

Procjena utjecaja uzgoja u srodstvu na svojstva mliječnosti istarske ovce

Kurelović, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:204:205697>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**PROCJENA UTJECAJA UZGOJA U SRODSTVU NA
SVOJSTVA MLIJEČNOSTI ISTARSKÉ OVCE**

DIPLOMSKI RAD

Ana Kurelović

Zagreb, ruján, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mlijeka

**PROCJENA UTJECAJA UZGOJA U SRODSTVU NA
SVOJSTVA MLIJEČNOSTI ISTARSKÉ OVCE**

DIPLOMSKI RAD

Ana Kurelović

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ante Kasap

Zagreb, ruján, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Ana Kurelović, JMBAG 0178118657, rođena 13.09.1999. u Puli, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

PROCJENA UTJECAJA UZGOJA U SRODSTVU NA SVOJSTVA MLIJEČNOSTI ISTARSKJE OVCE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice Ane Kurelović, JMBAG 0178118657, naslova

PROCJENA UTJECAJA UZGOJA U SRODSTVU NA SVOJSTVA MLIJEČNOSTI ISTARSKÉ OVCE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____ .

Povjerenstvo:

potpis:

1. izv. prof. dr. sc. Ante Kasap, mentor

2. prof. dr. sc. Jelena Ramljak, član

3. izv. prof. dr. sc. Milna Tudor Kalit, član

Zahvala

Veliko hvala mom mentoru, izv.prof.dr.sc. Anti Kasapu, koji je bio izvanredan mentor tijekom cijelog procesa izrade ovog diplomskog rada. Hvala za svaku nesebičnu pomoć, stručnost i predanost, koji nisu samo oblikovali kvalitetu mog rada, već su značajno utjecali na moje osobno i stručno usavršavanje. Hvala što ste uvijek bili spremni pomoći, pružali savjete, ohrabrenje i iskreno razumijevanje.

Hvala i mojim kolegama s kojima sam prolazila i najbolje i najgore dane studiranja. A posebno hvala kolegi Bartolu Smutnom koji je imao strpljenja da mi svaki novi pojam približi i pojasni.

Hvala i kompaniji Agrolaguna d.d. koja mi je pružila priliku da svoje teorijsko znanje obogatim kroz praksu, a posebno se zahvaljujem djelatnici Nicol Banko koja je od prvog dana bila velika pomoć, podrška i motivacija.

Na kraju veliko hvala i mojoj obitelji jer bez Vaše podrške danas ne bi bila tu gdje jesam.

Sadržaj

Sažetak.....	I
Summary.....	II
1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Istarska ovca	3
2.1.1. Nastanak i uporabna važnost pasmine	5
2.1.2. Brojnost populacije	7
2.1.3. Vanjština istarske ovce	9
2.1.4. Pokazatelji količine i kvalitete proizvedenog mlijeka.....	11
2.2. Uzgoj u srodstvu (inbriding).....	13
2.2.1. Inbriding depresija kod ovaca	14
3. Materijali i metode rada	16
3.1. Utvrdjivanje količine i kvalitete proizvedenog mlijeka istarske ovce.....	16
3.2. Statistička obrada podataka	18
3.2.1. Izrada pedigrea i kontrola njegove informativnosti.....	18
3.2.2. Priprema fenotipskih podataka i deskriptivna statistička analiza.....	18
3.2.3. Inferencijalna statistička analiza	19
4. Rezultati i rasprava	20
4.1. Kompletnost rodovnika	20
4.2. Uzgoj u srodstvu (inbriding) u populaciji istarske ovce	21
4.2.1. Distribucija koeficijenta inbridinga (F) u populaciji istarske ovce.....	21
4.2.2. Trend koeficijenta inbridinga (F) u populaciji istarske ovce.....	22

4.3.	Utvrđeni pokazatelji laktacijskih odlika istarske ovce	23
4.4.	Utjecaj negenetskih čimbenika na pokazatelje mliječnosti istarske ovce.....	26
4.4.1.	Utjecaj rednog broja laktacije, broja janjadi u leglu i sezone janjenja na proizvodnju i kemijski sastav mlijeka	26
4.4.2.	Utjecaj uzgoja u srodstvu na proizvodnju i kemijski sastav mlijeka.....	31
5.	Zaključak	36
6.	Popis literature	37
	Životopis	45

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Ana Kurelović**, naslova

PROCJENA UTJECAJA UZGOJA U SRODSTVU NA SVOJSTVA MLIJEČNOSTI ISTARSKJE OVCE

Utjecaj uzgoja u srodstvu (kvantificiran koeficijentom F) na svojstva mliječnosti je nedovoljno istražen kod ovaca, a budući da je u većini stada istarske ovce mlijeko glavni proizvod, cilj rada bio je utvrditi kako F utječe na 1) količinu proizvedenog mlijeka i 2) udjele masti i bjelančevina u mlijeku. Istraživanje je provedeno na proizvodnim podacima prikupljenim u uzgojno valjanoj populaciji istarske ovce rutinskim kontrolama mliječnosti propisanim nacionalnim uzgojnim programom. Analiza je izvršena multi-faktorijalnim statističkim modelom (metoda ANCOVA) u kojeg je uz ostale izvore fenotipske varijabilnosti (veličina legla, redosljed laktacije, sezona, stado te trajanje sisanja i mužnje) uključen prethodno procijenjeni koeficijent uzgoja u srodstvu temeljem podataka iz rodovnika (F_{ped}). Prosječni F_{ped} populacije je bio 9%. Regresijom fenotipskih vrijednosti na F_{ped} utvrđena je pozitivna povezanost F_{ped} s količinom proizvedenog mlijeka, a negativna sa sadržajem mliječne masti i bjelančevina ($P > 0,05$). Za generalizaciju utjecaja F_{ped} na svojstva mliječnosti kod ovaca potrebna su dodatna istraživanja.

Ključne riječi: istarska ovca, mlijeko, uzgoj u srodstvu

Summary

Of the master's thesis – student **Ana Kurelović**, entitled

THE IMPACT OF INBREEDING ON DAIRY TRAITS OF ISTRIAN SHEEP BREED

The impact of inbreeding (measured by coefficient F) on dairy traits has been insufficiently researched in sheep, and since milk is the main product of Istrian sheep, the aim of the study was to determine how level of the F affects 1) milk yield and 2) fat and protein content in milk. The research was conducted on "field" data collected in nucleus flocks during milking controls that are obligatory according to the national breeding program. The analysis was performed using a multifactorial statistical model (ANCOVA method). The coefficient of inbreeding, previously estimated from the pedigree (F_{ped}), was included in the statistical model together with other sources of phenotypic variability (litter size, parity, season, flock, and duration of suckling and milking periods). The average F_{ped} of the population was 9%. The regression of phenotypic values on F_{ped} revealed a positive relationship between F_{ped} and the milk yield ($P > 0.05$), and a negative relationship between F_{ped} and content of fat and protein ($P > 0.05$). Additional research is needed in the future to generalize the impact of F_{ped} on dairy traits in sheep.

Keywords: Istrian sheep, milk, inbreeding

1. Uvod

Ovčarstvo predstavlja važnu granu stočarstva u mnogim zemljama diljem svijeta, a posebno u onim dijelovima gdje prevladava oskudna vegetacija te je mogućnost ratarske proizvodnje i uzgoj krupnije stoke otežan. Na svjetskoj razini ovčje meso predstavlja najvažniji ovčji proizvod, ali u mnogima zemljama ili njihovim pojedinim dijelovima (kao što su to zemlje Mediterana) mlijeko zapravo predstavlja glavni izvor prihoda od ovčarstva. Ovčarska proizvodnja tradicionalna je aktivnost stanovništva Hrvatske, te se pretežito temelji na uzgoju autohtonih pasmina kao i na korištenju prirodnih samoniklih pašnjaka. Ovce su najzastupljenije u priobalnim područjima kao i na otocima. U Hrvatskoj se ovce većinom uzgajaju radi mesa (posebno janjetine), a samo se ih se manji broj muze (Mioč i sur., 2012). Prema godišnjem izvješću Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu (HAPIH, 2024), u 2023. godini u Hrvatskoj ima oko 500 000 grla ovaca (najviše na prostorima Zadarske, Bjelovarsko-bilogorske i Šibensko-kninske županije). Istra generalno ima pogodne uvjete za razvoj ovčarske proizvodnje koji se osim na tradiciji temelji i na prostranim prirodnim pašnjacima ali i na postojanju globalno prepoznatljivih proizvoda (istarski sir i skuta). Unatoč gospodarskoj orijentaciji stanovništva Istre prema turizmu i ugostiteljstvu, što s jedne strane predstavlja potencijalnu opasnost u vidu smanjenog interesa za bavljenje ovčarstvom, zadnjih je godina sve izraženiji razvoj ruralnog turizma koji nudi značajne prihodovne mogućnosti za uzgajivače ovaca. Proizvodnja ovčjeg mlijeka je zahtjevna stočarska grana, a proizvodnost nekog gospodarstva koje se bavi ovom aktivnosti je uvjetovana skupnim djelovanjem genotipa i okolišnih čimbenika (hranidba, smještaj, mikroklima, organizacija mužnje itd.). Istarska ovca dominantna je pasmina ovaca koja se u Istri koristi za proizvodnju mlijeka. Izvorno pripada skupini ovaca kombiniranih proizvodnih odlika (mlijeko-meso-vuna), ali zbog uzgojnog cilja i činjenice da pojedina grla iskazuju izrazitu mliječnost, u ovčarskim krugovima ponekad slovi kao mliječna pasmina premda selekcija na mliječnost u ovoj populaciji ranije nije sustavno provedena (Mioč i sur., 2012). Svjesni njenog genetskog potencijala za proizvodnju mlijeka, u novije vrijeme uzgajivači i struka nastoje provoditi planski uzgojno selekcijski rad u matičnim stadima ove pasmine. Uzgojno valjana populacija istarske ovce je posljednjih desetljeća podvrgnuta sustavnoj kontroli mliječnosti i bilježenju geneoloških i drugih važnih podataka, čime je stvorena osnova za provedbu genetskog vrednovanja, ali i brojnih znanstvenih istraživanja.

Genetsko vrednovanje uzgojno valjane populacije istarske ovce se u novije vrijeme provodi korištenjem najboljeg linearnog nepristranog predviđanja (engl. best linear unbiased prediction, BLUP), a rezultati istog su dostupni uzgajivačima i trebali bi biti glavni kriterij odabira jedinki za rasplod jer predstavljaju najobjektivniju procjenu genetske vrijednosti temeljenu na opsežnoj podatkovnoj analizi (HAPIH, 2021). Uz selekcijski napredak koji bi trebao osigurati trajno povećanje proizvodnosti istarske ovce na razini genoma, primjena suvremenih dostignuća u menadžmentu stada, trebala bi rezultirati vidno boljom proizvodnjom od one koja je trenutno prisutna u većini stada ove pasmine. Isto tako, kako bi se pored selekcijskog napretka sačuvao i genetski varijabilitet pasmine, te izbjegle neke

nepredvidive štetne pojave u populaciji, potrebno je voditi računa da se uzgoj u srodstvu (inbriding) minimizira planskim sparivanjem.

Uzgoj u srodstvu predstavlja parenje jedinki koje u nekoj od svojih prethodnih generacija imaju zajedničke pretke, a gledajući sa stajališta promjena koje se događaju na razini genoma, njegovo prakticiranje vodi ka povećanju homozigotnosti genoma (Mioč i Kasap, 2018). Na taj način se povećavaju šanse da se učinci nekih štetnih gena manifestiraju na razini fenotipa u vidu degenerativnih mana ili opadanja vitalnosti, plodnosti, imuniteta ili bilo kojeg drugog proizvodnog pokazatelja u populaciji (inbriding depresija).

1.1. Cilj istraživanja

Obzirom da je kod ovaca utjecaj uzgoja u srodstvu na svojstva mliječnosti još uvijek nedovoljno istražen, procjenom koeficijenta uzgoja u srodstvu (temeljem podataka iz rodovnika), povezivanjem dobivenih koeficijenata s fenotipskim podacima prikupljenim u kontrolama mliječnosti, te naposljetku primjenom multi-faktorijalnih statističkih modela u podatkovnoj analizi, utvrditi će se smjer i intenzitet utjecaja inbridinga na svojstva mliječnosti grla pasmine istarska ovca.

2. Pregled literature

2.1. Istarska ovca

Istarska ovca je pasmina ovaca jedinstvenog izgleda (Slika 2.1.1.) kako na nacionalnoj tako i na svjetskoj razini koja je nastala na širem području Istre gdje se i danas uzgaja (Mioč i sur., 2012). Današnja istarska ovca spada u skupinu kombiniranih pasmina ovaca (mlijeko i meso), a primarni cilj njenog uzgoja na većini gospodarstava je proizvodnja mlijeka, koje se gotovo u potpunosti prerađuje u tradicionalni tvrdi, punomasni ovčji sir (Slika 2.1.2.) (uglavnom na OPG-ovima). Suvremeni trendovi i razvoj turizma, te sve slabiji interes za bavljenje ovčarstvom među mlađom populacijom prijeti očuvanju autohtonih pasmina pa tako i istarske ovce. Naime, jačanje turizma i s njim povezanih djelatnosti postaju prioritet, što dovodi do napuštanja OPG-ova koja su tradicionalno bila posvećena uzgoju ovaca, u prvom redu ove pasmine. Unatoč svojoj važnosti za gospodarstvo i prepoznatljivost ruralnih dijelova Istre, populacija istarske ovce danas broji svega 1002 jedinki (HAPIH, 2024), što je čini potencijalno ugroženom hrvatskom autohtonom pasminom ovaca.



Slika 2.1.1. Istarske ovce na paši.

Izvor: Kurelović Ana



Slika 2.1.2. Istarski ovčji sir.

Izvor: Kurelović Ana

2.1.1. Nastanak i uporabna važnost pasmine

Istarska ovca je rezultat oplemenjivanja lokalnih ovaca sa šireg područja Istre korištenjem ovnova nekih inozemnih pasmina kako bi se poboljšala njihova učinkovitosti u proizvodnji vune, mlijeka i mesa. U oplemenjivanju autohtonih ovaca najveći inozemni doprinos su imali ovnovi pasmine ovaca Gentile di Puglia i Bergamasca (Mioč i sur., 2012). Putinja (2005) navodi kako su prva oplemenjivanja i poboljšanja proizvodnosti autohtonih istarskih ovaca koje su bile slabo produktivne, započela krajem 18. stoljeća, odnosno 1771. godine na temelju revolucionarnih ideja austrijske carice Marije Terezije i njenog dekreta temeljem kojeg dolazi do osnivanja pripusnih stanica gdje su se koristili uvezeni inozemni ovnovi pasmina Gentile di Puglia, Southdown, Merinolandschaf, Bergamo i Merino. Mioč i sur. (2012) navode kako je u nekim starijim zapisima (Rake, 1957) istaknuto kako je na području Rovinja, Bala, Vodnjana i Pule uzgajan tip ovce s izraženom mliječnošću. Ovaj tip ovce je prevladavao na širem uzgojnom području Istre od druge polovice 19. stoljeća do danas. Jardas (1984) u svojim zapisima posebno ističe najzrasliji soj istarske ovce (veprinačku ovcu), čije je izvorno uzgajališno područje bilo uz istočnu obalu poluotoka, odnosno na širem području Opatije. Danas se ove populacije poimaju jedinstvenom pasminom i do sada nisu napravljene genetske analize koje bi dokazale njihovu različitu genezu.



Slika 2.1.1.1. Ovan istarske ovce

Izvor: Kurelović Ana

Iz već spomenutih zapisa profesora Ante Rake poznato je kako se sredinom prošlog stoljeća u južnom i jugozapadnom dijelu Istre uzgajalo oko 10 000 istarskih muznih ovaca. Danas ih se uzgaja manje od 3 000 na području cijele Istre, a kao najvažnije čimbenike velikog pada brojnosti populacije istarske ovce Mioč i sur. (2012) navode sljedeće:

- ratna događanja (Prvi i Drugi svjetski rat),
- veliku gospodarsku krizu od 1924. do 1936,
- prodaju domaćinstava,
- bolest brucelozu,
- nedostatak radne snage,
- nezainteresiranost za rad i
- neorganiziranost proizvodnje.

Iako je istarska ovca, uz istarsko govedo, dugi niz godina predstavljala temelj regionalne stočarske proizvodnje, nakon spomenutih križanja, vrlo malo pažnje je posvećivano sustavnom uzgojno selekcijskom radu. Mioč i sur. (2012) navode kako je selekcijski rad često bio započet pa prekinut ili povjeravan isključivo nedovoljno kvalificiranim pastirima i uzgajivačima, što je rezultiralo gotovo neznatnim promjenama proizvodnih kapaciteta istarske ovce u posljednjih nekoliko desetljeća. Pored nedovoljno iskorištenih genetskih resursa za genetski napredak pasmine, razloge za relativno lošu afirmaciju pasmine svakako treba tražiti i u nedovoljnoj promociji, standardizaciji i dostatnosti visokovrijednih proizvoda istarske ovce. Obzirom na ograničen i vrlo skroman broj ovaca, proizvodi istarske ovce su uglavnom prisutni u malim količinama na poprilično neorganiziranom tržištu, a tek u novije vrijeme se aktivno radi na standardizaciji i prepoznatljivosti tih proizvoda među potrošačima. Najaktivniji subjekt u tom segmentu trenutno je Agencija za ruralni razvoj Istre (AZRRI).

2.1.2. Brojnost populacije

Iz Tablice 2.1.2.1. u kojoj je prikazana brojnost uzgojno valjanih populacija ovaca koje se primarno uzgajaju radi proizvodnje mlijeka razvidno je kako istarska ovca zaostaje po brojnosti u odnosu na druge pasmine koje se mužu u Hrvatskoj; a iz Tablice 2.1.2.2. kako brojnost uzgojno valjanje populacije opada u posljednjih nekoliko godina. Razlozi opadanja brojnosti uzgojno valjane populacije, uz konstantan broj ukupne populacije proizlaze uglavnom zbog dodatnih obaveza kojih su se dužni pridržavati uzgajivači u provedbi uzgojnog programa.

Tablica 2.1.2.1. Broj uzgojno valjanih grla mliječnih pasmina ovaca u Hrvatskoj

Pasmina	Uzgajivači	Šilježice	Ovnovi	Ovce	Ukupno
Lakon	16	422	70	1718	2210
Paška	32	161	115	3351	3627
Istarska	12	160	37	805	1002

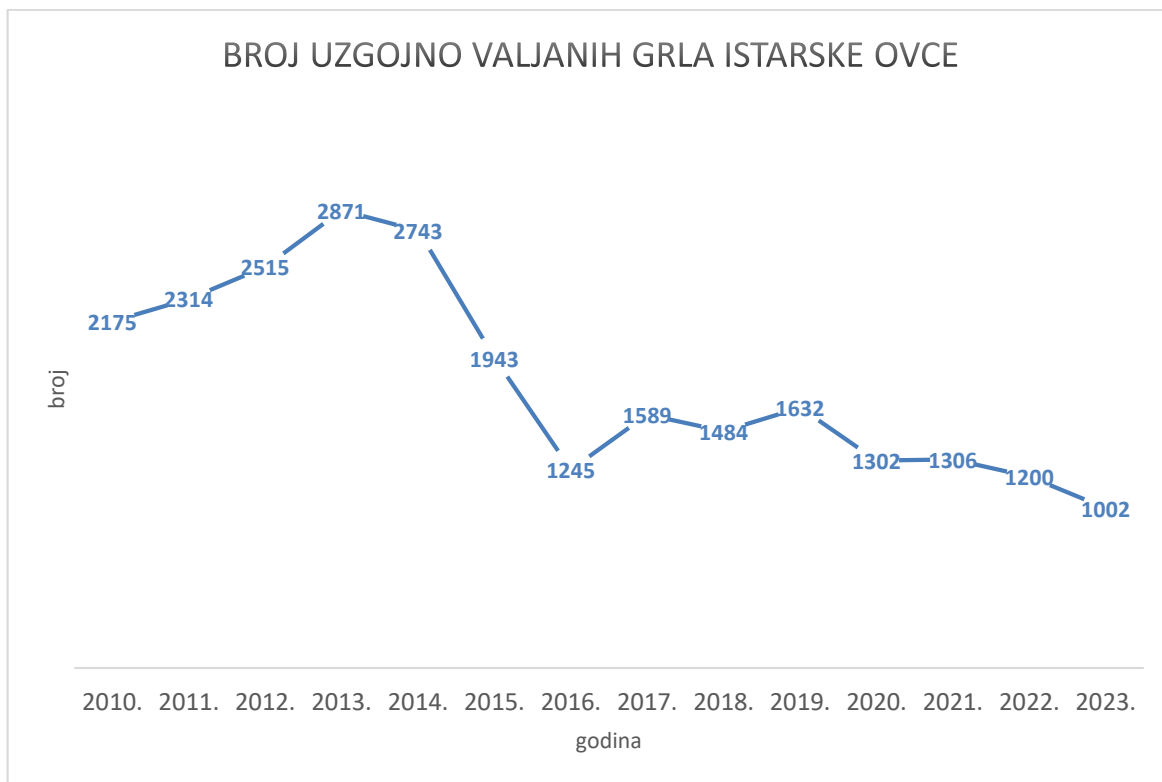
Izvor: HAPIH (2024)

Tablica 2.1.2.2. Brojčani pokazatelji istarske ovce

Istarska ovca	2023.	2022.	2021.	2020.
Procijenjena populacija	2.900	2.900	2.900	2.900
Uzgojno valjana grla	1.002	1.200	1.306	1.302
Uzgajivači	12	16	16	14
Prosječna veličina stada	83	69	82	93

Izvor: HAPIH (2024:2020)

Najveći pad u brojnosti uzgojno valjane populacije zabilježen je u razdoblju od 2013. do 2016. godine kada je populacija reducirana sa 2 871 na 1 245 grla (Grafikon 2.1.2.1.). Danas istarska ovca broji svega 3,44 % uzgojno valjanje populacije (HAPIH, 2024).



Grafikon 2.1.2.1. Broj uzgojno valjanih grla istarske ovce

Izvor: HAPIH (2024)

2.1.3. Vanjština istarske ovce

Istarske ovce su skladne građe i snažne konstitucije, a ističu se po dužini trupa, koji je u prosjeku za 6,5 % duži od visine grebena. Prednji dio tijela je dobro razvijen s jasno definiranim dubinama. Vrat im je relativno dug i srednje mišićav. Obično imaju križa nešto viša od grebena, što rezultira blagim nagibom leđne linije od grebena prema križima (Slika 2.1.3.1.). Prosječna masa ovaca u punoj uzraslosti je 67 kg, a ovnova 77 kg (Mioč i sur., 2012). Prema mjerama koje su osnovni pokazatelji tjelesne razvijenosti, smatra se da istarska ovca pripada skupini pasmina osrednje tjelesne razvijenosti. Poželjne tjelesne mjere kao i proizvodne odlike istarskih ovaca prikazane su u Tablici 2.1.3.1.

Noge su im uglavnom crne, duge i čvrste, s papcima također crne boje i pravilnog oblika. Istarske ovce pripadaju skupini dugorepih pasmina ovaca. Dominantna boja runa istarske ovce je crna, ali također javlja se i bijela s crnim, smeđim ili crno-smeđim pjegama. Primarna boja runa može biti crna s bijelim mrljama ili bijela s mrljama crne, smeđe ili sive boje različitih oblika, veličina i rasporeda. Runo istarske ovce obično je poluzatvoreno do otvoreno, različitih boja, najčešće šareno. Neka grla su u potpunosti crna (26 %), dok su potpuno bijela grla su rijetkost. Trbuh i donji dijelovi nogu nisu prekriveni vunom (Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, 2024).



Slika 2.1.3.1. Istarske ovce

Izvor: <https://cogri.azri.hr/hr/izvorne-pasmine-istre/o-istarskim-autohtonim-pasminama/istarska-ovca/> - pristupljeno 04.04.2024.

Istarske ovce karakterizira prepoznatljiv ispupčen profil nosne kosti kod muških i ženskih jedinki (Slika 2.1.3.2.), pri čemu je izraženiji kod ovnova (rimski nos). Većina ovaca, čak 84 %, imaju rogove koji su snažni, čvrsti i često spiralno zakrivljeni. Uši su im srednje duge i blago oborene prema dole. Odrasle ovce se obično naziva po temeljnoj (očitoj) odlici vanjštine pa onda ovcu s velikim rogovima nazivaju roška, a šarenu ovcu bez rogova zelenka. Ovca s malim rogovima je krnj (mali roškići), bijela ovca bez rogova pika (Mioč i sur., 2012).

Tablica 2.1.3.1. Poželjne tjelesne mjere i neke proizvodne karakteristike istarske ovce

Osobina	Ovca	Ovan
Visina grebena (cm)	76-80	82-88
Tjelesna masa (kg)	60-70	80-100
Tjelesna masa janjadi: dob 45-60 dana (kg)	18-22	
Vuna (μm)	32-36	
Vuna (kg)	1,5-2,0	2,5-3,5

Izvor: Mioč i sur. (2011)



Slika 2.1.3.2. Glava istarske ovce

Izvor: Kasap Ante

2.1.4. Pokazatelji količine i kvalitete proizvedenog mlijeka

Mlijeko je posljednjih desetljeća gospodarski najvažniji proizvod istarske ovce jer s najvećim udjelom sudjeluje u ukupnim prihodima uzgajivača (Mioč i sur., 2024). Laktacija započinje janjenjem, a završava zasušenjem, u pravilu krajem ljeta kada se skraćuje trajanje dnevnog svjetla. Trajanje laktacije kod mnogih uzgajivača zapravo ovisi i o klimatskim prilikama i mogućnostima hranidbe, osobito kod onih koji dominantno prakticiraju hranidbu ispašom. Istarske ovce se gotovo isključivo muzu ručno, a stacionarna strojna izmuzišta su još uvijek rijetkost (Slika 2.1.4.1.).



Slika 2.1.4.1. Strojna mužnja istarskih ovaca

Izvor: Kasap Ante

Prema novijim podacima (HAPIH, 2024), laktacija istarskih ovaca u prosjeku traje 197 dana pri čemu se proizvede prosječno 180,5 kg mlijeka. Tijekom laktacije janjad siše u prosjeku 76,2 dana, a razdoblje mužnje traje u prosjeku 120,8 dan. Prosječna dnevna količina mlijeka je 0,9 kg s prosječno 7,3% masti i 5,7% bjelančevina (Tablica 2.1.4.1.). Iz Tablice 2.1.4.2. je vidljivo kako obje hrvatske pasmine, istarska i paška po količini proizvedenog mlijeka vidno zaostaju za inozemnim pasminama lakon i istočno frizijskom, ali njihovo je mlijeko znatno bogatije sadržajem suhe tvari (udio mliječne masti i bjelančevina).

Tablica 2.1.4.1.. Laktacijski pokazatelji istarske ovce

		Redni broj laktacije					Prosjek
		1.	2.	3.	4.	≥5	
Ukupna laktacija	Broj zaključenih laktacija	39	56	44	40	56	
	Dužina laktacije (dani)	177	179	213	209	207	197
	Razdoblje sisanja (dani)	59	59	92	87	84	76,2
	Razbolje mužnje (dani)	112	114	128	121	128	120,6
	Mlijeko u laktaciji (kg)	142,3	175,9	209,6	199,5	175,3	180,5
	Posisano mlijeka (kg)	49,9	64,1	91,4	84,1	76,1	73,1
Razdoblje mužnje	Količina mlijeka (kg)	92,4	111,8	118,2	115,4	99,2	107,4
	Dnevna količina mlijeka (kg)	0,8	0,9	1,0	1,0	0,8	0,9
	Mast (%)	7,3	7,3	7,4	7,1	7,5	7,3
	Mast (kg)	6,6	7,8	8,4	8,0	7,4	7,6
	Bjelančevine (%)	5,7	5,8	5,8	5,6	5,8	5,7
	Bjelančevine (kg)	5,3	6,4	6,8	6,4	5,7	6,1

Izvor: HAPIH (2024)

Tablica 2.1.4.2. Proizvodnja i kvaliteta mlijeka muznih ovaca u Hrvatskoj

Pasmina	Sisanje (dana)	Mužnja (dana)	Posisano (kg)	Pomuzeno (kg)	Dnevno (kg)	Mast (%)	Bjelančevine (%)
Istarska	76,2	120,6	73,1	107,4	0,9	7,3	5,7
Lakon	48	149,6	199,9	433,2	2,9	5,8	5,3
Istočno frizijska	59,2	179,2	132,9	312,7	1,7	5,4	4,4
Paška	64,8	116,8	48,2	93,9	0,8	7,1	5,9

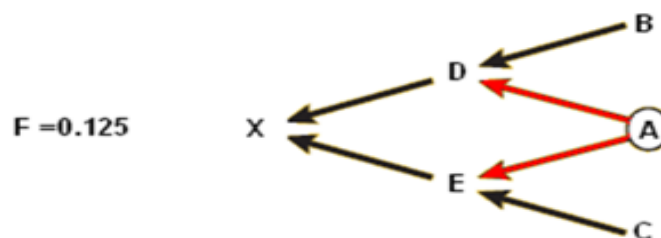
Izvor: HAPIH (2024)

2.2. Uzgoj u srodstvu (inbriding)

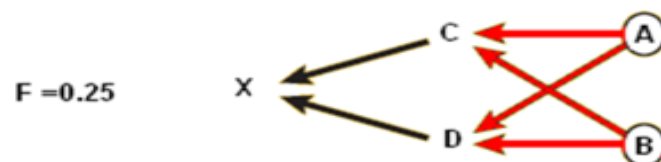
Uzgoj u srodstvu (engl. *inbriding*) predstavlja međusobno parenje jedinki koje u nekoj od prethodnih generacija imaju zajedničke pretke. Uzgoj u srodstvu može imati različite učinke na populaciju, a ti učinci su prvenstveno rezultat povećane šanse uparivanja identičnih alela u genotipu, a samim time i povećanja stupnja homozigotnosti populacije. Uzgojem u srodstvu ne nastaju štetni geni već se samo povećava šansa da aleli štetnog učinka dođu do izražaja kada se upare u homozigotnom genotipu (Mioč i Kasap, 2018). Znanstveno je dokazano da inbriding često vodi smanjenju plodnosti, otpornosti na bolesti i životne snage (vigora), ali i nekih drugih proizvodnih svojstava, a to se u stručnoj terminologiji naziva inbriding depresijom. Obzirom da su učinci inbridinga nepredvidivi, a često popraćeni i pojavom nepoželjnih osobina, u stočarstvu ga se nastoji ne prakticirati iako je to gotovo nemoguće, osobito u malim populacijama pod selekcijom.

Mjera kojom se izražava stupanj uzgoja u srodstvu naziva se koeficijent inbridinga (F), a koji po definiciji predstavlja vjerojatnost da su dva homologna alela na bilo kojem nasumično odabranom genskom lokusu identična po podrijetlu (Keller, 2002). Primjeri sparivanja u srodstvu i izračuna F prikazani su na slici 2.2.1..

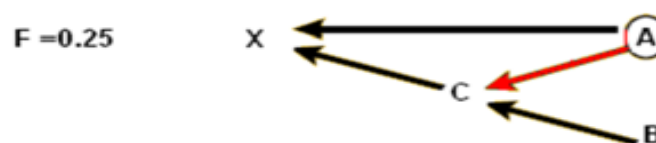
Parenje polubrata i polusestre (engl. half-sib mating)



Parenje brata i sestre (engl. full-sib mating)



Parenje roditelja i djece (otac-kći, majka sin) (engl. parent-offspring mating)



Slika 2.2.1. Primjeri uzgoja u srodstvu

Izvor: Mioč i Kasap (2018)

Formula za koeficijent inbridinga je: $F_x = \sum (\frac{1}{2})^n (1 + F_{zp})$ gdje je:

- F_x = koeficijent uzgoja u srodstvu jedinke X.
- n = broj segregacija (strelica) između oca i majke jedinke kroz zajedničkog pretka.
- F_{zp} = koeficijent uzgoja u srodstvu zajedničkog pretka (ona jedinka koju je moguće povezati s jedinkom za koju se računa uzgoj u srodstvu i preko majčine i preko očeve strane). Ukoliko je ta jedinka već uzgojena u srodstvu, treba najprije na jednak način izračunati za nju koeficijent uzgoja u srodstvu.
- \sum = znak za sumu (sadržaj zagrade se sumira za svaki odvojeni put koji povezuje roditelje preko zajedničkog pretka).

Za ovakav način izračuna F treba konstruirati pedigre na način da se svaka jedinka u pedigreu pojavljuje samo jednom. Obzirom da pedigre neke jedinke može uključivati i više zajedničkih predaka, a do jednog te istog zajedničkog pretka može postojati i više puteva, ovakav način izračuna uzgoja u srodstvu je podložan velikim pogreškama (kod velikog broja generacija, kod većeg broja zajedničkih predaka, te više mogućih puteva do zajedničkih predaka). U novije vrijeme pri izračunu F koriste se specijalizirani kompjuterski programi.

2.2.1. Inbriding depresija kod ovaca

Do sada su provedena mnoga znanstvena istraživanja o utjecaju uzgoja u srodstvu na različita svojstva različitih vrsta domaćih životinja. Međutim, pregledom javno dostupnih istraživanja u domeni ove problematike može se ustanoviti kako je broj i opseg istraživanja ovog fenomena u ovčarstvu relativno skroman i vidno zaostaje u odnosu na druge stočarske grane. Najviše je istraživanja provedeno na populacijama goveda, svinja i peradi, a osobito na onima uzgajanim u intenzivnim sustavima proizvodnje. Obzirom na dominaciju ekstenzivnosti u ovčarstvu i teškog prikupljanja podataka, istraživači su često limitirani količinom i kvalitetom prikupljenih podataka na kojima mogu provoditi ovako kompleksne analize. Ipak, rezultati nekih istraživanja upućuju da je postojanje inbriding depresije prisutno i kod ovaca. Primjerice, Norberg i Sorensen (2007) su utvrdili negativan utjecaj uzgoja u srodstvu na porodnu masu kod pasmina Texel, Shropshire i Oxford Down. Ercanbrack i Knight (1991) su utvrdili postojanje inbriding depresije za masu kod odbića, broj odbite janjadi po ovci i masu runa kod pasmina Rambouillet, Targhee i Columbia. Selvaggi i sur. (2010) su utvrdili postojanje inbriding depresije za nekoliko reproduktivnih osobina na talijanskoj otočnoj pasmini Leccese. Kasap i sur. (2019) su ustanovili blagu inbriding depresiju za broj janjadi u leglu kod romanovske ovce, a Kasap i sur. (2024) za porodnu masu kod paške ovce. Ipak, postoje i dokazi o odsustvu inbriding depresije kod ovaca za neka svojstva reprodukcije i rasta. Primjerice, Analla i sur. (1999) su utvrdili kako stupanj uzgoja u srodstvu nije imao značajan učinak na veličinu legla i masu janjadi španjolskih merino ovaca.

Za razliku od svojstava rasta i reproduktivnih svojstava, utjecaj uzgoja u srodstvu na svojstva mliječnosti je znatno slabije istraživano kod ovaca. Murphy i sur. (2017) su temeljem

utvrđene negativne korelacije između inbridinga i ostvarenog heterozisa, hipotetizirali o postojanju inbriding depresije na svojstva mliječnosti kod ovaca, međutim direktnu vezu nisu istražili u okviru svog istraživanja. Slične indicije su imali i Ercanbrack i Knight (1991) te Norberg i Sorensen (2007) koji su utvrdili negativan utjecaj uzgoja u srodstvu ovaca na rani rast njihove janjadi, a zbog povezanosti ranog rasta janjadi sa mliječnošću ovaca, rezultati su indirektno upućivali na mogućnost postojanje negativnog učinka inbridinga na količinu i kemijski sastav mlijeka. Nadalje, u istraživanju novijeg datuma (Špehar i sur., 2022) kojem je glavni cilj bio procjena genetskih parametara nekoliko svojstva mliječnosti, utvrđena je statistički značajna, ali u praktičnom smislu zanemariva inbriding depresija na proizvodnju mlijeka te sadržaj (%) masti i proteina. Istraživanjem Mijadžikovića (2022) provedenim regresijskom analizom na podacima prikupljenim u populaciji paške ovce, utvrđeno je da količine proizvedenog mlijeka, masti i bjelančevina rastu, a sadržaj masti i bjelančevina se smanjuje sa povećanjem koeficijenta F iako ta povezanost nije statistički značajna za niti jedno od istraživanih svojstava ($P > 0.05$).

3. Materijali i metode rada

3.1. Utvrđivanje količine i kvalitete proizvedenog mlijeka istarske ovce

Kontrola mliječnosti obuhvaća precizno mjerenje i uzorkovanje mlijeka koristeći odobrene i redovito baždarene uređaje, uz provođenje laboratorijske analitike te poštivanje standarda utvrđenih od strane ICAR-a (Međunarodna organizacija za kontrolu proizvodnosti domaćih životinja). Točnost provedbe ovog procesa redovito se provjerava kroz sustav nad kontrole. Dobiveni rezultati kontrole mliječnosti imaju široku primjenu, kako u provedbi uzgojnih programa, tako i u upravljanju proizvodnjom mlijeka. U provedbi uzgojnih programa, posebno važnu ulogu ima genetsko vrednovanje, dok se u upravljanju mliječnom farmom koriste informacije o hranidbenom, zdravstvenom i reproduktivnom statusu. Npr. međusobni odnos pojedinih sastavnica mlijeka, poput sadržaja bjelančevina i razine ureje, može biti od pomoći u određivanju hranidbenog statusa (HAPIH, 2021). Kontrola mliječnosti se u stadima muznih ovaca može provoditi na nekoliko načina (metodama AT, BT, A4 i B4). U oznaci ovih metoda, slovo A označava da sve kontrolne radnje obavlja službeni predstavnik ovlaštene organizacije tj. djelatnici centra za stočarstvo HAPIH-a, a slovo B metoda da sve kontrolne radnje provodi uzgajivač ili njegov opunomoćenik sam ili u suradnji sa spomenutom ovlaštenom organizacijom. Kontrola se provodi u jednoj mužnji dnevno (jutarnja ili večernja mužnja) što se označava slovom T, ili u obje dnevne mužnje što se označava brojem 4. Reprezentativni uzorci (40 ml) svježe pomuzenog mlijeka konzerviraju se s 0,2 ml azidiola (Slika 3.1.1.) te se ohlađeni na 4 C° unutar sedam dana hladnom linijom dopremaju u Središnji laboratorij za kontrolu mlijeka HAPIH-a u Križevcima gdje se obavlja osnovna kemijska analiza.



Slika 3.1.1. Bočice za prikupljanje uzoraka mlijeka.

Izvor: Kurelović Ana

Utvrđivanje udjela mliječne masti, bjelančevina, laktoze i ukupne suhe tvari se obavlja 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 sa uređaja za analizu uzoraka u središnju bazu podataka postavljene su granice prihvatljivosti za svojstva dnevne količine i kemijskog sastava mlijeka u skladu sa smjericama ICAR-a (2018).

Procjena ukupnih laktacijskih proizvodnji ovaca provodi se u CS (Centar za stočarstvo) za sve ovce koje su imale najmanje 3 uspješno provedene kontrole mliječnosti, a u slučajevima kada se zbog godišnjeg odmora kontrolora ili nekog drugog razloga propusti jedna kontrola, ona se aproksimira temeljem podataka iz "susjednih" kontrola čiji vremenski razmak ne smje biti duži od 70 dana. Aproksimacije laktacijskih količina mlijeka (KML) i mliječne masti (KMM) provodi se Fleischmann-ovim formulama:

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

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

Pri čemu je:

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 janjad/jarad sisala ili od datuma posljednjeg janjenja/jarenja ako je janjad/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 (zasušnja);

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;

Aproksimacija prosječnog postotka mliječne masti (MM %) duž čitave laktacije je dobivena temeljem procijenjene količine mliječne masti u laktaciji i procijenjene količine mlijeka u laktaciji na način $MM\% = (KMM/KML) * 100$.

Postupci utvrđivanja količine i udjela bjelančevina su istovjetni opisanom za mliječnu mast.

3.2. Statistička obrada podataka

Podaci o porijeklu (rodovnik), pokazatelji mliječnosti (prikupljeni na gore opisan način), te svi ostali podaci o analiziranoj populaciji preuzeti su iz baze podataka HAPIH-a. Fenotipski podaci su dobiveni u sklopu gore opisane kontrole mliječnosti, a budući da su prikupljeni u uvjetima postojeće proizvodnje (nisu eksperimentalnog karaktera), u inferencijalnoj statističkoj analizi su korišteni prikladni statistički modeli koji istovremeno uvažavaju veći broj izvora fenotipske varijabilnosti. Statistička obrada podataka (deskriptivna i inferencijalna statistička analiza) izvršena je u R programskom okruženju korištenjem većeg broja specijaliziranih paketa: `optisel` (Wellman, 2021), `data.table` (Dowle i Srinivasan, 2021), `ggplot2` (Wickham, 2016), `tidyverse` (Wickham i sur., 2019), `pastecs` (Grosjean i Ibanez, 2018), `emeans` (Lenth 2022), `descriptr` (Hebbali 2020) i `lme4` (Bates i sur., 2015).

3.2.1. Izrada pedigrea i kontrola njegove informativnosti

Pedigree je najprije konstruiran koristeći sve raspoložive informacije za pasminu istarska ovca pohranjene u jedinstvenog registra ovaca i koza kako bi se utvrdili osnovni pokazatelji informativnosti rodovnika za svaku pojedinu jedinku. Izrada pedigrea, analiza njegove informativnosti i procjena koeficijenta uzgoja u srodstvu za svaku jedinku u pedigreu izvršeni su koristeći R paket "OptiSel" (Wellman 2021.). Nakon konstrukcije pedigrea, izvršeno je filtriranje jedinki na one čiji je broj potpunih generacija (oba roditelja poznata) ≥ 3 i samo su te jedinke korištene u inferencijalnoj statističkoj analizi kojom je procijenjen utjecaj koeficijenta uzgoja u srodstvu (F) na pojedino svojstvo. Ovaj filter je bitan u istraživanjima koja se temelje na F procijenjenom iz rodovnika jer samo jedinke koje imaju dovoljan broj poznatih generacija imaju dovoljno informacije da se F procijeni sa zadovoljavajućom točnošću. Distribucija F je izračunata i prikazana za ukupno 9 028 jedinki, a trend F je procijenjen za razdoblje 2010. - 2021. godine.

3.2.2. Priprema fenotipskih podataka i deskriptivna statistička analiza

Istraživana svojstva mliječnosti u ovom radu bila su: količina pomuzenog mlijeka, udio mliječne masti i udio bjelančevina u mlijeku. U osnovnom setu fenotipskih podataka inicijalno je bilo 19 222 laktacijskih zapisa za svako svojstvo. Redukcija osnovnog seta podataka izvršena je po kriteriju da se zadrže ovce sa poznatim zapisima za sva 3 istraživana svojstva i svim ostalim opisnim informacijama kao što su: redni broj laktacije, broj janjadi u leglu, datum janjenja, datum početka mužnje, datum završetka mužnje, pripadnost stadu. Za potrebe deskriptivne i inferencijalne statističke analize, redni broj laktacija nakon 7. laktacije po redu je prekodiran na vrijednost 7, a veličina legla kod janjenja sa više od 2 janjeta u leglu na vrijednost 2. Sezona je kreirana kao kalendarski mjesec unutar godine. Ovako pripremljen set podataka koji je korišten u deskriptivnoj statističkoj analizi sadržavao je ukupno 5 450 ovaca i 13 142 laktacijskih zapisa za svako pojedino svojstvo. Za potrebe proučavanja utjecaja uzgoja u srodstvu na pojedina svojstva, zadržane su samo ovce koje su u pedigreu imale više od 3

pune poznate generacije, tako da je set podataka korišten u inferencijalnoj statističkoj analizi brojao ukupno 1 140 ovaca i 2 459 laktacijskih zapisa za svako pojedino svojstvo.

3.2.3. Inferencijalna statistička analiza

Pri procjeni učinka koeficijenta uzgoja u srodstvu (F) na svojstva mliječnosti korištena je ANCOVA analiza s 4 faktora (veličina legla, redosljed laktacije, sezona i stado) i 3 kontinuirane numeričke varijable (koeficijent uzgoja u srodstvu (F), trajanje sisanja i trajanje mužnje) u statističkom modelu. Obzirom da kod svojstva mliječnosti postoje ponovljena mjerenja unutar jedinki (više laktacija), ova ponovljivost je modelirana uključivanjem životinje u slučajni dio modela korištenjem „lmer“ funkcije R paketa „lme4“ (Bates i sur., 2015.). F je izražen u postotku (%) radi intuitivnije interpretacije rezultata i lakše komparacije sa rezultatima drugih istraživanja. Marginalni prosjeci iz statističkog modela za fiksne klasne prediktore u modelu procijenjeni su „emmeans“ funkcijom istoimenog paketa (Lenth, 2022). Ova procjena marginalnih prosjeka izvršena je preko prosječne vrijednosti drugih prediktora, a rezultati su prikazani tabularno. Regresijski pravci procijenjeni statističkim modelom za svako su nacrtani funkcijom „plot“ (paket „effects“; Fox and Weisberg, 2018).

4. Rezultati i rasprava

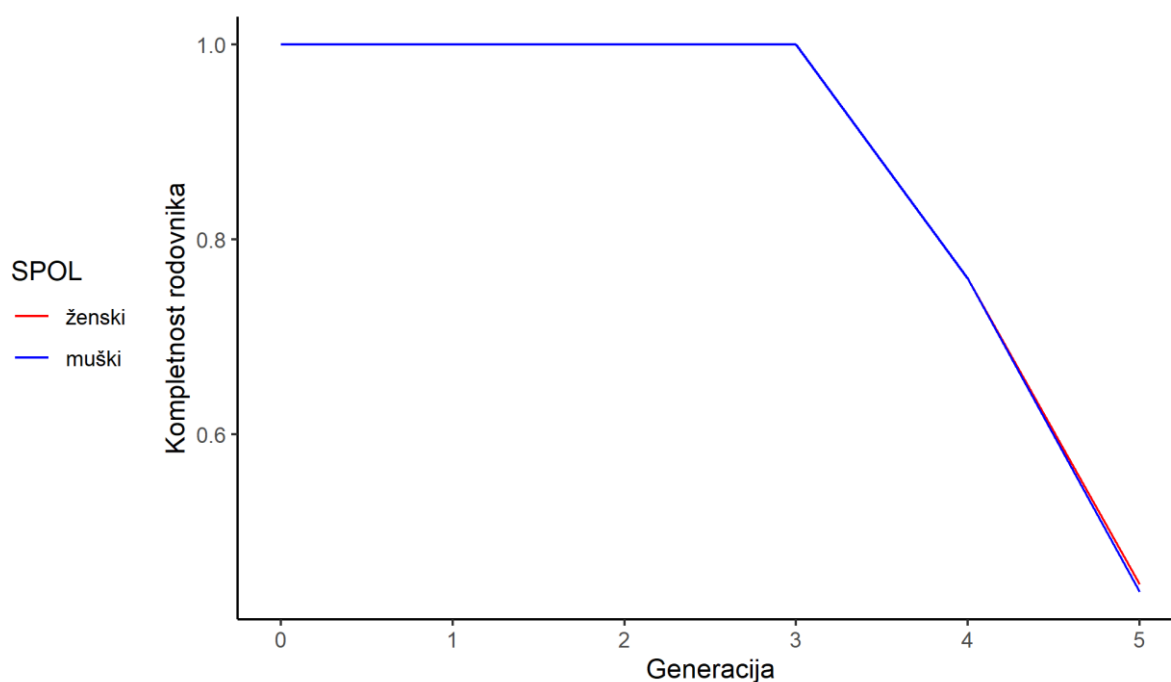
4.1. Komplettnost rodovnika

U Tablici 4.1.1. prikazani su parametri kvalitete i komplettnost rodovnika istarske ovce iz koje je vidljivo da ovaj dio populacije na kojem je rađena inferencijalna statistička analiza ima u prosjeku 3,3 potpuno poznate generacije. Iz Grafikona 4.1.1. je vidljivo kako sve analizirane jedinice imaju u potpunosti poznate pretke (oba roditelja) u prve tri generacije, njih 75% u četvrtoj, a njih 45% i u petoj generaciji. Također iz Grafikona 4.1.1. je vidljivo kako se informativnost rodovnika faktički ne razlikuje između spolova. Rezultati upućuju na popriličnu kvalitetu rodovnika, a time i na zadovoljavajuću točnost procjene koeficijenta uzgoja u srodstvu.

Tablica 4.1.1. Deskriptivni statistički pokazatelji kvalitete rodovnika

	Broj ekvivalenata generacija	Broj potpunih generacija	Broj maksimalnih generacija	PCI
minimum	3	3	3	0.6
maksimum	7,91	7	13	1
medijan	4,49	3	7	0,86
prosjek	4,6	3,3	7,34	0,85

PCI= indeks komplettnosti rodovnika



Grafikon 4.1.1. Komplettnost rodovnika istarske ovce odvojeno po spolu

4.2. Uzgoj u srodstvu (inbriding) u populaciji istarske ovce

4.2.1. Distribucija koeficijenta inbridinga (F) u populaciji istarske ovce

Prosjek procijenjenog koeficijenta uzgoja u srodstvu (Tablica 4.2.1.1.) u ovoj populaciji ($F_{ped}=9\%$) je znatno viši od onog procijenjenog ($F_{ped}=6\%$) u populaciji paške ovce koristeći identičan pristup u podatkovnoj analizi (Kasap i sur. 2024). Koeficijent inbridinga je reportiran u brojnim istraživanjima koja su se bavila sličnom problematikom, ali obzirom na različitu informativnost rodovnika, koja često nije reportirana, puko kompariranje ovog parametra između populacija nije zahvalno i treba ga provoditi s maksimalnom dozom opreza. Naime, u mnogim istraživanjima, čak i onima koji su prošli ozbiljnu znanstvenu recenziju, često su reportirane poprilično niske vrijednosti F koje ne održavaju pravu sliku inbridiranosti populacije već su rezultat toga što su u izračun prosjeka populacije uvrštene i vrijednost F za jedinke koje nemaju dovoljan broj poznatih predaka, a samim time ni mogućnost da se detektira njihov stupanj uzgoja u srodstvu (korištenjem metodologije koja se zasniva na pedigreu). Distribucija procijenjenog F_{ped} analizirane populacije istarske ovce je prikazana u Tablici 4.2.1.1 iz koje je vidljivo kako najveći dio populacije (73%) ima F_{ped} ispod 10%, a svega 1,37% populacije ima izrazito visoki F_{ped} preko 40%.

Tablica 4.2.1.1. Procijenjeni generacijski interval (GI) i koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})

	GI	F_{ped}
minimum	1	0
maksimum	11,0	0,55
medijan	3,5	0,06
prosjek	3,6	0,09

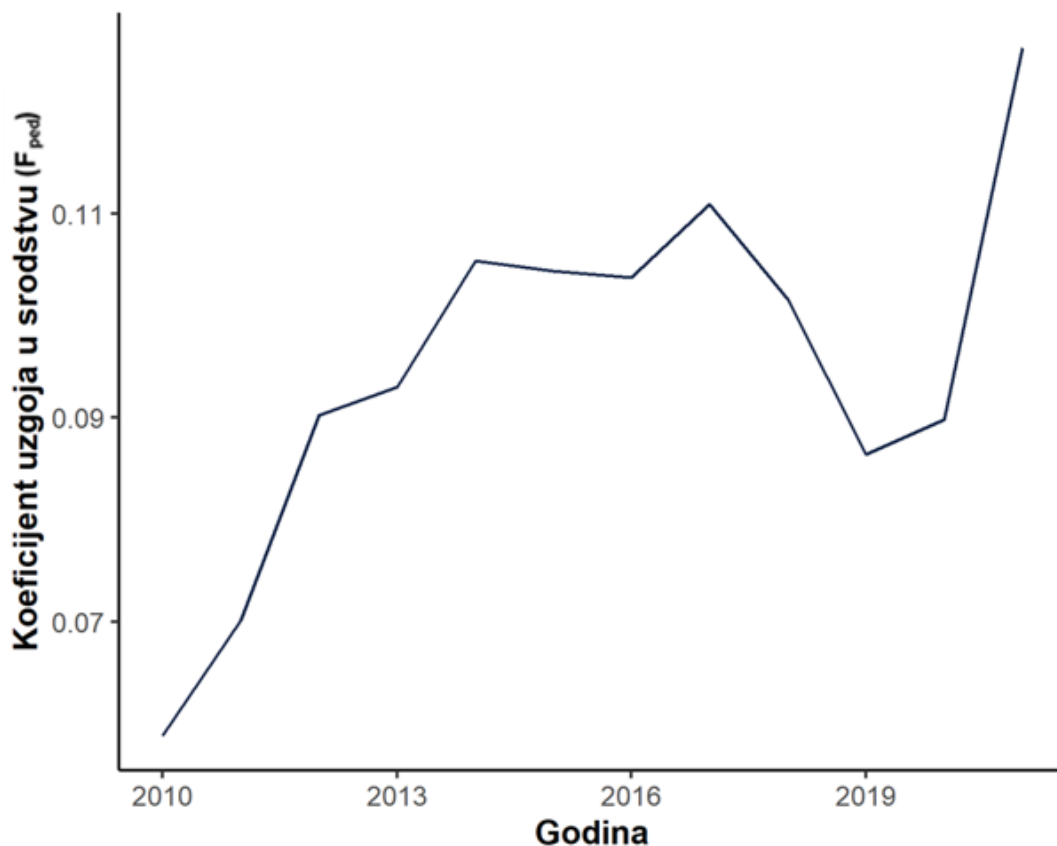
Tablica 4.2.1.2. Distribucija koeficijenta inbridinga

Raspon vrijednosti F_{ped}	FREKVENCIJA	POSTOTAK
0 - 0.1	6618	73,31
0.1 - 0.3	1753	19,42
0.3 - 0.4	533	5,9
0.4 - 0.6	124	1,37
UKUPNO	9028	100,00

U okviru analize rodovnika u prvom dijelu ovog istraživanja je procijenjen i generacijski interval (GI) koji ukazuje kojom brzinom se smjenjuju generacije u ovoj populaciji. Ovaj populacijski parametar je važan za predviđanje odgovora na selekciju i obrnuto je proporcionalan selekcijskom napretku u nekoj populaciji (Boichard i sur., 1997; Gutierrez i sur., 2003). Utvrđeni prosječni GI u ovoj populaciji (GI=3,58 godine) je znatno kraći nego kod paške ovce (GI=4,44 god.; Kasap i sur., 2024), te nešto kraći nego kod pasmina Segurena (GI=3,79 god.; Barros i sur. 2017) i Shall (GI=3,76 god.; Hashemi i HosseinZadeh 2020) što upućuje na to da se smjena generacija kod istarske ovce odvija nešto brže nego kod nekih drugih muznih pasmina ovaca.

4.2.2. Trend koeficijenta inbridinga (F) u populaciji istarske ovce

Iz Grafikona 4.2.2.1 su vidljive oscilacije procijenjenoga koeficijenta uzgoja u srodstvu (F_{ped}) u promatranom razdoblju, i premda ne postoji jasan trend, ipak je moguće donekle zaključiti kako je dugoročno prisutan trend porasta stupnja uzgoja u srodstvu.



Grafikon 4.2.2.1. Trend koeficijenta inbridinga u razdoblju od 2010.do 2021.godine

4.3. Utvrđeni pokazatelji laktacijskih odlika istarske ovce

U Tablici 4.3.1. prikazane su utvrđene prosječne vrijednosti trajanja laktacije, količine i osnovnog kemijskog sastava mlijeka istarske ovce. Utvrđeni pokazatelji upućuju na skromnost istarske ovce u količini proizvedenog mlijeka naspram već visoko mliječnih pasmina kao što su istočnofrizijska, lakon i neke druge inozemne pasmine koje se koriste značajnije u proizvodnji ovčjeg mlijeka (Mioč i sur., 2007). Komparacijom dobivenih rezultata s onima prikazanim za ovu pasminu u pregledu literature (Tablice 2.1.4.1. i 2.1.4.2.) uočavaju se određena odstupanja za iste pokazatelje što ne čudi obzirom da su izračunu bile korištene različite jedinice i laktacijski pokazatelji za različiti vremenski period.

Iz Tablice 4.3.1. se jasno vidi kako količina proizvedenog mlijeka postepeno raste sa rednim brojem laktacije, a vrh postiže u 3. laktaciji, te potom postepeno opada. Rezultat je u suglasju sa brojnim prethodno publiciranim rezultatima (npr. Sezenler i sur., 2014; Mavrogenis, 1996) i tvrdnjama stručnjaka kako redni broj janjenja utječe na pokazatelje mliječnosti (Mioč i sur. 2007.). Najveća razlika u količini proizvedenog mlijeka je uočena između prve i druge laktacije. Udjeli masti i bjelančevina su u pravilu slijedili sličan obrazac promjena opisanih kod količine proizvedenog mlijeka što je u suglasju s rezultatima Gonzala i sur. (1994) koji su utvrdili da je sadržaj suhe tvari (udio masti i bjelančevina) bio najniži u mlijeku ovaca u prvoj laktaciji, a najviši u petoj i kasnijim laktacijama. Međutim, kako temeljem interpretacije ovih rezultata ne bi bili na tragu krivog zaključka, treba napomenuti da kod količine proizvedenog mlijeka i udjela komponenti suhe tvari (masti i bjelančevina) u pravilu vlada odnos obrnute proporcionalnosti (Pulina i Nudda, 2004). Donekle obrnuti scenarij utvrđen ovim istraživanjem nije greška, već samo odraz činjenice da su ovom prilikom razmatrane ukupne količine proizvedenog mlijeka u razdoblju mužnje, a ne prosječna dnevna količina mlijeka koja izravnije negativno korelira s udjelima masti i bjelančevina u mlijeku. Isto tako, u ovom dijelu istraživanja u obzir nisu uzeti ostali izvori fenotipske varijabilnosti kao što su utjecaji veličine legla, sezone, stada, te početka mužnje i njenog trajanja što je napravljeno u sljedećem koraku istraživanja u kojem je u okviru inferencijalne statističke analize uvrštavanjem navedenih čimbenika u statistički model dobivena potpunija slika o smjeru i intenzitetu djelovanja svakog pojedinog čimbenika. Ovce koje su ojanjile blizance proizvele su znatno veću količinu mlijeka od onih koje su ojanjile jedno janje što je u suglasju s rezultatima brojnih prethodnih istraživanja (npr. Treacher, 1983; Ramsey i sur., 1998; Snowden i Glimp 1991). Razlike u kemijskom sastavu mlijeka između ove dvije skupine nisu zamijećene. Ovce koje su bile pripuštene kalendarski ranije su u pravilu imale veću prosječnu proizvodnju mlijeka što je u suglasju s rezultatima brojnih prethodnih istraživanja (npr. María i Gabiña, 1993; Gootwine i Pollott, 2000; Mavrogenis, 1996). Nemajući informacije o sastavu obroka istraživanih ovaca, može se samo pretpostaviti da dio ovih među-sezonskih razlika proizlazi iz varijacija u raspoloživosti i kvaliteti krmiva. Također, uvažavajući činjenicu o negativnom djelovanju temperaturnog stresa na mliječnost kod preživača (Mioč i sur., 2024), moguće je hipotetizirati da su ovce ojanjene ranije u posljednjoj fazi svojih laktacija bile izložene manjem temperaturnom stresu što se pozitivno odrazilo na njihovu ukupnu proizvodnju mlijeka.

Tablica 4.3.1. Pokazatelji količine i kemijskog sastava mlijeka istarskih ovaca prema rednom broju janjenja, veličini legla i sezoni janjenja

Klasa	Sisanje (dana)		Mužnja (dana)		Mlijeko (kg)		Mliječna mast (%)		Bjelančevine (%)	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Redni broj janjenja										
1	51,7	25,2	122,3	28,5	117,9	51,4	7,1	1,2	5,9	0,5
2	51,8	24,4	129,0	30,0	130,6	67,6	7,0	1,2	5,9	0,5
3	54,7	24,2	133,1	29,8	133,8	67,8	7,1	1,2	6,0	0,5
4	55,7	23,1	132,7	29,3	131,6	64,7	7,2	1,2	6,0	0,5
5	56,7	23,6	133,2	29,0	132,6	68,3	7,3	1,2	6,0	0,5
6	56,8	24,8	133,6	28,9	128,7	67,0	7,2	1,1	6,0	0,5
7	57,5	23,6	132,8	28,8	125,9	60,4	7,2	1,2	6,0	0,5
Veličina legla										
Jedinci	54,5	24,2	130,2	29,4	127,0	62,6	7,1	1,2	6,0	0,5
Blizanci	53,1	24,8	132,3	31,6	147,2	77,1	7,1	1,2	6,0	0,5
Sezona janjenja										
Studeni	69,3	23,1	153,6	31,0	147,5	63,6	7,4	1,1	6,1	0,4
Prosinac	57,6	23,3	140,5	28,4	150,9	72,0	7,1	1,2	6,0	0,5
Siječanj	58,4	22,5	127,2	25,0	118,8	57,4	7,1	1,2	6,0	0,5
Veljača	44,5	18,8	116,5	21,0	110,0	54,8	7,1	1,2	5,9	0,5
Ožujak	32,7	19,3	105,3	18,5	102,3	45,4	7,1	1,2	5,9	0,5
Ukupno										
	54,4	24,3	130,3	29,5	128,4	64,0	7,2	1,2	6,0	0,49

SD – standardna devijacija; \bar{x} – prosjek

Udio mliječne masti i bjelančevina bio je najveći kod ranije pripuštenih ovaca što je sukladno navodima Mioča i sur. (2007) koji ističu kako vanjski čimbenici osobito visoka ljetna temperatura, negativno djeluju ne samo na količinu već i na kemijski sastav mlijeka (niži sadržaj bjelančevina) i njegove preradbene osobine. Naime, koagulacija (sirenje) mlijeka traje duže, gruš je mekanije konzistencije, a izražena je visoka proteolitička i lipolitička aktivnost. Stoga, kako bi povećali proizvodnju i kvalitetu mlijeka neki uzgajivači (npr. na Sardiniji) hormonalnim sredstvima potiču estrus ovaca i izvan normalne sezone pripusta.

Neovisno o promatranoj klasi istraživanih varijabli, mliječna mast je bila znatno varijabilnija od bjelančevina u mlijeku što je u suglasju sa mnogim prethodnih publiciranih istraživanjima kod ovaca i drugih preživača (npr. Barać i sur., 2013; Arnould i Soyeurt, 2009; Pavić i sur., 2002).

4.4. Utjecaj negenetskih čimbenika na pokazatelje mliječnosti istarske ovce

4.4.1. Utjecaj rednog broja laktacije, broja janjadi u leglu i sezone janjenja na proizvodnju i kemijski sastav mlijeka

Procjenjujući smjer i intenzitet utjecaja uzgoja u srodstvu na količinu mlijeka i udjela mliječne masti i bjelančevina u mlijeku regresijom F na spomenuta svojstva, korišten je multifaktorijalni mješoviti (ANCOVA) statistički model kako bi se pri procjeni istovremeno uvažili svi dostupni izvori fenotipske varijabilnosti analiziranih svojstava. U istraživanjima poput ovog, u kojem podaci nisu rezultat osmišljenog eksperimenta (što je gotovo nemoguće kod izučavanja ovog fenomena), već su prikupljeni u proizvodnim uvjetima (na farmama), ovo je jedini način da se dobije realna procjena djelovanja nekog čimbenika na fenotipsku ekspresiju. Analize ovog tipa, na podacima koji nisu „balansirani“, istraživača često dovode do nedoumica oko izbora prikladnog statističkog modela, kao i do dvojbi koje podatke isključiti iz analize, kako ih grupirati u klase i slično, tako da se brojne odluke ne znaju unaprijed već se donose tijekom detaljne preliminarnе analize. U okviru ovog istraživanja nastojalo se maksimalno iskoristi sve raspoložive podatke pri dobivanju odgovora na glavno istraživačko pitanje.

Svaki korak u provedbi ovog istraživanja, počevši od inspekcije osnovnog seta podataka, pa sve do odluke o izgledu finalnog seta podataka i statističkih modela bio je uvjetovan rezultatom neke prethodno provedene analiza kao što: 1) analize frekvencija opažanja po pojedinim klasama varijabli uključenih u model, 2) analiza normalnosti fenotipskih podataka i 3) dijagnostika i komparacija performansi različitih statističkih modela. U preliminarnoj statističkoj analizi potvrđena je važnost uključivanja pojedinih varijabli u statistički model ne vodeći se isključivo njihovom statističkom značajnosti (sukladno preporukama autora i iskustvima autora istraživanja sličnog tipa u populacijama muznih ovca (Kasap i sur., 2019; Kasap i sur., 2021).

U Tablicama 4.4.1.1., 4.4.1.2. i 4.4.1.3. su prikazani modelom procijenjeni prosjeci (LSM) analiziranih svojstava po klasama razmatranih čimbenika iz kojih je vidljivo da postoje velike sličnosti u odnosu na istovjetne „sirove“ prosjeke opisane u sklopu osnovne deskriptivne statističke analize (osobito kod količine proizvedenog mlijeka) ali i stanovite razlike (kod udjela masti i bjelančevina).

Konzistentan porast količine proizvedenog mlijeka procijenjen je do četvrte laktacije po redu, nakon čega je procijenjen konzistentan pad mliječnosti ($P > 0,05$). Utvrđeni smjer i intenzitet promjena je u visokom stupnju suglasja s rezultatima brojnih prethodnih istraživanja kod ovaca (Hatziminaoglou i sur. 1990; Avondo i Lutri 2004; Barać i sur. 2012; Kompreg i sur. 2012; Koncagül i sur. 2012; Sezenler i sur. 2014, Kasap i sur. 2019). Porast mliječnosti sa rednim brojem laktacija kod većine autora se argumentira pojačanim razvojem buraga u kasnijim laktacijama, što je obično popraćeno većim unosom hrane, a posljedično tome i većom proizvodnjom mlijeka.

Procijenjeni prosjeci ovaca koje su ojanjile blizance bili su viši ($P < 0,001$) nego kod ovaca koje su ojanjile jedno janje što je u suglasju s rezultatima brojnih prethodnih istraživanja (npr.

Treacher, 1983; Ramsey i sur., 1998; Snowden i Glimp 1991, Kasap i sur., 2019; Kasap i sur., 2021). Ovo povećanje mliječnosti s povećanjem veličine legla kod preživača se povezuje s činjenicom da veći broj mladunčadi nakon partusa pojačanim intenzitetom sisanja stimulira vime na veću produkciju mlijeka (ovaj učinak izostaje kod odvajanja od sise istog dana nakon partusa), te da veći broj fetusa u vrijeme kasne gravidnosti djeluje na veću produkciju placentalnog laktogena koji promovira mamogenezu tj. razvoj vimena (Hayden i sur., 1979).

Procijenjeno je da su ranije ojanjene ovce (gledajući kalendarski, a ne u odnosu na njihovu životnu dob) imale veću prosječnu proizvodnju mlijeka ($P < 0,01$), a opadanje mliječnosti s odmakom sezone pripusta (janjenja) je u suglasju s rezultatima brojnih prethodnih istraživanja već spomenutih u opisu osnovnih deskriptivnih statističkih pokazatelja (npr. María i Gabiña, 1993; Gootwine i Pollott, 2000; Mavrogenis, 1996). Premda je neosporno postojanje značajnog utjecaja sezone pripusta (janjenja) na mliječnost, valja napomenuti da je učinak sezone nezahvalno komparirati između istraživanja i donositi generalne zaključke zbog: 1) različitog faktoriziranja ove varijable u istraživanjima, 2) ne prikazivanja rezultata u istraživanjima u kojima to nije bio centralni predmet istraživanja (istraživanja u području kvantitativne genetike), te 3) činjenice da su učinci sezone na fenotip različiti u različitim dijelovima svijeta (ovisno o klimatsko vegetacijskim prilikama). U svakom slučaju, ovce koje su bile pripuštene kalendarski ranije su imale veću prosječnu proizvodnju mlijeka, a pretpostavka je da dio ovih razlika proizlazi iz razlika u sezonskoj raspoloživosti krmiva i možebitnog djelovanja toplinskog stresa jer su kasnije ojanjene ovce u posljednjoj fazi laktacije u pravilu izložene znatno većim temperaturama od onih koje su ojanjene ranije.

Promjene (LSM) udjela masti (%) i bjelančevina (%) po klasama rednog broja janjenja, broja janjadi u leglu i sezone su dosta odstupale (po smjeru) od sirovih prosjeka. Valja primijetiti da kod pojedinih čimbenika, prvenstveno sezone janjenja, LSM bolje odgovaraju očekivanjima koji se temelje na takozvanom efektu razrjeđivanja mlijeka (eng. *dilution effect*; Pulina i Nudda, 2004). Važnost ostalih čimbenika korištenih u statističkom modelu (trajanje sisanja i trajanje mužnje) je detaljno opisan u znanstvenom radu Kasapa i sur. (2019).

Rezultati opisani dosadašnjim, a i narednim dijelom ovog rada, svjedoče o važnosti uključivanja ostalih izvora varijabilnosti u procjenu nekog čimbenika u okviru inferencijalne statističke analize u istraživanjima ovog tipa. Stavlajući fokus isključivo na čimbenik koji je glavno istraživačko pitanje, a ne uvažavajući pritom ostale bitne čimbenike fenotipske ekspresije, istraživača može lako dovesti do krivih rezultata i zablude (krive generalizacije učinka nekog čimbenika).

Tablica 4.4.1.1. Utjecaj rednog broja laktacije, veličine legla i sezone janjenja na količinu proizvedenog mlijeka (kg) u razdoblju mužnje

Klasa	LSM	SE	DGP	GGP
Redni broj laktacije (P>0,05)				
1	136,8	3,1	130,8	142,7
2	141,3	3,1	135,2	147,4
3	141,1	3,3	134,7	147,6
4	142,2	3,6	135,1	149,2
5	136,8	4,2	128,7	145,0
6	133,2	5,1	123,2	143,2
7	136,4	4,9	126,7	146,1
Veličina legla (P<0,001)				
Jedinci	132,3	2,6	127,1	137,5
Blizanci	144,2	4,1	136,3	152,2
Sezona janjenja (P<0,05)				
Studen	144,2	4,6	135,2	153,2
Prosinac	142,2	3,5	135,4	149,0
Siječanj	137,8	3,2	131,5	144,1
Veljača	137,2	3,5	130,3	144,1
Ožujak	129,9	4,0	122,1	137,8

LSM – marginalni prosjeci iz modela (least square means); SE – standardna greška, DGP – donja granica pouzdanosti; GGP – gornja granica pouzdanosti

Tablica 4.4.1.2. Utjecaj rednog broja laktacije, veličine legla i sezone janjenja na udio mliječne masti u mlijeku (%)

Klasa	LSM	SE	DGP	GGP
Redni broj janjenja (P<0,05)				
1	6,9	0,1	6,8	7,1
2	6,8	0,1	6,7	7,0
3	6,9	0,1	6,7	7,1
4	7,1	0,1	6,9	7,2
5	6,9	0,1	6,7	7,1
6	6,9	0,1	6,6	7,1
7	6,7	0,1	6,4	6,9
Veličina legla (P>0,05)				
Jedinci	6,9	0,1	6,8	7,1
Blizanci	6,8	0,1	6,6	7,0
Sezona janjenja (P<0,001)				
Studeni	6,5	0,1	6,2	6,7
Prosinac	6,9	0,1	6,7	7,1
Siječanj	7,0	0,1	6,8	7,1
Veljača	6,9	0,1	6,8	7,1
Ožujak	7,2	0,1	7,0	7,4

LSM – marginalni prosjeci iz modela (least square means); SE – standardna greška, DGP – donja granica pouzdanosti; GGP – gornja granica pouzdanosti

Tablica 4.4.1.3. Utjecaj rednog broja laktacije, veličine legla i sezone janjenja na udio bjelančevina u mlijeku (%)

Klasa	LSM	SE	DGP	GGP
Redni broj janjenja (P<0,05)				
1	5,9	0,0	5,8	6,0
2	5,9	0,0	5,8	6,0
3	5,9	0,0	5,8	6,0
4	5,9	0,0	5,9	6,0
5	6,0	0,0	5,9	6,1
6	6,0	0,1	5,8	6,1
7	6,1	0,1	6,0	6,2
Veličina legla (P<0,05)				
Jedinci	5,9	0,0	5,9	6,0
Blizanci	6,0	0,0	5,9	6,1
Sezona janjenja (P<0,05)				
Studeni	5,8	0,1	5,7	5,9
Prosinac	5,9	0,0	5,9	6,0
Siječanj	6,0	0,0	5,9	6,0
Veljača	6,0	0,0	5,9	6,1
Ožujak	6,0	0,0	6,0	6,1

LSM – marginalni prosjeci iz modela (least square means); SE – standardna greška, DGP – donja granica pouzdanosti; GGP – gornja granica pouzdanosti

4.4.2. Utjecaj uzgoja u srodstvu na proizvodnju i kemijski sastav mlijeka

Premda je utjecaj uzgoja u srodstvu kod ovaca do sada znatno manje istraživan u odnosu na druge životinjske vrste (govedo i svinje), a osobito kada su u pitanju svojstva mliječnosti, rezultati nekih istraživanja direktno (Cesarani i sur., 2023) i indirektno (Ercanbrack i Knight 1991; Norberg i Sorensen, 2007) upućuju na postojanje inbriding depresije i na svojstva mliječnosti kod ovaca. Npr. utvrđeni negativan utjecaj uzgoja u srodstvu na rani rast janjadi (Ercanbrack i Knight 1991; Norberg i Sorensen, 2007) indirektno upućuje da inbriding utječe i na mliječnost ovaca jer je rani rast janjadi direktno povezan sa mliječnošću ovaca.

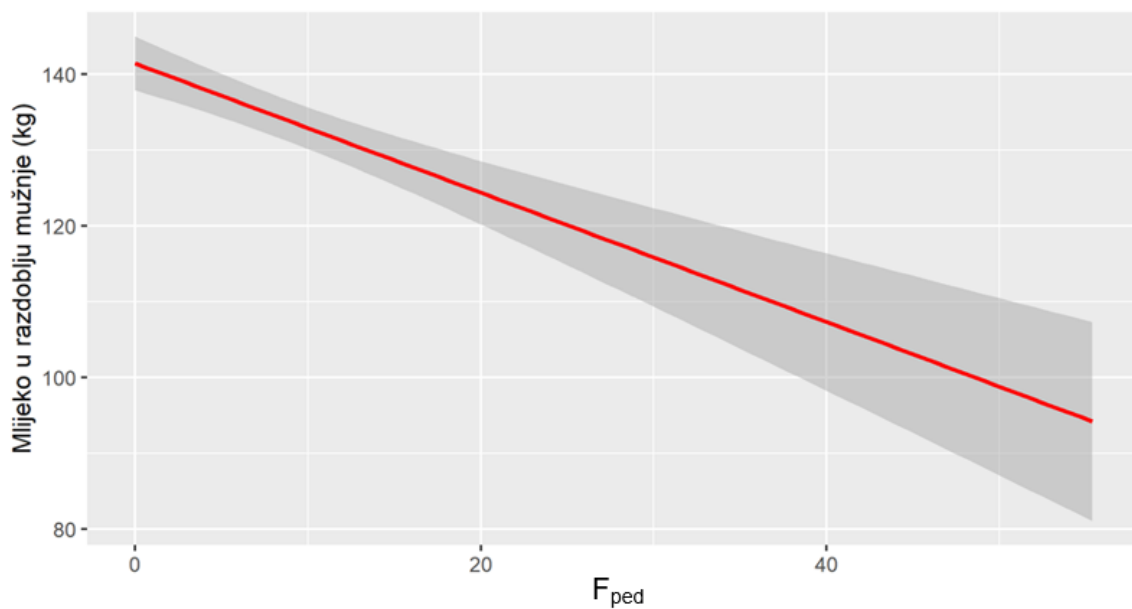
Prvi rezultati koji su dobiveni u okviru preliminarne inferencijalne analize, regresirajući opažanja (količinu mlijeka, udio masti i udio proteina) na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped}), upućivali su na postojanje inbriding depresije u ovoj populaciji na sva tri istraživana svojstva (Grafikoni 4.4.2.1., 4.4.2.3., 4.4.2.5.). Međutim, znajući da stavljanje istraživačkog fokusa na samo ove dvije varijable nije dovoljno, za odgovor na glavno istraživačko pitanje bilo je neophodno u razmatranje uzeti i ostale čimbenike fenotipske varijabilnosti.

Regresijom fenotipskih vrijednosti na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped}) u mješovitom linearnom modelu utvrđeno je da F_{ped} nije imao statistički značajan utjecaj ($P > 0.05$) na niti jedno od analiziranih svojstava u istraživanoj sub-populaciji istarske ovce (Grafikoni 4.4.2.2., 4.4.2.4., 4.4.2.6.). Iz grafikona koji opisuju smjer i intenzitet očekivane promjene analiziranih svojstava za jediničnu promjenu F_{ped} (%) vidljivo je kako stupanj uzgoja u srodstvu zapravo pozitivno utječe (premda statistički nesignifikantno) na količinu proizvedenog mlijeka, a negativno na udjele masti i bjelančevina u mlijeku. Premda rezultat za količinu mlijeka nije u potpunosti u skladu očekivanjima koja su inicijalno temeljena na rezultatima prethodno navedenih istraživanja, treba reći da ni ne iznenađuje u potpunosti. Naime, treba imati na umu da u populacijama u kojima se provodi selekcija na mlijeko postoji mogućnost da pozitivni učinci selekcije maskiraju štetno djelovanje utjecaja uzgoja u srodstvu. Nadalje, djelovanje uzgoja u srodstvu ovisi o frekvenciji nepoželjnih alela i nema jednak učinak u svakoj populaciji, osobito ako se vodi računa o pravovremenom izlučivanju jedinki koje su prenosio istih. Isto tako, treba imati na umu da se štetni učinci uzgoja u srodstvu manifestiraju značajno tek kada je F_{ped} veći od 10% (Špehar i sur., 2022), tako da je moguće da u ovoj populaciji nije detektirana inbriding depresija na količinu mlijeka samo zato što je većina razmatrane populacije (76%) imala F_{ped} ispod 10%. Dobiveni rezultati su u visokom stupnju suglasnosti s onima koje je utvrdio Mijadžiković (2022) proučavajući ovaj fenomen u populaciji paške ovce, a djelomično se podudaraju i sa rezultatima Cesarani i sur. (2023) koji su utvrdili negativan utjecaj uzgoja u srodstvu na sva tri svojstva kod ovaca pasmine Sarda i Valle del Belice. Autori su pritom koristili dvije različite informacije za procjenu koeficijenta uzgoja u srodstvu; pedigree (F_{ped}) i genomske markere (F_{ROH}). U njihovom istraživanju, istraživani utjecaj također nije bio statistički značajan kod niti jednog istraživanog svojstva, neovisno o pasmini i metodi procjene koeficijenta uzgoja u srodstvu. Izostanak statističke značajnosti su autori pripisali maloj veličini uzorka na kojem je provedeno istraživanje, a u F_{ped} scenariju i nedostacima u pedigreu (krivo upisane životinje i nepoznati roditelji). Postoji mogućnost da su se i drugi bavili ovom problematikom, ali njihov

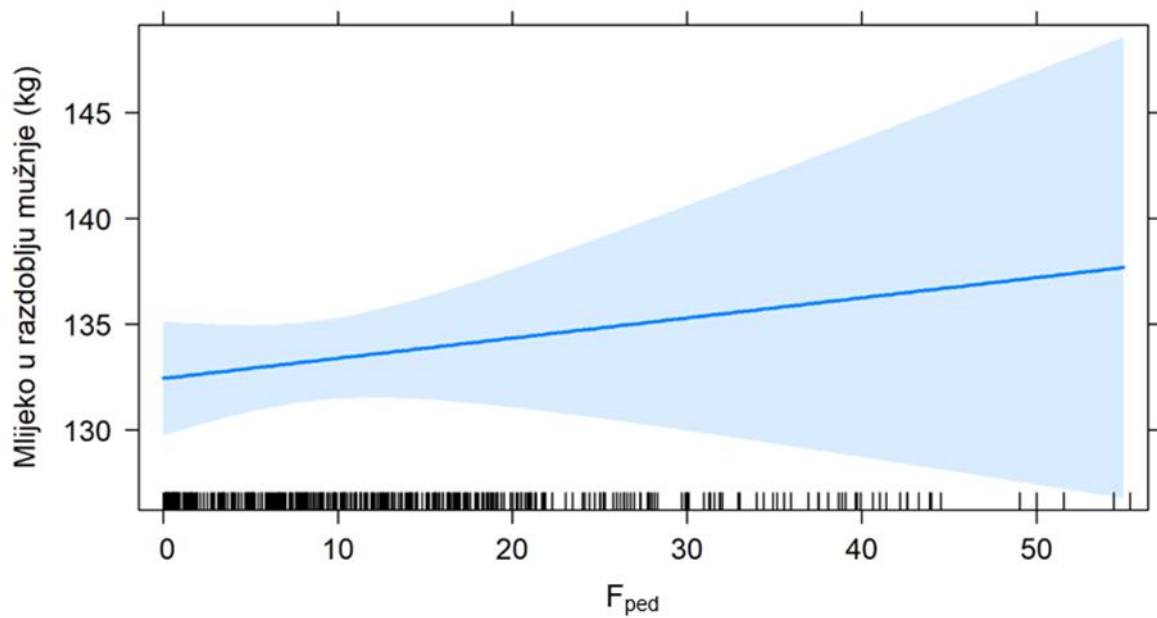
rad ili nije publiciran, ili je nedovoljno vidljiv ili je nedovoljno dostupan široj znanstvenoj zajednici o čemu eksplicitno svjedoče i navodi Cesarani i sur. (2023). Obzirom na izrazito mali broj istraživanja koja su se bavila ovom problematikom kod ovaca, rezultati ovih istraživanja predstavljaju važan doprinos razumijevanju utjecaja uzgoja u srodstvu na svojstva mliječnosti kod ovaca. Obzirom da ne pružaju dovoljno dokaza za generalizaciju učinka, na neki način i „pozivaju“ na potrebu za daljnjim istraživanjem ovog fenomena kod ovaca. Za bolji uvid u smjer i intenzitet djelovanja ovog utjecaja poželjno bi bilo: 1) analizirati populacije sa većim prosječnim koeficijentom uzgoja u srodstvu, 2) u statističku analizu dodatno uključiti i aditivne genetske efekte životinja (korištenjem takozvanih genetskih *animal* modela).

Unatoč činjenici što u ovoj populaciji nije potvrđeno postojanje značajne inbriding depresije na svojstva mliječnosti, savjet svim uzgajivačima je da se prakticiranje uzgoja u srodstvu izbjegava kako bi se preveniralo: 1) smanjene plodnosti i otpornosti, 2) pojavnost nepoželjnih degenerativnih mana (Charlesworth i Charlesworth, 1999; Curik i sur., 2001).

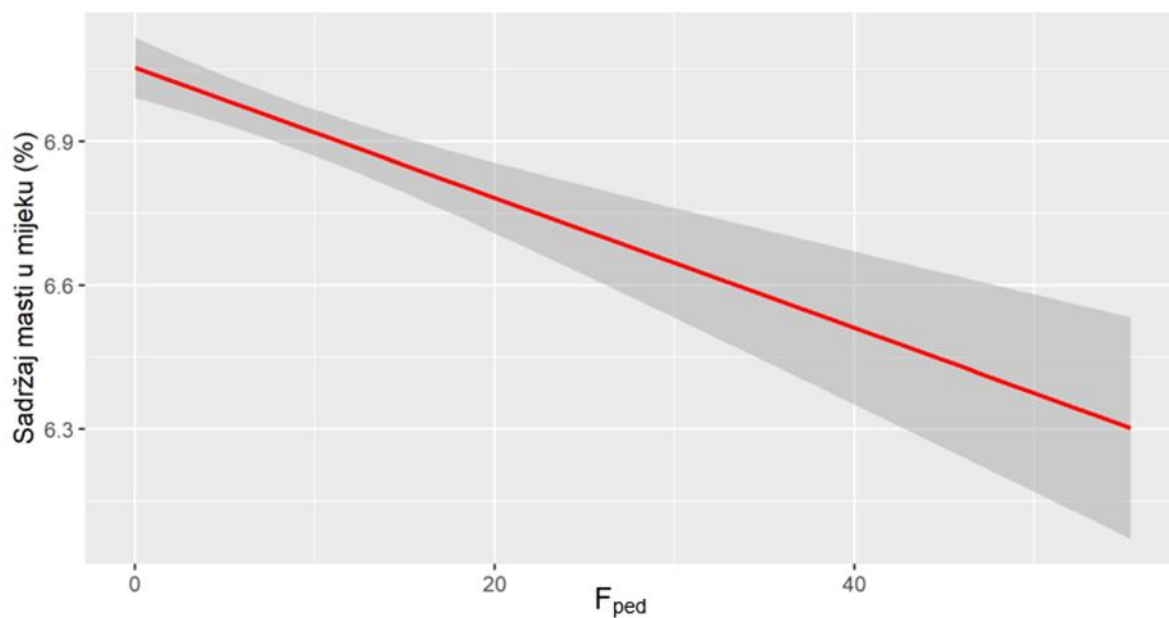
U mnogim naprednim uzgojnim programima, u novije vrijeme se poduzimaju brojne mjere kako bi se sparivanje u srodstvu svelo na minimum i to upravo da se izbjegnu gore navedeni negativni učinci, ali i da se u populacijama pod selekcijom u što većoj mjeri očuva genetska varijabilnost (autohtone pasmine) kojom bi populacija odgovorila na nepredvidive izazove u budućnosti. Implementacija ovakvog tipa uzgojno selekcijskog programa, koji nastoji osigurati selekcijski napredak populacije uz minimalni gubitak postojeće genetske varijabilnosti, u Hrvatskoj je iniciran projektom „Genomska karakterizacija, konzervacija i selekcija s optimalnim doprinosima kod hrvatskih mliječnih pasmina ovaca“ (OPTI-SHEEP). Istraživanja poput ovog, koja se provode na populacijama istarske i paške ovce u sklopu projekta OPTI-SHEEP, a pod pokroviteljstvom Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ, IP-2019-04-3559), generirali su do sada brojne znanstveno utemeljene smjernice za unaprjeđenje postojećeg sustava genetskog vrednovanja ovih dviju pasmina. Planirani prelazak sa klasičnog genetskog vrednovanja (BLUP na osnovi informacije iz rodovnika) na genomsku selekciju u skoroj budućnosti, trebao bi osigurati ne samo veću točnost genetskog vrednovanja, već i bolje preduvjete za konzervaciju genoma ove pasmine, a samim time i njenu dugoročnu opstojnost u okvirima postojeće ekološke niše.



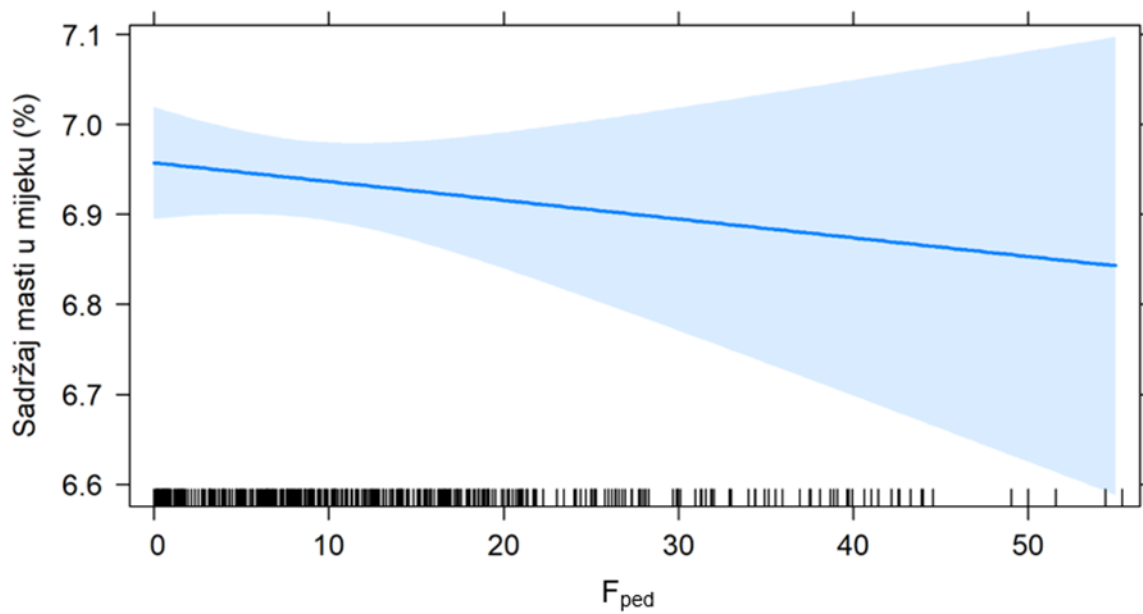
Grafikon 4.4.2.1. Regresija količine proizvedenog mlijeka na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})



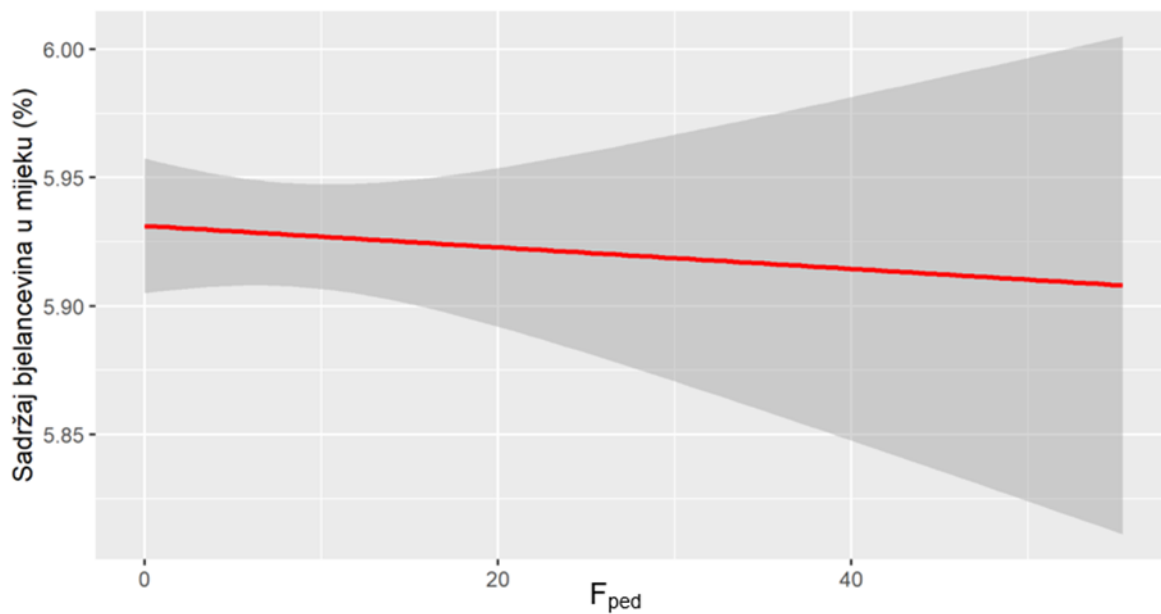
Grafikon 4.4.2.2. Regresija količine proizvedenog mlijeka na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})



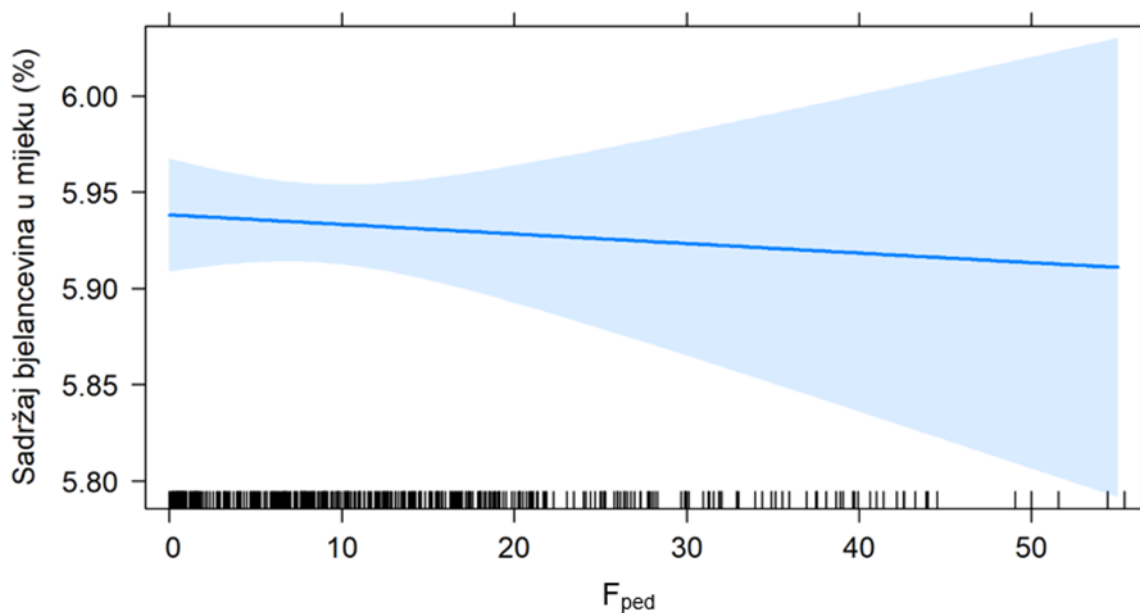
Grafikon 4.4.2.3. Regresija količine proizvedene masti na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})



Grafikon 4.4.2.4. Regresija količine proizvedene masti na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})



Grafikon 4.4.2.5. Regresija količine proizvedenih bjelančevina na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})



Grafikon 4.4.2.6. Regresija količine proizvedenih bjelančevina na koeficijent uzgoja u srodstvu (F_{ped})

5. Zaključak

Rezultati opsežno provedene analize kojom su pri procjeni utjecaja uzgoja u srodstvu na količinu i kemijski sastav mlijeka uvaženi i ostali izvori fenotipske varijabilnosti ne pružaju dovoljno dokaza da se potvrdi ili ospori postojanje inbriding depresije u ovoj populaciji.

Obzirom da je ova populacija u novije vrijeme ipak nešto više podvrgnuta selekciji nego ranijih godina, barem kod nekih uzgajivača, moguće je da pozitivni učinci selekcije maskiraju štetno djelovanje uzgoja u srodstvu, ali isto tako da u populaciji nisu značajnije zastupljeni aleli s negativnim učinkom na istraživana svojstva. Radi dobivanja potpunije slike o utjecaju uzgoja u srodstvu, kako na ovo, tako i na bilo koje drugo proizvodno svojstvo, u budućim istraživanjima ovog utjecaja bilo bi poželjno u analizu uključiti i aditivne genetske effekte. Obzirom na sve jednostavniju i cjenovno prihvatljivu mogućnost genotipizacije većeg broja jedinki, pritom bi optimalno bilo kreiranje genomske matrice srodstva na osnovi velikog broja pojedinačnih polimorfizama nukleotida (SNP).

Različiti smjer (predznak) utjecaja uzgoja u srodstvu između količine i kemijskog sastava mlijeka je logičan uvažavajući znanstveno utemeljenu činjenicu o postojanju negativnih genetskih korelacija između prinosa mlijeka i sadržaja (udjela) komponenti suhe tvari u mlijeku. Rezultati upućuju na obrnuti odgovor ovih svojstava na selekciju i na činjenicu da je jako teško provoditi selekciju koja će ponuditi „i ovce i novce“ u smislu istovremeno veće količine i kvalitete mlijeka.

Poprilično visok stupanj uzgoja u srodstvu u populaciji istarske ovce upućuje na činjenicu da uzgajivači ne poduzimaju potrebne mjere kojima bi sveli na minimum međusobno parenje jedinki koje su u visokom stupnju srodstva. Usvajanje preporuka od savjetodavaca na terenu, stručnim skupovima i putem različitih stručnih i znanstvenih publikacija, te njihovo implementiranje u praksi, ključni su preduvjeti da se promijeni postojeći trend stupnja uzgoja u srodstvu u ovoj populaciji.

Obzirom da populacije pod selekcijom često imaju tendenciju povećanja inbridinga jer se međusobno pare jedinke visokih uzgojnih vrijednosti, koje su često međusobno srodne (sličnosti genoma se odražava i u sličnosti uzgojnih vrijednosti), najbolji način da se balansira između selekcijskog napretka i povećanja stupnja inbridiranosti populacije je prakticiranje selekcije s optimalnim doprinosima.

6. Popis literature

1. Analla M., Montilla J.M., Serradilla J.M. (1998). Analyses of lamb weight and ewe litter size in various lines of Spanish Merino sheep. *Small ruminant research*. 29(3): 255-259.
[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00136-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00136-3)
(pristupljeno: 10.09.2024.)
2. Avondo M., Lutri L. (2004.) Feed intake. U: Dairy sheep nutrition (Pulina G.), Cambridge: CABI Publishing, 65-77.
https://agrifs.ir/sites/default/files/Dairy_Sheep_Nutrition.pdf
(pristupljeno: 05.09.2024.)
3. Arnould V.M.R., Soyeurt H. (2009). Genetic variability of milk fatty acids. *Journal of Applied Genetics*, 50, 29–39.
<https://doi.org/10.1007/BF03195649>
(pristupljeno: 11.07.2024.)
4. Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48.
<https://www.jstatsoft.org/article/view/v067i01>
(pristupljeno: 16.06.2024.)
5. Barać Z., Špehar M., Mioč B. (2012). Utjecaj redosljeda i stadija laktacije, veličine legla, sezone janjenja i stada na neke odlike mliječnosti paške ovce. *Stočarstvo*, 66 (1), 3-19.
https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=133187
(pristupljeno: 22.07.2024.)
6. Barać Z., Mioč B. i Špehar M. (2013). Utjecaj stadija i redosljeda laktacije, sezone janjenja i stada na udjele mliječne masti i bjelančevina u mlijeku paške ovce. *Mljekarstvo*, 63 (2), 81-90.
<https://hrcak.srce.hr/102503>
(pristupljeno: 03.07.2024.)
7. Barros E.A., Brasil L.H.A., Tejero J.P., Delgado-Bermejo J.V., Ribeiro M.N. (2017). Population structure and genetic variability of the Segurena sheep breed through pedigree analysis and inbreeding effects on growth traits. *Small Rumin Res*. 149: 128–133.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.02.009>
(pristupljeno: 16.06.2024.)

8. Boichard D., Maignel L., Verrier E. (1997). The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genet Sel Evol.* 29(1):5–23.
<https://doi.org/10.1186/1297-9686-29-1-5>
(pristupljeno: 25.06.2024.)
9. Cesarani A., Mastrangelo S., Congiu M., Portolano B., Gaspa G., Tolone M., Macciotta N.P.P. (2023). Relationship between inbreeding and milk production traits in two Italian dairy sheep breeds. *Journal of animal breeding and genetics.* 140(1), 28-38.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36239218/>
(pristupljeno: 10.09.2024.)
10. Dowle M., Srinivasan A. (2021). *data.table: Extension of `data.frame`.* R package version 1.16.0.
<https://CRAN.R-project.org/package=data.table>
(pristupljeno: 16.08.2024.)
11. Ercanbrack S.K., Knight A.D. (1991). Effects of inbreeding on reproduction and wool production of Rambouillet, Targhee, and Columbia ewes. *Jourlan of animal science.* 69(12): 4724-4744.
<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/69/12/4734/4704825?redirectedFrom=fulltext>
(pristupljeno: 04.06.2024.)
12. Gonzalo C., Carriedo J., Baro J. A., San Primitivo F. (1994). Factors influencing variation of test day milk yield, somatic cell count, fat and protein in dairy sheep. *Jounal of Dairy Science* 77, 1537-1542.
[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(94\)77094-6/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(94)77094-6/pdf)
(pristupljeno: 12.06.2024.)
13. Gootwine E., Pollott G. E. (2000). Factors affecting milk production in Improved Awassi dairy ewes. *Animal Science* 71, 607-615.
https://www.researchgate.net/publication/236619174_Factors_affecting_milk_production_in_Improved_Awassi_dairy_ewes
(pristupljeno: 12.06.2024.)
14. Grosjean P., Ibanez F., Etienne M. (2018). *pastecs: Package for Analysis of Space-Time Ecological Series.* R package version 1.4.2.
<https://CRAN.R-project.org/package=pastecs>
(pristupljeno: 16.06.2024.)

15. Gutierrez J.P., Altarriba J., Diaz C., Quintanilla R., Canon J., Piedrafita J.(2003). Pedigree analysis of eight Spanish beef cattle breeds. *Genet Sel Evol.* 35(1):43–63.39
<https://doi.org/10.1186/1297-9686-35-1-43>
(pristupljeno: 20.06.2024.)
16. Hatziminaoglou I., Georgodiudis A., Karalazos A. (1990). Factors affecting milk yield and prolificacy of Karagouniko sheep in west Thessaly (Greece). *Livestock Production Science*, 24, 181–6.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0301622690900761>
(pristupljeno: 10.09.2024.)
17. HAPIH – Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2021). Označavanje, kontrola proizvodnosti i procjena uzgojne vrijednosti ovaca i koza. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Osijek.
<https://www.hapih.hr/wpcontent/uploads/2022/02/Oznac%CC%8Cavanje-kontrola-proizvodnosti-i-procjena-uzgojnih-vrijednosti-ovaca-i-koza.pdf>
(pristupljeno 10.06.2024.)
18. HAPIH – Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2024). Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Godišnje izvješće za 2023. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Osijek.
<https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2023/07/Ovcarstvo-kozarstvo-i-male-zivotinje-Godisnje-izvjesce-2022.pdf>
(pristupljeno: 14.07.2024.)
19. Hashemi M., Hossein-Zadeh N.G.(2020). Population genetic structure analysis of Shall sheep using
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1827992>
(pristupljeno: 07.07 2024.)
20. HSUOIK - Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza (2024.)
<https://www.ovce-koze.hr/ovcarstvo-kozarstvo/ovcarstvo-i-kozarstvo-u-rh/ovcarstvo-i-kozarstvo-u-rh/pasmine-ovaca/istarska-ovca/>
(pristupljeno: 05.05.2024.)
21. Hebbali A. (2020). *descriptr: Generate Descriptive Statistics*. R package version 0.5.2.
<https://CRAN.R-project.org/package=descriptr>
(pristupljeno: 16.06.2024.)
22. HRN ISO 9622 (2001). Punomasno mlijeko. Određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze - Uputstva za rad MID - infrared instrumentima (ISO 9622:1999), Hrvatski zavod za norme.

23. HRN EN ISO 13366-2/isp.1 (2007). Mlijeko - Brojanje somatskih stanica - 2. dio: Uputa za rad fluor-opto-elektroničkim brojačima. Broj 13366-2/isp.1. Zagreb: Hrvatski zavod za norme.
24. ICAR - International Committee for Animal Recording (2018). Guidelines for Performance Recording in Dairy Sheep and Dairy Goats.
<https://www.icar.org/Guidelines/16-Dairy-Sheep-and-Goats.pdf>
(pristupljeno: 02.09.2024.)
25. Jardas F. (1956). Prinos poznavanju ovce, ovčarstva i pašnjarstva otoka Cresa. Doktorska disertacija, Novi Dvori.
26. Kasap A., Smutni B., Ramljak J., Držaić V., Mioč B., Špehar M. (2024). The impact of inbreeding on birth weight in the Pag sheep breed // Zbornik radova 59. Hrvatski i 19. Međunarodni simpozija agronoma. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 2024. str. 316-321
27. 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.
28. Kasap A., Špehar M., Mioč B., Barać Z. (2019). Utjecaj uzgoja u srodstvu na veličinu legla romanovske ovce.
https://www.hapih.hr/cs/aplikacije/vrednovanje/web/sheep/pub/SA_2019_Kasap_et_al.pdf
(pristupljeno: 10.09.2024.)
29. 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.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34072314/>
(pristupljeno: 10.09.2024.)
30. Keller L.F., Waller D.M. (2002). Inbreeding effects in wild populations. *Trends in economy&evolution*. [online]17(5):230-241
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534702024898>
(pristupljeno: 17.05.2024.)
31. Komprej, A., Gorjanc, G., Kompan, D., Kovač, M. (2012). Lactation curves for milk yield, fat, and protein content in Slovenian dairy sheep. *Czech Journal of Animal Science*,57,231-239.

<https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/64778.pdf>

(pristupljeno: 06.07.2024.)

32. Koncagül S., Karataş A., Akça N., Vural M.E., Bingöl M. (2012). Factors affecting lactation milk yield and some lactation characteristics of Zom sheep in farmer conditions. Iğdir Üniversitesi Journal of the Institute of Science and Technology, 2 (4), 87-93.

www.dergipark.gov.tr/download/article-file/89210

(pristupljeno: 07.07.2024)

33. Lenth V.R. (2022). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.10.4.

<https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

(pristupljeno: 16.08.2024.)

34. Mavrogenis A. P. (1996). Estimates of environmental and genetic parameters influencing milk and growth traits of Awassi sheep in Cyprus. Small Ruminant Research 17, 79-84

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0921448895007946>

(pristupljeno: 04.09.2024.)

35. María G., Gabiña D. (1993). Non-genetic effects on milk production of Latxa ewes. Small Ruminant Research 12, 61-67.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/092144889390038J>

(pristupljeno: 10.06.2024.)

36. Mioč B., Pavić V., Sušić V. (2007). Ovčarstvo. Hrvatska mljekarska udruga Zagreb

37. Mioč B., Prpić Z., Barać Z., Vnučec I. (2012). Istarska ovca – hrvatska izvorna pasmina. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, Zagreb.

<https://www.ovce-koze.hr/wp-content/uploads/2016/01/Istarska-ovca.pdf>

(pristupljeno: 04.07.2024.)

38. Mioč B., Pavić V., Barać Z., Vnučec I., Prpić Z., Mulc D., Špehar M. (2011). Program uzgoja ovaca u Republici Hrvatskoj. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, Zagreb, 33-34.

<https://www.ovce-koze.hr/wp-content/uploads/2016/03/Program-uzgoja-ovaca-knjiga-pdf.pdf>

(pristupljeno: 04.07.2024.)

39. Mioč B., Kasap A. (2018). Uzgoj ovaca i koza u srodstvu Zbornik predavanja 20. savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u RH / Sinković T. (ur.). Križevci: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, str. 33-44.
https://www.researchgate.net/publication/328602553_UZGOJ_OVACA_I_KOZA_U_SRODSTVU
(pristupljeno: 17.05.2024.)
40. Mioč B., Antunović Z., Širić I., Novoselec J., Kasap A., Šalavardić K.Ž., Ramljak J., Držaić V. (2024). The influence of different stress factors on the production and quality of sheep milk. *Mljekarstvo* 74 (3) 169-184.
<https://hrcak.srce.hr/file/459070>
(pristupljeno: 10.06.2024.)
41. Murphy T.W., Berger Y.M., Holman P.W., Baldin M., Burgett R.L., Thomas D.L. (2017). Estimates of genetic parameters, genetic trends, and inbreeding in a crossbred dairy sheep research flock in the United States. *Journal of Animal Science*. 95(10): 4300-4309.
<https://doi.org/10.2527/jas2017.1844>
(pristupljeno: 23.06.2024.)
42. Mijadžiković Z. (2022). Utjecaj uzgoja u srodstvu na svojstva mliječnosti paške ovce / Kasap A. (mentor). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
43. Norberg E., Sørensen A. C. (2007). Inbreeding trend and inbreeding depression in the Danish populations of Texel, Shropshire, and Oxford Down. *Journal of animal science*, 85(2), 299-304.
<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/85/2/299/4779499?login=true>
(pristupljeno: 04.06.2024.)
44. Pavić V., Antunac N., Mioč B., Ivanković A., Havranek J. L. (2002). Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech journal of animal science*, 47(2), 80-84.
https://www.researchgate.net/profile/AntelIvankovic/publication/242728678_Influence_of_stage_of_lactation_on_the_chemical_composition_and_physical_properties_of_sheep_milk/links/00b4953a33e8cb637d000000/Influence-of-stage-of-lactation-on-the-chemical-composition-and-physical-properties-of-sheep-milk.pdf
(pristupljeno: 14.07.2024.)
45. Pulina G., Nudda A. (2024). Milk production. *Dairy sheep nutrition*, str. 1-12.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.1079/9780851996813.0001>
(pristupljeno: 10.09.2024.)

46. Putinja F. (2005). Ovčarstvo. U: Istarska enciklopedija (ur. Bertoša M., Matijašić R.). Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb
47. Prpić Z. (2011). Povezanost pasmine s mliječnošću, morfologijom i zdravljem vimena ovaca. Doktorska disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
48. Rako A. (1957). Istarska mliječna ovca. Stočarstvo 11, 423.-429.
49. Ramsey W. S., Hatfield P. G., Wallace J. D. (1998). Relationships among ewe milk production and ewe and lamb forage intake in Suffolk and Targhee ewes nursing single or twin lambs. Journal of Animal Science 76, 1247-1253.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9621929/>
(pristupljeno: 14.08.2024.)
50. Sezenler T., Ceyhan A., Akif Y., Konvagül S., Soyal D., Yildirim M. (2014). Influence of Year, Parity and Birth Type on Milk Yield and Milk Components of Bandırma Sheep (German Black Head Mutton x Kivircik). Journal of Agricultural Sciences, 22, 89-98.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1569130>
(pristupljeno: 07.06.2024.)
51. Snowden G. D., Glimp A. H. (1991) Influence of breed, number of suckling lambs and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. Journal of Animal Science 69, 923-930.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2061262/>
(pristupljeno: 07.06.2024.)
52. Špehar M., Ramljak J., Kasap A. (2022). Estimation of genetic parameters and the effect of inbreeding on dairy traits in Istrian sheep, Italian Journal of Animal Science, 21(1), 331-342
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2031320>
(pristupljeno: 25.06.2024.)
53. Treacher T. T. (1983). Nutrient requirements for lactation in the ewe. In: Sheep Production (Haresign, W, ed.). Butterworths, London, UK, 133-153.
https://www.researchgate.net/publication/235998991_Nutrition_during_lactation
(pristupljeno: 14.08.2024.)
54. Wellmann R. (2021). optiSel: Optimum Contribution Selection and Population Genetics. R package version 2.0.9
<https://CRAN.R-project.org/package=optiSel>
(pristupljeno: 16.06.2024.)

55. Wickham H (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
56. Wickham H., Averick M., Bryan J., Chang W., D'Agostino McGowan L., François R., Golemund G., Hayer A., Henry L., Hester J., Kuhn M., Lin Pedersen T., Miller E., Milton Bache S., Müller K., Ooms J., Robinson D., Paige Seidel D., Spinu V., Takakashi K., Vaughan D., Wikle C., Woo K., Yutai H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686
<https://doi.org/10.21105/joss.01686>
(pristupljeno: 16.06.2024.)

Životopis

Ana Kurelović rođena je 13. rana 1999. godine u Puli. Osnovnu školu pohađala je u Pazinu (2007.-2014.). Srednjoškolsko obrazovanje nastavlja u Srednjoj školi Mate Balote u Poreču gdje završava smjer agrotehničar (2014.-2018.).

Kroz srednjoškolsko obrazovanje sudjeluje na različitim „Erasmus +“ projektima, smotrama kao i na različitim srednjoškolskim natjecanjima, te aktivno sudjeluje i u radu učeničke zadruge „Parentino“.

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet upisuje 2018. godine (preddiplomski smjer Animalne znanosti), koji završava 2021. godine. Iste godine upisuje diplomski studij Proizvodnja i prerada mlijeka kojeg završava 2024. godine.

Po završetku diplomskog studija, stručnu praksu odrađuje u Agrolaguna d.d. kroz koju sudjeluje u proizvodnom pogonu za proizvodnju istarskih sireva i skute, te također dio prakse odrađuje i na ovčarskoj farmi.

Od stranih jezika razumije i govori engleski jezik, također dobro poznaje rad na računalu, odnosno rad u Microsoft Office paketu. Poznaje osnovni rad u R programu i korištenje nekih specijaliziranih paketa.