small Ruminant Research* 113 (2-3): 421–431. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.04.003
17. Bates D., Sarkar D., Bates M. D., Matrix L. (2007). The lme4 package. *R package version*. 2(1): 74.
18. Božanić R., Tratnik L., Drgalić I. (2002). Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti. *Mljekarstvo* 52 (3): 207-237
19. Brendehaug J., Abrahamsen R. K. (1986). Chemical composition of milk from a herd of Norwegian goats. *Journal of Dairy Research*, 53(02): 211. doi:10.1017/s002202990002481x
20. Brice G. (2000). Controlling seasonal milk production in goats by estrus synchronization without hormonal treatment or by extending lactation length. *Institut de l'Élevage. Castanet-Tolosan. Final Report 98 (09-2): 34*
21. Brito L. F., Silva F. G., Melo A. L. P., Caetano G. C., Torres R. A., Rodrigues M. T., Menezes G. R. O. (2011). Genetic and environmental factors that influence production and quality of milk of Alpine and Saanen goats. *Genetics and Molecular Research* 10 (4): 3794–3802. doi: 10.4238/2011.december.14.9
22. Browning R., Leite-Browning M. L., Sahlu T. (1995). Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. *Small Ruminant Research* 18 (2): 173–178. doi: 10.1016/0921-4488(95)00719-2
23. Bushara I., Abdelhadi O. M. A., Elemam M. B., Idris A. O., Mekki D. M., Ahmed M. M., Abu Nihiala A. M., Elimam I. (2013). Effect of sex of kids and Litter size on Taggar goat Kids performance. *Archiva Zootechnica* 16 (2): 5-14
24. Capote J., Argüello A., Castro N., López J. L., Caja, G. (2006). Short Communication: 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

25. Capuco A. V., Ellis S. E., Hale S. A., Long E., Erdman R. A., Zhao X., Paape M. J. (2003). Lactation persistency: Insights from mammary cell proliferation studies. *Journal of Animal Science* 81 (15_suppl_3): 18–31. doi: 10.2527/2003.81suppl_318x
26. Carabaño M. J., Ramón M., Díaz C., Molina A., Pérez-Guzmán M. D., Serradilla J. M. (2017). Breeding and genetics symposium: Breeding for resilience to heat stress effects in dairy ruminants. A comprehensive review. *Journal of Animal Science* 95 (4): 1813–1826. doi:10.2527/jas.2016.1114
27. Cardoso R. C., Barbosa L. P., Souza R. S., França C. S., Ribeiro Junior M. D. M., Santana A. L. A., Jesus R. D. L., Santos R. S. (2018). Application of hormonal subdoses at acupoint Hou Hai in estrus synchronization protocols of goats. *Semin-Cienc Agrar.* 39: 1135–1142.
28. 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
29. Castañeda-Bustos V. J., Montaldo H. H., Torres-Hernández G., Pérez-Elizalde S., Valencia-Posadas M., Hernández-Mendo O., Shepard L. (2014). Estimation of genetic parameters for productive life, reproduction, and milk-production traits in US dairy goats. *Journal of Dairy Science* 97 (4): 2462–2473. doi: 10.3168/jds.2013-7503
30. Casu S., Cappai P., Naitona S. (1991). Effects of high temperature on reproduction in small ruminants. *Animal Husbandry in Warm Climates*, 55: 103-111
31. Çavuşoğlu E., Riaz R., Omar M. Y., Demir M., Orman A. (2021). Effect of parity and the production year on the longevity of the kids in saneen dairy goats. *Journal of Research in Veterinary Medicine* 40 (1): 68-72 . doi: 10.30782/jrv.811826
32. Cerbulis J., Parks O. W., Farrell H. M. (1982). Composition and Distribution of Lipids of Goats' Milk. *Journal of Dairy Science* 65 (12): 2301–2307. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(82)82501-0
33. Chawla D. S., Bhatnagar D.S. (1984). Reproductive performance of Alpina and Saanen does under intensive management. *Indian Journal of Animal Sciences* 54 (8): 789-792
34. Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J., Lamberet G. (2003). A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 86:1751–1770

35. Ciappesoni G., Přebyl J., Milerski M., Mareš V. (2004). Factors affecting goat milk yield and its composition. *Czech Journal of Animal Science* 49 (11): 465–473. doi: 10.17221/4333-cjas
36. Coulon J. B. (1994). Effect of physiological stage and season on dairy milk composition and coagulation properties. *Recueil de Medecine Veterinaire* 170 (6-7): 367-374
37. Crepaldi P., Corti M., Cicogna M. (1998). Factors affecting milk production and prolificacy of Alpine goats in Lombardy (Italy). *Small Ruminant Research* 32: 83-88. doi: 10.1016/S0921-4488(98)00156-4
38. Csanadi J., Fenyvessy J., Bohata S. (2015). Somatic cell count of milk from different goat breeds. *Acta Univ. Sapiientiale Alimentaria* 8: 45–54.
39. de Lima L. G., de Souza N. O. B., Rios R. R., de Melo B. A., dos Santos L. T. A., Silva K. de M., Murphy T. W., Fraga, A. B. (2020). Advances in molecular genetic techniques applied to selection for litter size in goats (*Capra hircus*): a review. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1): 38–44. <https://doi.org/10.1080/09712119>.
40. Delgado-Pertiñez M., Alcalde M., Guzmán-Guerrero J., Castel J., Mena Y., Caravaca F. (2003). Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-extensive systems in Spain. *Small Ruminant Research* 47 (1): 51–61. doi: 10.1016/s0921-4488(02)00239-0
41. Devendra C. (1980). Potential of Sheep and Goats in Less Developed Countries. *Journal of Animal Science* 51 (2): 461–473. doi:10.2527/jas1980.512461x
42. Desire S., Mucha S., Coffey M., Mrode R., Broadbent J., Conington J. (2018). Pseudopregnancy and aseasonal breeding in dairy goats: Genetic basis of fertility and impact on lifetime productivity. *Animal* 12 (9): 1799-1806
43. Deveson S. L., Forsyth I. A., Arendt J. (1992). Induced out-of-season breeding in British Saanen dairy goats: Use of artificial photoperiods and/or melatonin administration. *Animal Reproduction Science* 29 (1-2): 1–15. doi: 10.1016/0378-4320(92)90015-6
44. Dickson-Urdaneta L., Torres-Hernández G., Becerril-Pérez C., González-Cossio F., Osorio-Arce M., Garcia-Betancourt, O. (2000). Comparison of Alpine and Nubian goats for some reproductive traits under dry tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 36(1): 91-95.
45. Dolenčić Špehar I., Mioč B. (2013). Čimbenici proizvodnje i kemijskog sastava kozjeg mlijeka. *Stočarstvo* 67 (3): 89-97

46. Du Toit J., Van Wyk J. B., Maiwashe A. (2009). Genetic parameter estimates for functional herd life for the South African Jersey breed using a multiple trait linear model. *South African Journal of Animal Science*, 39(1).
47. Dubeuf J. P., Morand-Fehr P., Rubino, R. (2004). Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*, 51(2): 165–173. doi:10.1016/j.smallrumres.2003.08.007
48. Dulin A. M., Paape M. J., Schultze W. D., Weinland B. T. (1983). Effect of parity, stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. *Journal of dairy science* 66 (11): 2426-2433
49. Durán J. A. C., Urrutia B., Falagán A., Lafuente, A. (1994). Nota sobre la influencia de la " edad al primer parto" en la producción de leche de cabras primíparas de raza murciana-granadina. In: *Producción ovina y caprina: XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 415-418
50. Đuričić D., Žaja I. Ž., Benić M., Sukalić T., Kovačić M., Samardžija M. (2020). Relationship between reproductive performance and meteorological variables in French Alpine goats in the northwestern part of Croatia. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 9 (1): 0-0. doi: 10.31893/jabb.21010
51. Eastham N. T., Coates A., Cripps P., Richardson H., Smith R., Oikonomou G. (2018). Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *PloS one* 13(6): e0197764.
52. Eker M., Tuncel E., Askin Y., Yener S.M. (1997). Milk production characters of Saanen x Kilis crossbred dairy goats reared at the Faculty of Agriculture, Universiti of Ankara. *Ankara Universitesi Ziraat Fakültesi Yilligi* 26 (3): 451-462
53. Elhammali N. S. A., Alqurashi A. M., Ibrahim M. T., Elsheikh A. S. (2013). Puberty of crossbred male goat kids. *Journal of American Science* 9 (4): 95-99
54. El-Tarabany M. S., El-Tarabany A. A., Roushdy E.M. (2018). Impact of lactation stage on milk composition and blood biochemical and hematological parameters of dairy Baladi goats. *Saudi Journal of Biological Science* 25 (8): 1632-1638
55. Ferguson J. D., Azzaro G., Licitra G. (2006). Body Condition Assessment Using Digital Images. *Journal of Dairy Science* 89 (10), 3833–3841. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(06)72425-0
56. Fernández J., Rabasa A., Holgado F., Saldaño S. (2015). Efecto de la edad al primer parto sobre la producción lechera de cabras criollas serranas del noa. Efecto of age at first kidding on milk production of creole serrana goat. In: *Proceedings of IX*

- Congreso de ALEPRYCS, II Congreso Argentino de Producción Caprina y I Foro Nacional de Productores Caprinos 1, Argentina, pp. 304 – 307
57. Ferro M. M., Tedeschi L. O., Atzori A. S. (2017). The comparison of the lactation and milk yield and composition of selected breeds of sheep and goats. *Transl. Anim. Sci.* 1:498–506. doi: 10.2527/tas2017.0056
 58. Fox J. Weisberg S. (2019). *effects* (R package for effect displays). Sage Publications Inc.
 59. Fox J., Muenchen R., Putler D., Fox M. J. (2023). Package 'RcmdrMisc'.
 60. Freitas V. J., Lopes-Junior E., Rondina D., Salmito-Vanderley C. S., Salles H., Simplício A., Baril G., Saumande J. (2004). Puberty in Anglo-Nubian and Saanen female kids raised in the semi-arid of North-eastern Brazil. *Small Ruminant Research* 53 (1-2), 167–172. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.07.005
 61. Gall C. (1980). Relationship Between Body Conformation and Production in Dairy Goats. *Journal of Dairy Science* 63 (10): 1768-1781. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(80)83136-5
 62. Gallego-Calvo L., Gatica M. C., Celi I., Guzmán J. L., Zarazaga L. A. (2014). Body condition score is a critical factor determining the onset of puberty in Blanca Andaluza female goat kids. *Animal Production Science* 55 (9): 1179-1183. doi: 10.1071/an14063
 63. Garcí B. O, G. B., Garcí B . E. G. B., Bravo J., Kennedy, B. (1996). Analysis of a crossbreeding trial with Criollo and imported goats. 2. Litter weight.
 64. García-Peniche T. B., Montaldo H. H., Valencia-Posadas M., Wiggans G. R., Hubbard S. M., Torres-Vázquez J. A., Shepard L. (2012). Breed differences over time and heritability estimates for production and reproduction traits of dairy goats in the United States. *Journal of Dairy Science* 95 (5): 2707–2717. doi: 10.3168/jds.2011-4714
 65. Gendron P., Reveau A. (1995). Extended lactations as an alternative. *Chèvre* 208: 33–36
 66. Getaneh G., Mebrat A., Wubie A., Kendie H. (2017). Review on Goat Milk Composition and its Nutritive Value. *Journal of Nutrition and Health Sciences* 3 (4): 1-10. doi: 10.15744/2393-9060.3.401
 67. Gilles T. (2022). Résultats du contrôle laitier-espèce caprine. Institut de l'Élevage. Available at: <https://idele.fr/detail-article/resultats-de-contrôle-laitier-france-2022>
 68. Goetsch R., Puchala M., Lachica T., Sahlu L., Dawson J. (2000). Effects of Dietary Levels of Forage and Ruminally Undegraded Protein on Early Lactation Milk Yield by Alpine Does and Doelings. *Journal of Applied Animal Research* 18 (1): 49-60. doi: 10.1080/09712119.2000.9706323

69. Goetsch A. L., Gipson T. A., Askar A. R., Puchala R. (2010). Invited review: Feeding behavior of goats. *Journal of Animal Science* 88 (1): 361–373. doi: 10.2527/jas.2009-2332
70. 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
71. Gonçalves A. L., Lana R. P., Vieira R. A. M., Henrique D. S., Mancio A. B., Pereira J. C. (2008). Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. *Braz J Anim Sci.* 37: 366–376.
72. Goonewardene L., Okinea E., Patrick N., Scheer, H. (1999). The relationship between multiple births and milk yields in non-suckled intensively managed dairy goats. *Small Ruminant Research* 32 (2): 181–185. doi: 10.1016/s0921-4488(98)00179-5
73. Gonzalo C., Martínez J. R., San Primitivo F. (1998). Significación y métodos de valoración del recuento celular en la leche de oveja. *Ovis* 56: 13-25
74. Gonzalo C. (2017). Milk hygiene in small ruminants: A review. *Span. J. Agric. Res.* , 15, e05R02.
75. Greyling J. P. (2000). Reproduction traits in the Boer goat doe. *Small Ruminant Research* 36 (2): 171–177. doi: 10.1016/s0921-4488(99)00161-3
76. Grgić Z., Šakić Bobić B., Očić V. (2014). Ekonomski izgledi i organizacijske pretpostavke poduzetničkih modela u ovčarstvu i kozarstvu. In: Zbornik predavanja 16. savjetovanja uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, (Danijel M., ed.), Vinkovci : Zebra , pp: 69-78.
77. Grosjean P., Ibanez F., Etienne M., Grosjean, M. P. (2018). Package ‘pastecs’. *Pastecs: Package for Analysis of Space-Time Ecological Series*. Url: <https://cran.r-project.org/web/packages/pastecs/pastecs.pdf>.
78. Grossman M., Fernando R. L., Mohammad W. A., Ali A. K. A., Shanks R. D. (1986). Correlations between parities for lactation traits in United States dairy goats. *Journal of Dairy Science* 69 (7): 1917-1921
79. Gunia M., Mandonnet N., Alexandre G., Naves M., Phocas F. (2010). Genetic parameters of litter size in Creole goats and their implication for a breeding programme including adaptation traits. *Adv Anim Biosci.* 1: 402–403.
80. Haenlein G. F. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51 (2): 155–163. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08

81. 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. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(79)83201-4
82. He Z. X., Wu D. Q., Sun Z. H., Tan Z. L., Qiao J. Y., Ran T., Beauchemin K. A. (2013). Protein or energy restriction during late gestation alters fetal growth and visceral organ mass: An evidence of intrauterine programming in goats. *Animal Reproduction Science* 137 (3-4): 177–182. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.01.005
83. Heins B.J., Hansen L.B., De Vries A. (2012). Survival, lifetime production, and profitability of Normande×Holstein, Montbéliarde×Holstein, and Scandinavian Red×Holstein crossbreds versus pure Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 95(2): 1011–1021. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4525>
84. Hens J. R., Wysolmerski J. J. (2005). Key stages of mammary gland development: Molecular mechanisms involved in the formation of the embryonic mammary gland. *Breast Cancer Res.* 7: 220-224
85. Hernandez F., Elvira L., Gonzalez-Martin J.V., Gonzalez-Bulnes A., Astiz S. (2011). Influence of age at first lambing on reproductive and productive performance of Lacaune dairy sheep under an intensive management system. *Journal of Dairy Research* 78 (02): 160–167. doi: 10.1017/s0022029911000033
86. Hoffman J. M., Valencak T. G. (2020). A short life on the farm: aging and longevity in agricultural, large-bodied mammals. *Geroscience* 42: 909-922. doi: 10.1007/s11357-020-00190-4
87. Hoque M. A., Amin M. R., Baik D. H. (2002). Genetic and non-genetic causes of variation in gestation length, litter size and litter weight in goats. *Asian-Australasian journal of animal sciences* 15 (6): 772-776
88. Hrbud A., Mioč B., Držaić V. (2014). Reprodukcijske odlike mliječnih pasmina koza u republici hrvatskoj. *Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva* 68 (1): 11-17
89. HRN EN ISO 13366-2 (2007). Mlijeko – Brojanje somatskih stanica – 2. dio: Upute za rad s fluoro-optoelektroničkim brojačima. Hrvatski zavod za norme. Zagreb.
90. 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.
91. ICAR (2016). International agreement of recording practices. International Committee for Animal Recording, Rome, Italy.
92. Idowu S. T., Adewumi O. O. (2017). Advances in Dairy Research. *J Adv Dairy Res.*, 5: 175
93. Institut de l'élevage Ideale (2019). <https://idele.fr/>. [Accessed 10.05.2024.]

94. Ithurbide M., Huau C., Palhière I., Fassier T., Friggens N.C., Rupp R. (2022). Selection on functional longevity in a commercial population of dairy goats translates into significant differences in longevity in a common farm environment. *Journal of Dairy Science* 105 (5): 4289-4300. doi: 10.3168/jds.2021-21222
95. Jan I. A., Gupta S. C. (1981). Performance of goats under intensive management system. In: *Proceedings of the V International Conference on Goats*, New Delhi, India, pp. 550–552.
96. Jembere T. (2019). Average Estimates of Genetic and Phenotypic Correlations among Production and Reproduction Traits in Goats. In: *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Ethiopian Society of Animal Production (ESAP)*, Addis Ababa, Ethiopia, pp.179-193
97. Jiménez-Granado R., Rodríguez-Estévez V., Arce C., Morantes M., López-Fariña M., Rodríguez-Zarco M., Sánchez-Odríguez M. (2012). El rendimiento productivo en el caprino lechero de raza Florida y su relación con las células somáticas. In: *Proceedings of the XXXVII Cong Nac Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, Ciudad Real, pp.: 363-366
98. Jimenez-Granado R., Sanchez-Rodriguez M., Arce C., Rodriguez-Estevez V. (2014). Factors affecting somatic cell count in dairy goats: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12 (1): 133-150
99. Kala S. N., Prakash B. (1990). Genetic and phenotypic parameters of milk yield and milk composition in two Indian goatbreeds. *Small Ruminant Research* 3 (5): 475–484. doi: 10.1016/0921-4488(90)90078-k
100. Kamal El-den M. A., Mohammed K. M., Dahmouh A. Y. (2020). Genetic evaluation of milk yield and milk composition of Saudi Aradi and Damascus goats. *Archives Of Agriculture Sciences Journal* 3 (2): 118–126. doi: 10.21608/aasj.2020.41747.1031
101. Karikari P. K., Blasu E. Y. (2009). Influence of nutritional flushing prior to mating on the performance of West African Dwarf goats mated in the rainy season. *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (7): 1068-1073
102. Kasap A., Mioč B., Jurković D., Kompan D., Potočnik, K. (2012). Estimates of environmental effects, genetic parameters and genetic trends for reproductive traits in Alpine goats. *Acta agriculturae Slovenica* 3: 193-198
103. Kasap A., Špehar M., Držaić V., Mulc D., Barać Z., Antunović Z., Mioč, B. (2019). Impact of parity and litter size on dairy traits in Istrian ewes. *Journal of Central European Agriculture* 20(2): 556-562.
104. Kasap A., Ramljak J., Mioč B., Držaić V., Širić I., Jurković D., Špehar M. (2021). The Impact of Age at First Lambing on Milk Yield and Lactation Length in a Population

- of Istrian Sheep under Semi-Intensive Management. *Animals* 11 (6): 1604. doi: 10.3390/ani11061604
105. Kaskous S., Farschtschi S., Pfaffl M. W. (2023) Physiological Aspects of Milk Somatic Cell Count in Small Ruminants. A Review. *Dairy* 4: 26-42. doi: 10.3390/dairy4010002
 106. Kawas J. R., Lopes J., Danelon D. L., Lu C. D. (1991). Influence of forage-to-concentrate ratios on intake, digestibility, chewing and milk production of dairy goats. *Small Ruminant Research* 4 (1): 11–18. doi: 10.1016/0921-4488(91)90048-u
 107. Kebede T., Haile A., Dadi H., Alemu T. (2011). Genetic and phenotypic parameter estimates for reproduction traits in indigenous Arsi-Bale goats. *Tropical Animal Health and Production* 44 (5): 1007–1015. doi: 10.1007/s11250-011-0034-8
 108. Kegalj A., Mioč B., Vrdoljak M. (2011). Kakvoća kozjeg mesa. *Stočarstvo* 65 (1): 55-65
 109. Kennedy B. W., Finley C. M., Pollak E. J., Bradford G. E. (1981). Joint Effects of Parity, Age, and Season of Kidding on Milk and Fat Yields in Dairy Goats. *Journal of Dairy Science* 64 (8): 1707–1712. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(81)82750-6
 110. Keskin S., Kor A., Karaca S., Mirtagioglu H. (2005). A study of relationships between milk yield and some udder traits by using of path analysis in Akkeci goats. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 4 (5): 547-550
 111. Khan M. K., Naznin M. (2013). Study the live weight and live weight gain of black bengal and jamunapari goat breeds by fitting the linear regression under semi-intensive conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 16 (19): 998-1003. doi: 10.3923/pjbs.2013.998.1003
 112. Khartum S. A., Hussain M., Ali M., Kausar R., Cheema A. M. (2000). Age at puberty in female dwarf goat kids and estrous cycle length on the basis of hormones. *Pakistan Vet. J.* 20 (2): 71-76
 113. Klir Ž., Potočnik K., Antunović Z., Novoselec J., Barać Z., Mulc D., Kompan, D. (2015). Milk production traits from alpine breed of goats in Croatia and Slovenia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 21 (5): 1064-1068
 114. Koluman-Dancan N., Daskarin I. (2014). Adaptation goat production systems to climate change. In: *Book of Abstracts of the 65th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, (EAAP scientific committee, ed), Wageningen Academic, Copenhagen, Danska, pp. 398-398.
 115. Knight C. H., Peaker M. (1982). Development of the mammary gland. *J. Reprod. Fert. Camb.* 65: 521-526

116. Kompan D., Breznik S., Bitric D., Drobnic M. (1998). Production and composition of sheep and goat milk in Slovenia. *Stočarstvo* 52 (4): 297-301
117. Krajnović M., Pihler I., Simin V., Jocić A., Nićin S., Žujović M. (2011). The influence of number of lactation on milk yield parameters in German fawn goats. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(4): 1469-1475. doi: 10.2298/BAH1104469K
118. Králíčková Š., Kuchtík J., Filipčík R., Lužová T., Šustová K. (2013). Effect of chosen factors on milk yield, basic composition and somatic cell count of organic milk of Brown short-haired goats. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.* 61 (1): 99-105. doi: 10.11118/actaun201361010099
119. Kuchtík J., Králíčková Š., Zapletal D., Węglarzy K., Šustová K., Skrzyżala I. (2015). Changes in physico-chemical characteristics, somatic cell count and fatty acid profile of Brown Short-haired goat milk during lactation. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 33 (1): 71-83
120. Kumar S., Kumar B., Kumar R., Kumar S, Sunil K. Khatkar S. K., Kanawjia S. K. (2012). Nutritional Features of Goat Milk - A Review. *Indian Journal of Dairy Science* 65 (4): 266-273
121. Lad S. S., Aparnathi K. D., Mehta B., Velpula S. (2017). Goat milk in human nutrition and health - a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 65 (5): 1781-1792
122. Lai F. N., Zhai H. L., Cheng M., Ma J. Y., Cheng S. F., Ge W., Zhang G. L., Wang J. J., Zhang R. Q. W. X., Min L. J. (2016). Whole-genome scanning for the litter size trait associated genes and SNPs under selection in dairy goat (*Capra hircus*). *Sci Rep.* 6: 1–12.
123. Laporte-Broux B., Roussel S., Ponter A. A., Perault J., Chavatte-Palmer P., Duvaux-Ponter C. (2011). Short-term effects of maternal feed restriction during pregnancy on goat kid morphology, metabolism, and behavior. *Journal of Animal Science* 89 (7): 2154–2163. doi: 10.2527/jas.2010-3374
124. León J. M., Macciotta N. P. P., Gama L. T., Barba C., Delgado, J. V. (2012). Characterization of the lactation curve in Murciano-Granadina dairy goats. *Small Ruminant Research* 107(2-3): 76–84. doi: 10.1016/j.smallrumres.2012.05.01
125. Leal M. C., Becker-Silva S. C., Chiarini-Garcia H., Franca L. R. (2018). Sertoli cell efficiency and daily sperm production in goats (*Capra hircus*). *Animal Reproduction (AR)*, 1(1): 122-128.
126. Lerondelle C., Richard Y., Issartial J. (1992). Factors affecting somatic cell counts in goat milk. *Small Ruminant Research* 8 (1-2): 129–139. doi: 10.1016/0921-4488(92)90014-u

127. Lôbo A. M. B. O., Lôbo R. N. B., Facó O., Souza V., Alves A. A. C., Costa A. C., Albuquerque M. A. M. (2017). Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Ruminant Research* 153: 9-16. doi:10.1016/j.smallrumres.2017.05.005
128. Luna-Gonzales A., Hernandez-Artega S., Sanchez-Garza M., Lopez-Revilla R., Medina-Esparza L., Cruz-Vazquez C. (2012). Microsatellite loci and paternity analysis in Nubia and Boer goats. *Archives of Veterinary Medicine* 44: 123-127
129. Mabrouk M. M., Shaat I., Bata S. (2009). Estimation of genetic parameters and some nongenetic factors for litter size at birth and weaning and milk yield traits in Zaraibi goats. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences*, 4(2): 1-9
130. Macciotta N., Fresi P., Cappio-Borlino A., Graziano Usai M. (2005). Lactation curves of Sarda breed goats estimated with test day models. *J Dairy Res* 72 (4): 470-475. doi: 10.1017/S0022029905001366
131. Maksimović N., Bauman F., Petrović M. P., Caro Petrović V., Ružić-Muslić D., Mičić N., Milošević-Stanković I. (2015). Productive characteristics and body measurements of alpine goats raised under smallholder production systems in central Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry* 31 (2): 245-253
132. Manfredi E., Piacere A., Lahaye P., Ducrocq V. (2001). Genetic parameters of type appraisal in Saanen and Alpine goats. *Livestock Production Science* 70 (3): 183-189
133. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA) (2024). <https://www.mapa.gob.es/es/>. [Accessed 10.05.2024].
134. Margatho G., Quintas H., Pereira F., Neto I., Simões J. (2017). Udder health indicators of Serrana goats breed used for milk production of the Transmontano goat cheese. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal AICA* 9: 53-56
135. Margatho G., Rodríguez-Estévez V., Quintas H., Simões, J. (2019). The effects of reproductive disorders, parity, and litter size on milk yield of Serrana goats. *Animals*, 9(11): 968.
136. 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
137. Martens, H., Bange, C. (2013). Longevity of high producing dairy cows: a case study. *Lohmann Information*, 48(1): 53-57.
138. Massender E., Brito L. F., Maignel L., Oliveira H. R., Jafarikia M., Baes C. F., Brian S., Schenkel F. S. (2022). Single-step genomic evaluation of milk production traits in Canadian Alpine and Saanen dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 105(3), 2393-2407. doi: 10.3168/jds.2021-20558

139. Marques M. R., Belo A. T., Pereira E. A., Martins A. P. L., Barata A., Belo C.C. (2011). Effect of sheep breed on milk yield and composition in the geographical area of production of Nisa PDO cheese. *Options Méditerranéennes* 100: 139-143
140. Mazinani M., Rude B. (2020). Population, world production and quality of sheep and goat products. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 15 (4): 291-299. doi: 10.3844/ajavsp.2020.291.299
141. Mehdid A., Olives A. M. D., Fernández N., Rodríguez M., Peris C. (2019). Effect of stress on somatic cell count and milk yield and composition in goats. *Research in Veterinary Science* 125: 61-70. doi: 10.1016/j.rvsc.2019.05.015
142. Mekkawy W., Roehe R., Lewis R. M., Davies M. H., Bünger L., Simm G., Haresign W. (2009). Genetic relationship between longevity and objectively or subjectively assessed performance traits in sheep using linear censored models. *Journal of Animal Science*, 87(11), 3482-3489.
143. Mellado M., Mellado J., García J. E., López R. (2005). Lifetime Reproductive Performance of Goats as a Function of Growth Traits and Reproductive Performance Early in Life. *Journal of Applied Animal Research* 27 (2): 113-116, doi: 10.1080/09712119.2005.970652
144. Mellado M., Meza-Herrera C. A., Arévalo J. R., De Santiago-Miramontes M. A., Rodríguez A., Luna-Orozco J. R., Veliz-Deras F. G. (2011). Erratum to: Relationship between litter birthweight and litter size in five goat genotypes. *Animal Production Science* 51 (5): 490-490
145. Mellado M., Rodríguez I. J., Alvarado-Espino A., Véliz F. G., Mellado J., García J. E. (2020). Short communication: reproductive response to concentrate supplementation of mixed-breed goats on rangeland. *Tropical Animal Health and Production* 52 (5): 2737–2741. doi: 10.1007/s11250-020-02264-z
146. Merkhan K. Y., Alkass J. E. (2011). Influence of udder and teat size on milk yield in Black and Meriz goats. *Res. Opin. Anim. Vet. Sci.* 1 (9): 601-605
147. Mészáros G., Sölkner J., Ducrocq V. (2013). The Survival Kit: Software to analyze survival data including possibly correlated random effects. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 110 (3), 503-510. doi: dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.01.010
148. Meza-Herrera C., Calderón-Leyva G., Soto-Sanchez M., Abad-Zavaleta J., Serradilla J., García-Martinez A., Rodriguez-Martinez R. G., Veliz F., Macias-Cruz U., Salinas-Gonzalez H. (2012). The Expression of Birth Weight is Modulated by the Breeding Season in a Goat Model. *Annals of Animal Science* 12 (2): 237–245. doi: 10.2478/v10220-012-0020-8

149. Meza-Herrera C. A., Serradilla J. M., Muñoz-Mejías M. E., Baena-Manzano F., Menendez-Buxadera A. (2014). Effect of breed and some environmental factors on body weights till weaning and litter size in five goat breeds in Mexico. *Small Ruminant Research* 121 (2-3): 215–219. doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.07.006
150. Min B. R., Hart S. P., Sahlu T., Satter L. D. (2005). The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. *J. Dairy Sci.* 88: 2604-2615. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(05)72937-4
151. Mioč B., Pavić V., Crnojević Z. (1988). Tjelesna masa i prirast jaradi u uvjetima intenzivne proizvodnje. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 53 (3-4): 285-291
152. Mioč B. (1991). Utjecaj pasmine i velicine legla na mliječnost koza u prvoj laktaciji. *Poljoprivredna znanstvena smotra - Agriculturae Conspectus Scientificus* 56 (3-4): 371-380
153. Mioč B., Kapš M., Pavić V. (1991a). Utjecaj pasmine na proizvodnju mlijeka i mliječne masti u prvoj laktaciji. In: *Međunarodna letna konferencija za poboljšanje na ovčarskoto i kozarskoto proizvodstvo. Ohrid.* pp. 251-257
154. Mioč B., Pavić V., Kapš M. (1991b). Odnos između nekih tjelesnih mjera i proizvodnje mlijeka u alpina i sanskih koza. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 56 (1-2): 143-150
155. Mioč B., Pavić V. (2002). *Kozarstvo, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb*, pp. 193-235
156. Mioč B., Antunac N., Čičko M., Pavić V., Barać Z., Sušić V. (2004). Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka istočnofrizijskih ovaca. *Mljekarstvo* 54 (1): 19-26
157. Mioč B., Pavić V., Barać Z., Prpić Z., Vnučec, I. (2007). Mliječnost nekih pasmina koza u Hrvatskoj. *Mljekarstvo* 57 (1): 67-77
158. Mioč B., Prpić Z., Vnučec I., Barać Z., Sušić V., Samaržija D., Pavić V. (2008). Factors affecting goat milk yield and composition. *Mljekarstvo* 58 (4): 305-313
159. 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*, pp. 37-38
160. Mioč B. (2022). *Uzgoj koza. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb*
161. Mioč B., Antunović Z., Širić I., Novoselec J., Kasap A., Klir Šalavardić Ž., Ramljak J, Držaić V. (2024). The influence of different streee factors on the production and quality of sheep milk. *Mljekarstvo* 74 (3): 169-184
162. Mohanty D. P., Mohapatra S., Misra S., Sahu P. S. (2016). Milk derived bioactive peptides and their impact on human health - A review. *Saudi Journal of Biological Science* 23 (5): 577-583
163. Mokhtari M. S., Asadi Fozzi M., Gutierrez J. P., Notter D. R. (2019). Genetic and phenotypic aspects of early reproductive performance in Raeini Cashmere goats.

- Tropical Animal Health and Production 51: 2175-2180. doi: 10.1007/s11250-019-01915-0
164. Montaldo H., Tapia G., Juarez A. (1981). Some genetic and environmental factors affecting milk yield and kidding interval in goats. *Tecnica Pecuaria en Mexico* 41: 32-44
 165. Montaldo H., Martínez-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
 166. 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
 167. Montaldo H. H., Valencia-Posadas M., Wiggans G. R., Shepard L., Torres-Vázquez J. A. (2010). Short communication: Genetic and environmental relationships between milk yield and kidding interval in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 93: 370–372. doi: 10.3168/jds.2009-2593
 168. Morand-Fehr P. (1991). Feeding behaviour of goats at the trough. EAAP publication. *Goat nutrition* 46: 3-13
 169. Morand-Fehr P. (2005). Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Ruminant Research* 60 (1-2): 25–43. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.004
 170. Morand-Fehr P., Fedele V., Decandia M., Le Frileux Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1-2): 20–34. doi:10.1016/j.smallrumres.2006.09
 171. Morantes M., Estévez V. R., Arce A. I. C., Granado R. J., Fariña M. D. L., Marco M. R., Rodríguez, M. S. (2012). Distribución de partos, prolificidad y porcentaje de abortos en explotaciones de caprino lechero de raza Florida. In: *Proceedings of XXXVII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia SEOC*, pp: 373-377.
 172. Moroni P., Pisoni G., Savoini G., van Lier E., Acuña S., Damián J. P., Meikle A. (2007). Influence of Estrus of Dairy Goats on Somatic Cell Count, Milk Traits, and Sex Steroid Receptors in the Mammary Gland. *Journal of Dairy Science* 90 (2): 790–797. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(07)71563-1
 173. Mourad M. (1992). Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield of Alpine goats in Egypt. *Small Ruminant Research* 8 (1-2): 41–46. doi: 10.1016/0921-4488(92)90005-o

174. Mourad M. (1993). Reproductive performance of Alpine and Zaraibi goats and growth of their first cross in Egypt. *Small Ruminant Research* 12(3): 379-384.
175. Moyo M., Nsahlai, I. (2018). Rate of passage of digesta in ruminants; Are goats different. *Goat Science* 39-74. doi:10.5772/intechopen.69745
176. Mulc D., Barać Z., Prpić Z., Vnučec I., Pavić V., Mioč B. (2007). Povezanost broja somatskih stanica i kemijskog sastava kozjeg mlijeka. In: *Proceedings of 42th Croatian and 2th International symposium on agriculture*, (Pospišil M., ed), Faculty of Agriculture in Zagreb, University of Zagreb, pp.: 556-559
177. Mulc D., Špehar M., Pocnić I., Mioč B., Jurković D., Barać Z. (2014). Utjecaj dobi kod prvog jarenja na proizvodnju mlijeka u prvoj laktaciji koza alpina pasmine. In: *Book of Abstracts of the 49th Croatian and 9th International symposium on agriculture*, (Marić S., Lončarić Z., eds) Faculty of Agriculture, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, pp. 179-179
178. Nilforooshan M. A., Edriss M. A. (2004). Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *Journal of dairy science* 87 (7): 2130-2135
179. Narodne novine - NN (2020). Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka. Broj 136/2020-2605
180. Nuntapaitoon M., Buranakarl C., Thammacharoen S., Kato K. (2021). Growth performance of Black Bengal, Saanen, and their crossbred F1 as affected by sex, litter size, and season of kidding. *Animal Science Journal* 92 (1): e13571. doi: 10.1111/asj.13571
181. Olde Riekerink R. G. M., Barkema H. W., Stryhn H. (2007). The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science* 90 (4): 1704–1715. doi: 10.3168/jds.2006-567
182. Olechnowicz J., Sobek Z. (2008). Factors of variation influencing production level, SCC and basic milk composition in dairy goats. *Journal of Animal and Feed Sciences* 17: 41–49
183. Oliver F., Pérez-Guzmán M. D., Pérez E. M., Montoro V., Selección C. R. (2001). Estudio de la influencia de la edad al primer parto sobre la producción lechera de cabras de raza Murciano-Granadina en Castilla-La Mancha. In: *Congresos y Jornadas. Serie Ganadería Ovino-Caprino-Junta de Andalucía (España)*. pp: 897-902
184. Orman A., Günay A., Balci F., Koyuncu M. (2011). Monitoring of somatic cell count variations during lactation in primiparous and multiparous Turkish Saanen goats (*Capra hircus*). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 35 (3): 167-175

185. Osman M., Abdelharith H., Raheem A. (2010). Lifetime performance traits and estimate of their genetic parameters in zaraibi goats. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences* 5 (2): 1-9. doi: 10.21608/ejsags.2010.27041
186. Osuagwuh A. I. A. (1992). Effects of strategic feed supplementation during pregnancy on birthweight and perinatal survival of West African Dwarf kids. *The Journal of Agricultural Science* 119 (01): 123-126. doi: 10.1017/s0021859600071604
187. Paape M. J., Poutrel B., Contreras A., Marco J. C., Capuco A. V. (2001). Milk Somatic Cells and Lactation in Small Ruminants. *Journal of Dairy Science* 84: E237–E244. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(01)70223-8
188. Paape M. J., Wiggans G. R., Bannerman D. D., Thomas D. L., Sanders A. H., Contreras A., Moroni P., Miller R. H. (2007). Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Ruminant Research*, 68(1-2): 114-125.
189. Pacheco A., Oliveira A. M., Quirino C. R., Landim A. V. (2009). Características seminais de carneiros da raça Santa Inês na pré-puberdade, puberdade e na pós-puberdade. *Ars Veterinaria* 25 (2): 090-099
190. Palhiere I., Oget C., Rupp R. (2018). Functional longevity is heritable and controlled by a major gene in French dairy goats. In: *Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, pp. 165-171
191. Papachristoforou C., Koumas A., Photiou C. (2000). Seasonal effects on puberty and reproductive characteristics of female Chios sheep and Damascus goats born in autumn or in February. *Small Ruminant Research* 38 (1): 9–15. doi: 10.1016/s0921-4488(00)00143-7
192. Park Y. W., Haenlein G. F. W. (2010). Milk production. In: *Goat Science and production handbook* (Solaiman, S. ed). Wiley-Blackwell Publishing, New York, SAD, pp. 275-292
193. Park Y. W. (2011). Goat Milk Products: quality, composition, processing, marketing. In: *Encyclopedia of Animal Science*. (Pond W. G., Bell N., eds.) 2nd Edition. Taylor and Francis. CRC Press. Boca Raton, Philadelfija, SAD, pp. 1-5
194. Park Y. W. (2017). Goat Milk – Chemistry and Nutrition. In: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (Park Y. W., Min D., Haenlein G. F. W., Sc, William L. D., W. eds.), John Wiley & Sons, USA, pp: 42–83. doi:10.1002/9781119110316.ch2.2
195. 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

196. Persson Y., Olofsson I. (2011). Direct and indirect measurement of somatic cell count as indicator of intramammary infection in dairy goats. *Acta Veterinaria Scandinavica* 53: 1-5
197. Pellerin A.N., Browning R. (2012). Comparison of Boer, Kiko, and Spanish meat goat does for stayability and cumulative reproductive output in the humid subtropical southeastern United States. *BMC Vet Res* 8: 1-9. doi: 10.1186/1746-6148-8-136
198. Pérez-Razo M., Sánchez F., Torres-Hernández G., Becerril-Pérez C., Gallegos-Sánchez J., González-Cosío F., Meza-Herrera C. (2004). Risk factors associated with dairy goats stayability. *Livestock Production Science* 89 (2-3): 139–146. doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.02.008
199. Piliena, K., Jonkus, D. (2012). Factors affecting goat milk yield and its composition in Latvia. In: *Proceedings of Annual 18th International Scientific Conference Proceedings* (Treija S., Skuja I., eds) Jelgava, Latvia, pp. 79-84
200. Pizarro M. G., Landi V., Navas F. J., León J. M., Martínez A., Fernández J., Delgado J. V. (2020). Non-parametric analysis of the effects of nongenetic factors on milk yield, fat, protein, lactose, dry matter content and somatic cell count in Murciano-Granadina goats. *Italian Journal of Animal Science* 19 (1): 960–973. doi: 10.1080/1828051x.2020.1809538
201. 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 (Basel, Switzerland)*, 10(5): 1046. doi: 10.3390/foods10051046
202. Pollott G. E., Gootwine E. (2004). Reproductive performance and milk production of Assaf sheep in an intensive management system. *Journal of dairy science*, 87(11): 3690-3703.
203. Prasad H., Sengar O. P .S. (2002). Milk yield and composition of the Barbari goat breed and its crosses with Jamunapari, Beetal and Black Bengal. *Small Ruminant Research* 45: 79–83. doi: 10.1016/S0921-4488(02)00112-8
204. Přidalová H., Janštová B., Cupáková Š., Dračková M., Navratilova P., Vorlova, L. (2009). Somatic cell count in goat milk. *Folia Veterinaria* 53 (2): 101-105
205. 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
206. Pulina G., Nudda A., Battacone G., Cannas A. (2006). Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Science and Technology*, 131(3-4): 255-291.

207. Pulina G., Milán M. J., Lavín M. P., Theodoridis A., Morin E., Capote J., Thomas D. L., Francesconi A. H. D., Caja, G. (2018). Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of dairy science*, 101(8): 6715-6729.
208. R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
209. Ralević R., Papović T., Pihler I., Kučević D., Ivković, M., Dragin S., Čobanović K., Mekić C., Polovinski-Horvatović M. (2021). Influence of lactation number and parity on milk yield of Saanen goat's breed. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 73: 923-928. Doi: 10.1590/1678-4162-12283
210. Ramos J. S., Gomes V., Matazo M. P., Baldacim V. A. P., Madureira, K. M. (2020). Effect of the type of milking on mammary gland examination in Saanen goats. *Arquivos do Instituto Biológico* 87: 1-7. doi: 10.1590/1808-1657000802018
211. Raza S. H., Tahir M., Zia S., Iqbal A., Ahmad S. (1998). Impact of environmental factors on birth weight in teddy goat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Asian Australasian Association of Animal Production Societies 11 (2): 152-154. doi: 10.5713/ajas.1998.152
212. Raynal-Ljutovac K., Pirisi A., de Cremoux R., Gonzalo C. (2007). Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Ruminant Research* 68 (1-2): 126-144
213. Raynal-Ljutovac K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research* 79 (1): 57-72
214. Ribeiro A. C., Lui J. F., Queiroz S. A., Ribeiro S. D. A., Resende K. T. (2000). Genetic and environmental effects on the Age at First Kidding and Kidding Interval in a Saanen goat herd. *Ars Veterinaria* 16 (3): 192-197
215. Roche J. R., Friggens N. C., Kay J. K., Fisher M. W., Stafford K. J., Berry D. P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92 (12): 5769–5801. doi: 10.3168/jds.2009-2431
216. Rodríguez-Hernández P., Simões J., Arce C., Díaz-Gaona C., López-Fariñas M. D., Sánchez-Rodríguez M., Rodríguez-Estévez V. (2022). Effect of Non-Genetic Factors on Reproduction of Extensive versus Intensive Florida Dairy Goats. *Veterinary Sciences* 9 (5): 219-235. doi: 10.3390/vetsci9050219

217. Sachin S. L., Aparnathi K. D., Mehta B., Velpula S., (2017). Goat Milk in Human Nutrition and Health – A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6 (5): 1781-1792. doi: 10.20546/ijcmas.2017.605.194
218. Salama A. A. K., Such X., Caja G., Rovai M., Casals R., Albanell 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
219. Salomone-Caballero M., Fresno M., Álvarez S., Torres A. (2024). Effects of Parity and Somatic Cell Count Threshold on Udder Morphology, Milkability Traits, and Milk Quality in Canarian Goats. *Animals* 14: 1262. doi: 10.3390/ani14091262
220. Sánchez J., Montes P., Jiménez A., Andrés S. (2007). Prevention of Clinical Mastitis with Barium Selenate in Dairy Goats from a Selenium-Deficient Area. *Journal of Dairy Science* 90 (5): 2350–2354. doi: 10.3168/jds.2006-616
221. Sandrucci A, Bava L., Tamburini A., Gislón G., Zucali M. (2019). Management practices and milk quality in dairy goat farms in Northern Italy, *Italian Journal of Animal Science* 18 (1): 1-12. doi: 10.1080/1828051X.2018.1466664
222. Santos C. D., Santana A. D. (2011). Produção de leite e duração da lactação de cabras da raça Pardo-alpina no município de Amélia Rodrigues–BA. *Pubvet* (5):1157-1164
223. Sarmiento J. L. R., Filho P., Abreu E. C., Ribeiro M. N., Sousa J. E. R. (2010). Prolificidade de caprinos mestiços leiteiros no semiárido nordestino. *R Bras Zootec.* 39: 1471–1476.
224. Schoeman S. J., Albertyn J. R., Groeneveld H. T. (1991). Lifetime reproduction of Karukul ewes as influenced by season of birth, age at first lambing and lambing interval. *South African Journal of Animal Science* 21 (4): 169-172
225. Scholtens M. R., Lopez-Villalobos N., Garrick D. J., Blair H. (2018). Heritability of longevity in New Zealand dairy goats. *NZJ Anim Sci Prod* 78: 11-15
226. Sejian V., Bahadur S., Naqvi S. M. (2014). Effect of nutritional restriction on growth, adaptation physiology and estrous responses in malpura ewes. *Animal Biology* 64 (2): 189-205
227. Selvaggi M., Laudadio V., Dario C., Tufarelli V. (2014). Major proteins in goatmilk: an updated overview on genetic variability. *Molecular Biology Reports* 41 (2): 1035–1048. doi: 10.1007/s11033-013-2949-9
228. Sewalem A., Miglior F., Kistemaker G. J., Sullivan P., Huapaya G., Van Doormaal B. J. (2007). Short communication: Modification of genetic evaluation of herd life from a three-trait to a five-trait model in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 90:2025–2028.

229. Shelton M. (1978). Reproduction and Breeding of Goats. *Journal of Dairy Science* 61 (7): 994–1010. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(78)83680-7
230. Sinapis E., Marnet P.G., Skapetas B., Hatziminaoglou I. (2007). Vacuum level for opening the teat sphincter and the change of the teat end wall thickness during the machine milking of mountainous Greek breed (Boutsiko) ewes. *Small Ruminant Research* 69 (1-3): 136-143 doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.01.003
231. Singh R. N., Acharya R. M., Biswas D. K. (1970). Evaluation of Genetic and Non-genetic Factors Affecting Some Economic Traits in Goat. *Acta Agriculturae Scandinavica* 20 (1): 10-14. doi: 10.1080/00015127009433195
232. Skapetas B., Bampidis V. (2016). Goat production in the World: present situation and trends. *Livestock research for Rural development* 28 (11): 200
233. Smistad M., Sølvørød L., Inglingstad R. A., Østerås O. (2021). Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats. *Journal of Dairy Science* 104 (11): 11878-11888. doi: 10.3168/jds.2021-20549
234. Steine T. A. (1975): Factors affecting traits of economic importance in goats. *Meld. Norges Landbrukshøgsk* 54: 1-30
235. Strzałkowska N., Józwiak A., Bagnicka E., Józef Krzyżewski J., Horbańczuk K., Pyzel B., Jarosław Olav Horbańczuk J. O. (2009). Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. *Animal Science Papers and Reports* 27(4): 311-320
236. Sung Y. Y., Wu T. I., Wang P. H. (1999). Evaluation of milk quality of Alpine, Nubian, Saanen and Toggenburg breeds in Taiwan. *Small Ruminant Research* 33 (1): 17-23
237. Sušić V., Mioč B., Pavić V., Barać Z., Mulc D. (2010). Utjecaj tjelesne kondicije na reprodukciju i proizvodnju. In: *Proceedings of 12th conference of sheep and goat breeders in the Republic of Croatia*, (Mulc D. ed) Croatian Agricultural Agency, Zadar, Hrvatska, pp. 47-51
238. Šlyžius E., Anskienė L., Palubinskas G., Juozaitienė V., Šlyžienė B., Juodžentytė R., Laučienė L. (2023). Associations between Somatic Cell Count and Milk Fatty Acid and Amino Acid Profile in Alpine and Saanen Goat Breeds. *Animals* 13: 965. doi: 10.3390/ani13060965
239. Taiwo Idowu S., Olufunke Adewumi O. (2017). Genetic and Non-Genetic Factors Affecting Yield and Milk Composition in Goats. *Advances in Dairy Research*, 05(02). doi:10.4172/2329-888x.1000175
240. Tarrés J., Bidanel J. P., Hofer A., Ducrocq, V. (2006). Analysis of longevity and exterior traits on Large White sows in Switzerland. *Journal of animal science*, 84(11): 2914-2924

241. Thomson B. C., Smith N. B., Muir P. D. (2020). Effect of birth rank and age at first lambing on lifetime performance and ewe efficiency. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 64 (4): 529-539. doi: 10.1080/00288233.2020.1745853
242. 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
243. Todaro M., Dattena M., Acciaioli A., Bonanno A., Bruni G., Caroprese M., Marinucci M. T. (2015). Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: Physiological and technical insights. *Small Ruminant Research* 126: 59–66. doi: 10.1016/j.smallrumres.2015.01.022
244. Torres-Vázquez J. A., Valencia-Posadas M., Castillo-Juárez H., Montaldo H. H. (2009). Genetic and phenotypic parameters of milk yield, milk composition and age at first kidding in Saanen goats from Mexico. *Livestock Science* 126: 147–153. doi: 10.1016/j.livsci.2009.06.008
245. Trancoso I. M., Trancoso M. A., Martins A. P. L., Roseiro L. B. (2010). Chemical composition and mineral content of goat milk from four indigenous Portuguese breeds in relation to one foreign breed. *International Journal of Dairy Technology* 63 (4): 516–522. doi: 10.1111/j.1471-0307.2010.00625.x
246. Tsuruta S., Misztal I., Lawlor T. J. (2005). Changing definition of productive life in US Holsteins: Effect on genetic correlations. *J. Dairy Sci.* 88:1156–1165.
247. Voutsinas L., Pappas C., Katsiari M. (1990). The composition of Alpine goats' milk during lactation in Greece. *Journal of Dairy Research* 57: 41-51. doi: 10.1017/s0022029900026595
248. Vrdoljak J. (2021). Povezanost morfologije vimena s proizvodnjom mlijeka i zdravljem mliječne žlijezde alpina koza (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Agriculture)
249. Watkin J. E., Knowles F. (1946) . The influence of age and of factors causing variation during lactation on the milk yield of the goat. *British Goat Society's Yearbook 1946* : 4 – 12
250. Webb E.C. (2014). Goat meat production, composition, and quality. *Animal Frontiers* 4 (4): 33–37. doi: 10.2527/af.2014-0031
251. Weppert M., Hayes J. F. (2004). Direct genetic and maternal genetic influences on first Lactation production in four breeds of dairy goats. *Small Ruminant Research* 52 (2004): 173–178. doi: 10.1016/S0921-4488(03)00221-9
252. Wickham H. (2016). *Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer: New York, NY, USA. Available online: <https://ggplot2.tidyverse.org> (accessed on 1 April 2021).

253. Wilson D. J., Stewart K. N., Sears P. M. (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): 165–169. doi: 10.1016/0921-4488(95)00622-r
254. Wolber M. R., Hamann H., Herold P. (2021). Genetic analysis of lifetime productivity traits in goats, *Arch. Anim. Breed.* 64: 293–304. doi: 10.5194/aab-64-293-2021
255. Yakan A., Özkan H., Eraslan Şakar A., Ateş C. T., Ünal N., Koçak Ö., Doğruer G., Özbeyaz C. (2019). Milk yield and quality traits in different lactation stages of Damascus goats: Concentrate and pasture based feeding systems. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 66: 117-129. doi: 10.33988/auvfd.547470
256. Yao T. S., Eaton O. N. (1954). Postnatal growth and histological development of reproductive organs in male goats. *American Journal of Anatomy* 95 (3): 401–431. doi: 10.1002/aja.1000950303
257. Yusuff A. T., Badmos A. A., Awofadeju E. V., Akintunde A. A., Alli O. I., Chimezie V. O., Fayeye T. R. (2021). Somatic Cell and Cheesemaking Variables of WAD Goat Milk: Influence of Parity and Lactation Stage. *Tropical Animal Science Journal* 44(4):502-510. doi: 10.5398/tasj.2021.44.4.502
258. Zamuner F., Di Giacomo K., Cameron A. W. N., Leury B. J. (2019). Effects of month of kidding, parity number, and litter size on milk yield of commercial dairy goats in Australia. *Journal of Dairy Science* 103 (1): 954-964. doi: 10.3168/jds.2019-17051
259. Zazharska N., Boyko O., Brygadyrenko V. (2018). Influence of diet on the productivity and characteristics of goat milk. *Indian J. Anim. Res.* 52 (5) 2018: 711-717. doi: 10.18805/ijar.v0iOF.6826
260. Zenebe T., Ahmed N., Kabeta T., Kebede G. (2014). Review on Medicinal and Nutritional Values of Goat Milk. *Academic Journal of Nutrition* 3 (3): 30-39. doi: 10.5829/idosi.ajn.2014.3.3.93210
261. 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 (3): 269–274. doi: 10.1016/0921-4488(95)00658-8
262. Zeng S. S., Escobar E. N. (1996). Effect of breed and milking method on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small Ruminant Research* 19 (2): 169–175. doi: 10.1016/0921-4488(95)00744-x
263. Zeng S. S., Escobar E. N., Popham, T. (1997). Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. *Small Ruminant Research*, 26(3): 253–260. doi:10.1016/s0921-4488(96)01002-4

264. Zhao Z., Yang T., Qiao L., He Q., Dai Z. (2019). Reproductive Characteristics of Dazu Black Goats, a Newly Discovered Chinese Indigenous Breed Resource with High Litter Sizes. *Pakistan J. Zool.* 51 (2): 399-403
265. Ziadi C., Sánchez J. P., Sánchez M., Morales R., Molina A. (2023). Survival analysis of productive life in Florida dairy goats using a Cox proportional hazards model. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 140 (4): 431-439. doi: 10.1111/jbg.12769
266. Zoa-Mboe A., Michaux J. C., Detilleux C., Kebers C., Farnir F. P., Leroy P. L., (1997). Effects of parity, breed, herd-year, age, and month of kidding on the milk yield and composition of dairy goats in Belgium. *J. Anim. Breed. Genet.* 114: 201-213
267. Zygoyiannis D., Katsaounis N. (1986). Milk yield and milk composition of indigenous goats (*Capra prisca*) in Greece. *Animal Production*, 42 (03): 365–374. doi:10.1017/s0003356100018146
268. Zygoyiannis D. (1994). A note on the effect of number and genotype of kids on milk yield and composition of indigenous Greek goats (*Capra prisca*). *Animal Science* 58 (03): 423–426. doi: 10.1017/s0003356100007388
269. Žan Lotrič M., Flisar T., Jevšinek Skok D., Kompan D. (2015). Lifetime production of slovenian local goat breeds. *Poljoprivreda* 21 (1): 166-169. doi: 10.18047/poljo.21.1.sup.39
270. Žan Lotrič M., Zajc P., Simčič M., Mulc D., Barać Z., Špehar M. (2017). Analysis of milk production traits of Alpine and Saanen goat populations in Croatia and Slovenia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(3): 307-310
271. 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

Rođen 1964. godine u Beogradu. Djetinjstvo i prve godine osnovne škole proveo u Slavonskom Brodu. U Zagreb seli 1974. godine gdje završava osnovnu školu. Prva dva razreda srednje završava u Matematičkom-informatičkom obrazovnom centru, a treću i četvrtu godinu srednjoškolskog obrazovanja završava u Elektrotehničkom obrazovnom centru „Nikola Tesla“-smjer jake struje. Diplomira 1994. godine na Agronomskom fakultet Sveučilišta u Zagrebu-smjer stočarstvo obranom diplomskog rada naslova „Ekološki uvjeti Limskog kanala za razvoj marikulture“. Sudjeluje u Domovinskom ratu na južnom ratištu, a tijekom vojno-redarstvene operacije „Oluja“ na području Banovine.

Po završetku fakulteta zapošljava se u Ihtiolško-ornitološkom parku Crna Mlaka na radnom mjestu glavnog tehnologa za proizvodnju riblje mlađi. Tijekom 1997. i 1998. godine je zaposlen u Hrvatskom fondu za privatizaciju na radnom mjestu Voditelj ureda za kuponsku privatizaciju Zagrebačke županije.

Godine 1999. zapošljava se u Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji u kojoj tijekom godina radi na poslovima: Voditelj središnjeg laboratorija za ispitivanje kvalitete mlijeka, Načelnik odjela za razvoj ovčarstva kozarstva i uzgoja malih životinja te Viši stručni savjetnik-specijalist u Uredu ravnatelja. Bio je član Stručne skupine Europske Komisije za tržište ovčjeg i kozjeg mesa te član Stručne skupine za Civilni dijalog organizacije Copa-Cogeca za ovčarstvo i kozarstvo. U skladu sa reformom državne i javne uprave 2019. godine raspoređuje se na rad u Ministarstvo poljoprivrede na radno mjesto Voditelj službe za govedarstvo, ovčarstvo i kozarstvo u Upravi za stočarstvo i kvalitetu hrane. Tijekom predsjedanja Republike Hrvatske Europskom Unijom bio je predsjedavajući Stručne radne skupine za Codex Alimentarius Odbor za mlijeko i mliječne proizvode. Član je odbora i stručnih skupina Europske Unije: Odbor i Stručna skupine za zajedničko poljoprivredno tržište (CMO) - animalni proizvodi; Podskupina za emisije metana u poljoprivredi, Stručna skupina za održivost i kvalitetu poljoprivrede i ruralnog razvoja; Radna skupina Europskog mehanizma pripravnosti i odgovora na krizu sigurnosti hrane.

Objavio je kao autor ili koautor 4 rada iz skupine a1 u znanstvenim časopisima indeksiranim u bazi Web of Science Core Collection (WoSCC), te 3 znanstvena rada iz skupine a2 i 6 znanstvenih radova iz skupine a3. Sudjelovao je na više međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova na kojima je usmeno ili preko postera izložio i branio radove vezane uz temu doktorata.

Popis objavljenih znanstvenih radova:

Znanstveni radovi prve skupine (a1):

1. Klir Ž., Potočnik K., Antunović Z., Novoselec J., Barać Z., Mulc D., Kompan D. (2015). Milk production traits from Alpine breed of goats in Croatia and Slovenia. *Bulgarian journal of agricultural science* 21 (5): 1064-1068
2. Kasap A., Špehar M., Držaić V., Mulc D., Barać Z., Antunović Z., Mioč B. (2019). Impact of parity and litter size on dairy traits in Istrian ewes. *Journal of Central European agriculture* 20 (2): 556-562. doi: 10.5513/JCEA01/20.2.2169
3. Špehar M., Mulc D., Barać Z., Mioč B., Kasap A. (2019). Estimation of genetic parameters for dairy traits using repeatability animal models based on test-day data for Alpine goat in Croatia. *Mljekarstvo* 69 (4): 215-221. doi: 10.15567/mLjekarstvo.2019.0401
4. Špehar M., Mulc D., Barać Z., Mioč B., Kasap A. (2020). Estimation of genetic parameters for dairy traits in Pag sheep with single and multi – trait test–day models. *Small Ruminant Research* 183: 1-6. doi: 10.1016/j.smallrumres.2019.106029

Znanstveni radovi druge skupine (a2)

1. Mioč B., Pavić V., Barać Z., Sušić V., Prpić Z., Vnučec I., Mulc D. (2006). Vanjština rapske ovce. *Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva*, 60 (3): 163-171
2. Žan L., Metka Z., Polonca S., Mojca; Mulc D., Barać Z., Špehar M. (2017). Analysis of milk production traits of Alpine and Saanen goat populations in Croatia and Slovenia. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 82 (3): 307-310
3. Tariba B., Kostelić A., Salajpal K., Roić B., Mulc D., Jurković D., Andrašić M., Šalamon D. (2017). Utjecaj infekcije virusom artritis encefalitisa koza na proizvodnju mlijeka u stadima francuske alpske koze sjeverozapadne Hrvatske. *Stočarstvo : časopis za unapređenje stočarstva*, 69 (3-4): 79-84. doi:http://hrcak.srce.hr/175775

Znanstveni radovi treće skupine (a3)

1. Barać Z., Pavić V., Mioč B., Vnučec I., Mulc D.(2006). Vanjština rapske ovce. In: *Proceedings of 41th Croatian and 1th International symposium on agriculture*, (Jovanovac S., Kovačević V., eds) Faculty of Agriculture, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, pp. 545-546
2. Mulc D., Barać Z., Prpić Z., Vnučec I., Pavić V., Mioč B. (2007). Povezanost broja somatskih stanica i kemijskog sastava kozjeg mlijeka. In: *Proceedings of 42th Croatian and 2th International symposium on agriculture*, (Pospišil M. ed), Faculty of Agriculture in Zagreb, University of Zagreb, pp. 556-559

3. Kasap A., Mioč B., Kaić A., Jurković D., Pavić V., Mulc D. (2011). Neke odlike trupova janjadi ličke pramenke. In: Proceedings of 46th Croatian and 6th International symposium on agriculture, (Pospišil M. ed) Faculty of Agriculture in Zagreb, University of Zagreb, pp. 858-861
4. Držaić V., Kasap A., Mulc D., Mioč B. (2017). Production and milk composition of Istrian sheep. In: Proceedings of 28th Annual Meeting of DAGENE, (Peter M. ed) Budimpešta, Mađarska, pp. 82-85
5. Prpić Z., Zorko J., Vnučec I., Mioč B., Barać Z., Mulc D. (2019). Porodna masa i odlike rasta muške janjadi hrvatskih izvornih pasmina ovaca. In: Proceedings of 54th Croatian and 14th International symposium on agriculture, (Mioč B., Širić I. eds), Faculty of Agriculture in Zagreb, University of Zagreb, pp. 501-505
6. Prpić Z., Huzanić K., Mulc D., Vnučec I., Galik B., Mioč B., Barać Z. (2020). Porodna masa i odlike rasta muške jaradi izvornih i inozemnih pasmina koza u Hrvatskoj. In: Proceedings of 55th Croatian and 15th International symposium on agriculture, (Mioč B., Širić I., eds) Faculty of Agriculture in Zagreb, University of Zagreb, pp. 459-463

Radovi na međunarodnom znanstvenom skupu

1. Mulc D., Barać Z., Jurković, D. (2010). Proizvodne odlike izvornih pasmina ovaca u Republici Hrvatskoj, In: Knjiga sažetaka Konferencije o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine s međunarodnim sudjelovanjem, (Marković D., Jeremić J., eds), Poreč, pp. 72-72
2. Tariba B., Kostelić A., Salajpal K., Roić B., Mulc D., Jurković D., Šalamon D. (2011). Influence of infection with caprine arthritis encephalitis virus on milkproduction of french alpine goats in croatia. In: Abstracts & plenary lectures, 19th animal science days, (Kapš M., ed), Quadrilateral collaboration in animal science as a perspective forimprovement of education and production, Faculty of agriculture, University of Zagreb, pp. 8-8
3. Špehar M., Barać Z., Kastelic M., Mulc D., Jurković D., Mioč B. (2012). Genetic parameters for milk traits using fixed regression models for Istrian sheep in Croatia. In: Book of Abstracts of 63tr Annual Meeting of European Federation of Annimal Science, (EAAP Scientific Committee, eds), Wageningen Academic Publishers, pp. 266-266
4. Mulc D., Špehar M., Pocrnić I., Mioč B., Jurković D., Barać Z. (2014). Utjecaj dobi kod prvog jarenja na proizvodnju mlijeka u prvoj laktaciji koza alpina pasmine. In: Book of Abstracts of 49th Croatian and 9th International symposium on agriculture, (Marić S., Lončarić Z., eds) Faculty of Agriculture, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, pp. 179-179
5. Kis G., Mulc D., Barac Z. (2017). The impact of climate change on the production and composition of goat milk in Northwest of Croatia. In: Book of Abstracts of the 68th Annual

- Meeting of the European Federation of Animal Science, (Strandberg E., Savoini G., Spoolder H.A.M., Sauerwein H., Tichit M., Klopčič M., Conington J., Knol E.F., Santos A.S., Veldkamp T., Halachmi I., Pollott G., eds) Wageningen Academic Publishers, pp. 359-359
6. Špehar M., Mulc D., Jurković D., Sinković T., Kasap A., Barać Z. (2018). Genetic parameters estimation for reproductive traits of goat breeds in Croatia. Book of Abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, (In EAAP Scientific Committee, eds) Wageningen Academic Publishers, pp. 512-512
 7. Barković S., Šalamon D., Sinković T., Mulc D., Barać Z., Džidić A. (2021). Usporedba modela laktacijskih krivulja u ovaca. In: Book of Abstracts of 56th Croatian and 16th International symposium on agriculture, (Rozman V., Antunović Z., eds) Faculty of Agriculture, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, pp. 250-250

Ostali objavljeni radovi

1. Sušić V., Mioč B., Pavić V., Barać Z., Mulc D. (2010). Utjecaj tjelesne kondicije na reprodukciju i proizvodnju. In: Proceedings of 12th conference of sheep and goat breeders in the Republic of Croatia, (Mulc D., ed), Croatian Agricultural Agency, Hrvatska, pp. 47-51
2. Mioč B., Pavić V., Barać Z., Vnučec I., Prpić Z., Mulc D., Špehar M. (2011). Program uzgoja ovaca u Republici Hrvatskoj. Zagreb: Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza
3. Mioč B., Barać Z., Pavić V., Prpić Z., Mulc D., Špehar M. (2012). Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj. Zagreb: Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza
4. Barać Z., Dražić M. M., Solić D., Fatović Ž., Bulić V., Ivkić Z., Špehar M., Mahnet Ž., Mulc D., Poljak F. (2013). 100 godina organiziranog uzgojno-seleksijskog rada u stočarstvu Hrvatske. Zagreb. Hrvatska poljoprivredna agencija
5. Sušić V., Mioč B., Pavić V., Mulc D., Barać Z. (2013). Primjena križanja u ovčarstvu i kozarstvu. In: Proceedings of 15th conference of sheep and goat breeders in the Republic of Croatia, (Mulc D., ed) Croatian Agricultural Agency, Zadar, Hrvatska, pp. 46-51
6. Štoković I., Kostelić A., Džakula R., Mulc D. (2014). Kuda idu hrvatsko ovčarstvo i kozarstvo?. In: Proceedings of 16th conference of sheep and goat breeders in the Republic of Croatia, (Mulc D., ed), Croatian Agricultural Agency, Hrvatska, pp. 113-117
7. Sušić V., Ekert Kabalin A., Mulc D., Menčik S., Maurić M., Vlahek I. (2016). Očekivana proizvodnost stada. In: Proceedings of 18th conference of sheep and goat breeders in the Republic of Croatia, (Mulc D., ed), Croatian Agricultural Agency, Hrvatska, pp. 33-37