

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Vinko Sičaja, mag. ing. agr.

**PROIZVODNA SVOJSTVA I METABOLIČKI PROFIL OVACA I NJIHOVE
JANJADI HRANJENIH OBROCIMA S DODATKOM POGAČE SJEMENKI
BUNDEVE**

DOKTORSKI RAD

Osijek, 2025.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Vinko Sičaja, mag. ing. agr.

**PROIZVODNA SVOJSTVA I METABOLIČKI PROFIL OVACA I NJIHOVE
JANJADI HRANJENIH OBROCIMA S DODATKOM POGAČE SJEMENKI
BUNDEVE**

- Doktorski rad -

Osijek, 2025.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Vinko Sičaja, mag.ing.agr.

**PROIZVODNA SVOJSTVA I METABOLIČKI PROFIL OVACA I NJIHOVE
JANJADI HRANJENIH OBROCIMA S DODATKOM POGAČE SJEMENKI
BUNDEVE**

- Doktorski rad –

Mentor: prof. dr. sc. Zvonko Antunović

Komentor: prof. dr. sc. Josip Novoselec

Povjerenstvo za ocjenu:

- 1. Zvonimir Steiner, redoviti profesor u trajnom izboru, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. Boro Mioč, redoviti profesor u trajnom izboru, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, član**
- 3. Željka Klir Šalavardić, docent Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, članica**

Osijek, 2025.

Osijek, 2025.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti

Modul: Hranidba životinja i tehnologija stočne hrane

UDK:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Proizvodna svojstva i metabolički profil ovaca i njihove janjadi hranjenih obrocima s dodatkom pogače sjemenki bundeve

Vinko Sičaja, mag. ing. agr.

Doktorski rad je izrađen na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijeka Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Zvonko Antunović

Komentor: prof. dr. sc. Josip Novoselec

Sažetak

Istraživanje je provedeno s 36 ovaca i njihovoj janjadi koje je trajalo 66 dana. Ovce i janjad su hranjeni krmnim smjesama i sijenom. U kontrolnoj skupini (K), bjelančevinasta komponenta sastojala se od sojine sačme i ekstrudirane soje, dok je u prvoj skupini (P1) sojina sačma i ekstrudirana soja djelomično zamijenjena s 7 % pogače sjemenki bundeve (PSB). U drugoj skupini (P2) ekstrudirana soja je potpuno, a sojina sačma djelomično zamijenjena s 14 % PSB. U krvi ovaca i janjadi utvrđeni su hematološki i biokemijski pokazatelji. Proizvodni pokazatelji i metabolički profil ovaca i janjadi hranjenih obrocima P1 i P2 nisu se značajno razlikovali u odnosu na kontrolnu (K) skupinu, osim povećanja završne tjelesne mase, prosječnih dnevnih prirasta, te smanjenja aktivnosti AST u skupini P2 i aktivnosti GGT u krvi ovaca iz P1 skupine. Koncentracije kolesterola i LDL-kolesterola u krvi janjadi bile su značajno smanjene u skupini P2, dok je u janjadi iz P1 i P2 skupine zabilježena povećana aktivnost enzima glutation-peroksidaze (GPx). Iako hranidba ovaca nije dovela do značajnih promjena u masnokiselinskom profilu ovčjeg mlijeka, u mišićnom tkivu janjadi iz P2 skupine zabilježeno je povećanje koncentracije linolne kiseline i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u odnosu na kontrolnu (K) skupinu. U skupinama P1 i P2 zabilježeno je povećanje koncentracije oleinske kiseline u trbušnoj maramici, kao i koncentracije ukupnih dugolančanih masnih kiselina. Dobiveni rezultati istraživanja ukazuju na mogućnost uključivanja pogače sjemenki bundeve (PSB) u udjelima od 7 % i 14 % u krmne smjese za ovce i janjad, čime bi se osigurao izvor sirovih bjelančevina i poželjnih masnih kiselina.

Broj stranica: 146

Broj slika: -

Broj tablica: 33

Broj literaturnih navoda: 250

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: pogača sjemenki bundeve, ovce, janjad, proizvodni pokazatelji, metabolički profil, kvaliteta mlijeka, kvaliteta mesa

Datum obrane:

Povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr.sc. Zvonimir Steiner, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik

2. prof. dr. sc. Boro Mioč, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, član

3. doc. dr. sc. Željka Klir Šalavardić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, članica

Doktorski rad je pohranjen u:

Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Ph.D. thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Postgraduate university study: Agricultural sciences

Course:

UDK:

Scientific Area: Biotechnical Sciences

Scientific Field: Agriculture

Branch:

Production characteristics and metabolic profile of ewes and their lambs fed rations supplemented with pumpkin seed cake

Vinko Sičaja, M.Sc.

Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Supervisor: PhD Zvonko Antunović, Full Professor

Co-supervisor: PhD Josip Novoselec, Full Professor

Short abstract (up to 2000 characters)

The study was conducted with 36 ewes and their lambs over a period of 66 days. Ewes and lambs were feed mixtures and hay. In the control group (K), the protein component consisted of soybean meal and extruded soybean, while in the first experimental group (P1), soybean meal and extruded soybean were partially replaced with 7% pumpkin seed cake (PSC). In the second experimental group (P2), extruded soybean was completely, and soybean meal partially, replaced with 14% PSC. Hematological and biochemical parameters were determined in the blood of ewes and lambs. Production parameters and metabolic profiles of ewes and lambs fed P1 and P2 diets did not differ significantly from those of the control (K) group, except for the increase in final body weight, average daily gains, and the reduction in AST activity in the P2 group and GGT activity in the blood of ewes from the P1 group. Cholesterol and LDL-cholesterol concentrations in the blood of lambs were significantly reduced in the P2 group, while increased glutathione peroxidase (GPx) enzyme activity was observed in lambs from both P1 and P2 groups. Although the feeding regimen did not result in significant changes in the fatty acid profile of ewe milk, increased concentrations of linoleic acid and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) were observed in the muscle tissue of lambs from the P2 group compared to the control (K) group. In both P1 and P2 groups, an increase in oleic acid concentration in the omental fat, as well as total long-chain fatty acids, was recorded. The results of this study suggest the possibility of incorporating pumpkin seed cake (PSC) at 7% and 14% levels into concentrate mixtures for ewes and lambs, providing a valuable source of crude proteins and desirable fatty acids.

Number of pages: 146

Number of figures: -

Number of tables: 33

Number of references: 250

Original in: Croatian

Key words: pumpkin seed cake, ewes, lambs, production performance, metabolic profile, milk quality, meat quality

Date of the thesis defense:

Reviewers:

1. PhD Zvonimir Steiner, Full Professor, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, president

2. PhD Boro Mioč, Full Professor, University of Zagreb Faculty of Agriculture, member

3. PhD Željka Klir Šalavardić, Assistant Professor, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, member

Thesis deposited in:

National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

KAZALO

1. UVOD	8
2. PREGLED LITERATURE	11
2.1. Hranidba ovaca i janjadi.....	11
2.2. Općenito o kvaliteti janječeg mesa.....	13
2.3. Krmiva u hranidbi ovaca i janjadi	14
2.3.1. Voluminozna krmiva u hranidbi janjadi.....	15
2.3.2. Bjelančevinasta krmiva u hranidbi janjadi	16
2.3.2.1. Bundeve (Cucurbita pepo L.)	17
2.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike ovaca i janjadi.....	21
2.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na kvalitetu ovčjeg mlijeka	21
2.6. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil ovaca i janjadi	26
2.6.1. Hematološki pokazatelji	26
2.6.2. Biokemijski pokazatelji u krvi	28
2.6.3. Enzimi i minerali u krvi	30
2.7. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na kvalitetu janječeg mesa	32
2.7.1. Masnokiselinski profil janječeg mesa	35
2.7.2. Fizikalni pokazatelji janječeg mesa.....	38
3. CILJ I HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA.....	41
4. MATERIJAL I METODE RADA	42
4.1. Osnovne značajke područja na kojem je provedeno istraživanje	42
4.2. Plan provedbe istraživanja	42
4.3. Hranidba i sastav hrane za ovce i janjad tijekom istraživanja.....	43
4.4. Tjelesna masa i eksterijerne odlike ovaca i janjadi	46
4.5. Uzimanje uzoraka i analize ovčjeg mlijeka.....	47
4.5.1. Određivanje osnovnog kemijskog sastava i mikrobioloških pokazatelja	47
4.6. Analiza masnih kiselina u krmivima, ovčjem mlijeku te mesu i trbušnoj maramici janjadi.....	48
4.7. Uzimanje i analiza uzoraka krvi ovaca i janjadi.....	51
4.7.1. Hematološka analiza	51
4.7.2. Biokemijska analiza krvi	52
4.8. Klanje i linearne mjere trupova janjadi	52
4.8.1. Kvaliteta janječeg mesa.....	53
4.9. Statistička obrada podataka.....	53

5. REZULTATI.....	54
5.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike ovaca	54
5.1.1. Proizvodna svojstva ovaca	54
5.1.2. Eksterijerne odlike ovaca	55
5.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na osnovni kemijski sastava i mikrobiološke pokazatelje ovčjeg mlijeka	59
5.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav ovčjeg mlijeka.....	60
5.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil ovaca.....	68
5.4.1. Hematološki pokazatelji ovaca.....	68
5.4.2. Biokemijski pokazatelji u krvi ovaca	71
5.4.2.1. Minerali u krvi ovaca	71
5.4.2.2. Metaboliti u krvi ovaca	72
5.4.2.3. Enzimi u krvi ovaca.....	74
5.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike janjadi	76
5.5.1. Proizvodna svojstava janjadi	76
5.5.2. Eksterijerne odlike janjadi.....	77
5.5.3. Klaonički pokazatelji janjadi.....	80
5.5.4. Fizikalna svojstva janječeg mesa	81
5.6. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav janječeg mesa i trbušne maramice	82
5.7. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil janjadi	88
5.7.1. Hematološki pokazatelji janjadi	88
5.7.2. Biokemijski pokazatelji krvi janjadi.....	91
5.7.2.1. Minerali u krvi janjadi	91
5.7.2.3. Enzimi u krvi janjadi	94
6. RASPRAVA	96
6.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike ovaca.	96
6.1.1. Proizvodna svojstva ovaca	96
6.1.2. Eksterijerne odlike ovaca	97
6.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na osnovni kemijski sastava i mikrobiološke pokazatelje ovčjeg mlijeka	98
6.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav ovčjeg mlijeka.....	99
6.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil ovaca.....	102
6.4.1. Hematološki pokazatelji ovaca.....	102
6.4.2. Biokemijski pokazatelji u krvi ovaca	102

6.4.2.1. Minerali u krvi ovaca.....	103
6.4.2.2. Metaboliti u krvi ovaca.....	104
6.4.2.3. Enzimi u krvi ovaca.....	105
6.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike janjadi.....	106
6.5.1. Proizvodna svojstva janjadi.....	106
6.5.2. Eksterijerne odlike janjadi.....	107
6.5.3. Klaonički pokazatelji janjadi.....	108
6.5.4. Fizikalna svojstva janječeg mesa	109
6.6. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav janječeg mesa i trbušne maramice	110
6.7. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil janjadi.....	112
6.7.1. Hematološki pokazatelji janjadi	112
6.7.2. Biokemijski pokazatelji u krvi janjadi	114
6.7.2.1. Minerali u krvi janjadi	114
6.7.2.2. Metaboliti u krvi janjadi	114
6.7.2.3. Enzimi u krvi janjadi	117
7. ZAKLJUČAK.....	119
8. LITERATURA	121
9. SAŽETAK	144
10. SUMMARY	145

TUMAČ KRATICA

ALA	alfa-linolenska kiselina
ALT	alanin aminotransferaza
ALP	alkalna fosfataza
AST	aspartat aminotransferaza
BHB	beta-hidroksibutirat
CAAJ	Centralna agrobiotehnička analitička jedinica
CK	kreatin kinaza
CLA	konjugirana linolna kiselina
CoA	koenzim A
DHA	dokozaheksaenska kiselina
DFD	dark, firm, dry
DTS	djetelinsko travna smjesa
EPA	eikozapentaenska kiselina
ES	ekstrudirana soja
FA	profil masnih kiselina
FAME	metil esteri masnih kiselina
FID	plameno-ionizacijski detektor
GGT	gama-glutamil transferaza
GLM	generalni linearni model
GPx	glutation peroksidaza
GSH	glutation
GUK	glukoza
HAPIH	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu

HCT	hematokrit
HDL	lipoproteini visoke gustoće
HGB	hemoglobin
H ₂ O ₂	vodikov peroksid
IA	indeks anamorfoznosti
ICAR	International Committee for Animal Recording
IDN	indeks dužine nogu
IMF	intramuskularna mast
ITK	indeks tjelesne kondicije
ITKO	indeks tjelesne kompaktnosti
ITP	indeks tjelesnih proporcija
IŠP	indeks širine prsa
IM	indeks mišićavosti
IP	indeks prsa
K	kontrolna skupina
KS	krmna smjesa
KOH	kiselinska vrijednost ulja
LA	linolna kiselina
LCFA	dugolančane masne kiseline
LDL	lipoproteini niske gustoće
LDH	laktat dehidrogenaza
MCFA	srednjelančane masne kiseline
MCH	prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima
MCHC	prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima

MCV	prosječni volumen eritrocita
MEAN	srednja vrijednost
MVC	prosječni volumen eritrocita
MUFA	mononezasićene masne kiseline
NADPH	nikotinamid adenin dinukleotid fosfat
NEFA	neesterificirane masne kiseline
NEL	neto energija lakatacije
NEM	neto energija za kg prirasta
O ₂ ⁻	superoksidni anion
P1	pokusna skupina 1
P2	pokusna skupina 2
PLT	trombociti
PSB	pogača sjemenki bundeve
PUFA	polinezasićene masne kiseline
RBC	eritrociti
SCFA	kratkolančane masne kiseline
SEM	standardna pogreška srednje vrijednosti
SFA	zasićene masne kiseline
SOD	superoksid dismutaza
SS	sojina sačma
UFA	nezasićene masne kiseline
VLDL	lipoproteini vrlo niske gustoće
WBC	leukociti
WHC	kapacitet vezivanja vode

1. UVOD

Ovčarstvo je jedna od najstarijih grana stočarstva u Hrvatskoj s važnom ulogom u ruralnom gospodarstvu. Tradicionalno je zastupljeno u gotovo svim dijelovima zemlje, s posebno izraženom važnosti na priobalnim i brdsko-planinskim područjima, gdje je prilagođeno specifičnim agroekološkim uvjetima.

Uzgoj ovaca u Hrvatskoj duge je tradicije, a arheološki nalazi potvrđuju njihovu prisutnost još 7.000 godina prije Krista. Kostii ovaca pronađene su na otocima Hvaru i Svetom Andriji, što ukazuje na to da su ovce bile među prvim domaćim životinjama na tim prostorima (Posavi i sur., 2004.). Tijekom povijesti, ovce su zajedno s kozama bile ključni izvor bjelančevina životinjskog podrijetla za stanovništvo, osobito u Dalmaciji, gdje su se koristile za proizvodnju mesa i mlijeka. Osim što su služile za prehranu, proizvodi od ovaca – meso i mlijeko, ali i vuna i koža – bili su važan gospodarski resurs, a njihova prodaja često je bila glavni izvor prihoda za brojne obitelji. Arheološki nalazi na danas opustjelim pašnjacima dinarskih planina potvrđuju da su Iliri prije više od dva tisućljeća koristili navedena područja za stočarstvo, podižući pastirske kolibe i torove za ovce i drugu stoku (Barać i sur., 2011.). Prema povijesnim zapisima, Dalmacija je u 19. stoljeću bila jedan od najvažnijih centara ovčarstva u Europi. U to se vrijeme na tom području uzgajalo preko milijun i sto tisuća ovaca, što je, s obzirom na broj stanovnika, bio najviši omjer ovaca po stanovniku u Europi. Ovaj podatak svjedoči o velikoj važnosti ovčarstva u prehrani i gospodarstvu tadašnjeg stanovništva (Garibović i sur., 2006.). Nakon Drugog svjetskog rata, u sklopu procesa merinizacije, u Hrvatsku je uvezen niz različitih pasmina ovaca s ciljem oplemenjivanja autohtonih pasmina te povećanja prinosa mesa i vune. No, unatoč tim nastojanjima, ovaj proces nije značajnije poboljšao genetski potencijal lokalnih pasmina ovaca. Tijekom Domovinskog rata, u proljeće 1994. godine, u Hrvatsku je uvezeno oko 5.000 ovaca iz Australije, no one se nisu uspjele prilagoditi lokalnim uvjetima te nisu ostavile trajniji trag u hrvatskom ovčarstvu (Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 1997.). Domovinski rat negativno je utjecao na brojnost ovaca u Hrvatskoj. Prema statističkim podacima, prije rata (1991.) ukupna populacija ovaca iznosila je oko 800.000 grla. Međutim, tijekom rata populacija je gotovo prepolovljena. Po završetku rata, prema podacima Državnog zavoda za statistiku (Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 1997.), broj ovaca u Hrvatskoj smanjio se na 452 130 grla.

Prema podacima iz 2024. godine, u Hrvatskoj se uzgaja oko 552 000 ovaca (FAOSTAT, 2025.), što je značajan pomak u odnosu na razdoblje nakon Domovinskog rata, kada je broj ovaca gotovo prepolovljen. Ovce se u Hrvatskoj primarno uzgajaju zbog proizvodnje mesa, dok je proizvodnja mlijeka znatno manje zastupljena.

Uzgojno-seleksijski rad u Hrvatskoj u ovčarstvu usmjeren je na očuvanje genetske raznolikosti, poboljšanje prirasta janjadi, povećanje plodnosti te otpornosti na uvjete uzgoja. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH, 2024.) provodi uzgojne programe s ciljem povećanja proizvodnosti i kvalitete proizvoda. Selekcija se temelji na kontroli proizvodnosti, odabiru najboljih grla za rasplod i prilagodbi uvjetima ekstenzivnog i poluekstenzivnog uzgoja. U Hrvatskoj se uzgaja 16 pasmina ovaca, od kojih je 9 izvornih i 7 inozemnih. Dominiraju autohtone pasmine poput dalmatinske i ličke pramenke te otočkih pasmina, dok se među inozemnim pasminama najčešće uzgaja romanovska ovca i njemački merino (Merinolandschaf).

Perspektiva razvoja ovčarstva ovisi o nekoliko ključnih čimbenika. Naime, povećanje proizvodnje i prerade janječeg mesa, unaprjeđenje ekološkog ovčarstva, bolja organizacija tržišta i brendiranje autohtonih proizvoda mogu u sinergiji značajno doprinijeti konkurentnosti sektora. Također, ulaganje u digitalizaciju, mehanizaciju te preradu vune, koja se danas uglavnom ne koristi, može omogućiti dodatnu vrijednost ovčarskoj proizvodnji (Antunović i sur., 2012a., 2016.).

Zaključno, spajanje tradicije i inovacija, kao i jačanje seleksijskog rada i tržišne prepoznatljivosti, ključ je održivosti ovčarstva u Hrvatskoj. S pravilnim mjerama i potporama taj sektor može imati svjetliju budućnost i postati konkurentniji na domaćem i međunarodnom tržištu.

Ovčarska proizvodnja prolazi kroz brojne dinamične promjene koje zahtijevaju kvalitetnu prilagodbu i to ne samo uzgajivača nego i njihovih stada. Zabranom korištenja antibiotika u hrani životinja, kao i sve većim udjelom GMO soje koja se koristi u hrani, iznalaze se broja rješenja kako ih zamijeniti u hrani životinja. Nadalje, i važnost zaštite okoliša sve je naglašenija te se brojni nusproizvodi koji se dobivaju iz različitih prehrambenih industrija sve više koriste u hranidbi životinja (Kokić i sur., 2024.; Valdez-Arjona i Ramirez-Mella, 2019.; Antunović i sur., 2018.). Osobito je to važno za sve one nusproizvode bogate bjelančevinama u koje spada i pogača sjemenki bundeve (Klir i sur., 2017.a). Analizom literature uočeno je da

sjemenke bundeve, kao i pogače sjemenki bundeve sadrže visok udio bjelančevina ali i značajan udio polifenola, što uvelike utječe ne samo na opskrbu životinja kvalitetnim bjelančevinama nego i na poboljšanje antioksidativnog statusa (Patel, 2013.). Babnik i Verbič (2002.) su zaključili da pogača sjemenki bundeve sadrži od 546 do 658 g/kg suhe tvari sirovih bjelančevina te od 87 do 201 g/kg suhe tvari sirovih masti, što svakako ovisi o temperaturi prženja. Temeljna bjelančevina koja se nalazi u sjemenkama bundeve je 12S globulin, koji je strukturno vrlo sličan globulinima sadržanim u sjemenkama mahunarki (Bučko i sur., 2015.), ali i nekoliko ključnih bjelančevinastih frakcija, uključujući kukurbitin, 18S globulin i albumine.

Utvrđivanje metaboličkog profila krvi daje jasniju sliku o hranidbenom statusu životinja pa tako i istraživanih ovaca i janjadi, a odnosi se na utvrđivanje hematoloških i biokemijskih pokazatelja te aktivnosti enzima u krvi (Antunović i sur., 2011.ab, 2019.; Padurariu i sur., 2021.). Njegovim utvrđivanjem moguće je izbjeći različite metaboličke bolesti i lošija proizvodna svojstva istraživanih životinja koje urokuje nekvalitetna hranidba kroz duže vremensko razdoblje (Brondani i sur., 2022.; Antunović i sur., 2002.).

Saavedra i sur. (2015.) navode da su nusproizvodi bundeve važan izvor sastojaka koji promiču zdravlje, a uključuju antioksidanse, polifenole i karotenoide. Valdez-Arjona i Ramírez-Mella (2019.) su u studiji o primjeni bundeve i njenih nusproizvoda u hranidbi životinja zaključili da se njihovim korištenjem može smanjiti upotreba antibiotika te da pozitivno utječu na proizvodnost zbog visokog sadržaja antioksidanasa i masnih kiselina kada dolazi do poboljšavanja i nekih svojstava mesa istraživanih životinja. Analizom dostupne literature vidljivo je da se pri hladnom prešanju sjemenki bundeve zbog odvajanja ulja zadržava značajan udio nutrijenata sadržanih u sjemenkama u PSB, a samo 10 % je sadržano u ulju bundeve (Coshman i sur., 2023.). Sinković i Kolmanič (2021.) navode da je sadržaj većine mikro i makro nutrijenata u PSB dvostruko veći nego u sjemenkama što ide u prilog hipotezi predmetnog istraživanja o mogućnostima primjene PSB u hranidbi ovaca i janjadi.

U dostupnoj je literaturi vrlo malo podataka o zamjeni sojine sačme pogačom sjemenki bundeve (PSB) u hranidbi janjadi (Antunović i sur., 2015.b i 2018.; Novoselec i sur., 2017.). Navedena istraživanja obuhvaćaju manji broj utvrđivanih pokazatelja što je potrebno dodatno proširiti i to ne samo pri hranidbi s različitim udjelima dodatka PSB u obrocima nego i s pokazateljima metaboličkog profila, antioksidacijskog statusa ali i masnokiselinskog profila dobivenih proizvoda.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Hranidba ovaca i janjadi

Ovca je od davnina poznata kao skromna životinja s minimalnim zahtjevima u pogledu hranidbe. Međutim, unatoč njenoj skromnosti u suvremenoj je ovčarskoj proizvodnji potreban kvalitativno i kvantitativno dostatan obrok svim ovacama bez obzira na proizvodnu namjenu i fiziološki stadij. Optimalna strategija hranidbe podrazumijeva korištenje dostupnih prirodnih resursa specifičnih za određeni zemljopisni prostor, što se postiže odabirom odgovarajućeg genotipa ovaca najprilagođenijeg lokalnim uvjetima. Ovce su sposobne konzumirati i niskokvalitetnu voluminoznu krmu, uz vrlo male količine krepkih krmiva, pri čemu ju vrlo učinkovito pretvaraju u visokovrijedne proizvode. Hranidba je ključni negenetski čimbenik u uzgoju ovaca, što potvrđuju brojni autori u relevantnoj znanstvenoj literaturi (Van Der Linden i sur., 2007.; Antunović, 2015.a; Novoselec i sur., 2015., 2018.). Hranidbom ovaca potrebno je zadovoljiti njihove hranidbene potrebe uključujući energiju, bjelančevine, vitamine i minerale. Samo količinski dostatni i pravilno izbalansirani obroci omogućuju optimalnu proizvodnju, odgovarajuću vitalnost i zadovoljavajuće zdravstveno stanje životinja. Preporučuje se da ovce što više vremena provode na ispaši, u otvorenim stajama, uz mogućnost zaklona pod nadstrešnicama. Takvi optimalni uvjeti relativno su lako održivi u manjim stadima, dok u većim stadima potrebno pozorno upravljati opterećenjem pašnjaka te omogućiti odgovarajući dodatak krepkih krmiva. Posebnu pozornost treba posvetiti ekonomici hranidbe, budući da troškovi hrane čine približno dvije trećine ukupnih troškova određene ovčarske proizvodnje (Dickerson, 1978.). Janjad se najčešće uvodi u tov nakon odbića, pri čemu potpuno prelazi s hranidbe mlijekom (razdoblje sisanja/hranidba mliječnom zamjenom) na hranidbu voluminoznim i/ili krepkim krmivima. Odbiće je izrazito stresno razdoblje za janje koje može rezultirati značajnim smanjenjem tjelesne mase, povećanom osjetljivošću na bolesti, pa čak i uginućem. Stoga je ključno omogućiti postupnu prilagodbu na novu hranu te optimalne uvjete smještaja i zdravstvene zaštite kako bi se smanjio negativan utjecaj tog prijelaznog razdoblja (Mioč i sur., 2011.).

Tov janjadi ključan je segment ovčarske proizvodnje te ima važan gospodarski utjecaj na isplativost uzgoja ovaca. Ovisno o sustavu proizvodnje, razlikuje se ekstenzivni i intenzivni tov,

pri čemu svaki ima svoje specifičnosti u pogledu hranidbe, trajanja tova i završne tjelesne mase janjadi.

U ekstenzivnom uzgoju ovaca, koji je najzastupljeniji u Hrvatskoj, janjad se najčešće kolje bez prethodnog odbića, što znači da ostaje uz majku od janjenja do klanja. Tijekom takvog načina držanja, janjad boravi na paši zajedno s majkama, dok im je nakon povratka s paše osiguran pristup posebnim prostorima s koncentriranom hranom, koja omogućuje brži rast i povećanje tjelesne mase. Taj obrok najčešće čini kombinacija žitarica, npr. kukuruz, zob ječam, uz dodatak bjelančevinastih krmiva, kao što su soja, sačma ili pogača suncokreta, a u novije vrijeme i pogača bundeve. Takav sustav hranidbe omogućava optimalan prirast janjadi uz minimalne troškove u okviru ekstenzivnog sustava proizvodnje. Uz koncentrirana krmiva, ključnu ulogu u rastu i razvoju janjadi imaju i mineralna krmiva koja omogućavaju pravilan razvoj kostura i mišićne mase te poboljšavaju iskorištavanje hranjivih tvari. U ekstenzivnom sustavu uzgoja prosječna završna tjelesna masa janjadi je oko 35 kg, uz prosječni dnevni prirast od 250 g. Janjad se najčešće kolje u dobi od 4 do 5 mjeseci, kada je optimalan omjer tjelesne mase i kvalitete mesa u okviru tog sustava proizvodnje (Antunović i sur., 2012.a).

U intenzivnom uzgoju ovaca janjad se odbija u dobi od mjesec i pol do dva mjeseca, pri čemu postiže prosječnu tjelesnu masu od 15 do 20 kg. Ranije odbiće omogućuje brži povratak ženskih grla u optimalnu rasplodnu kondiciju, što je posebno važno kod visokoplodnih pasmina ovaca. Taj sustav uzgoja omogućuje intenzivniju proizvodnju i veću reproduktivnu učinkovitost, uz primjenu kvalitetne hranidbe i odgovarajućih zootehničkih zahvata.

Međutim, takav način hranidbe janjadi zahtijeva veći ljudski angažman te povećava rizik od bolesti probavnog sustava, poput nadama, začepjenja, proljeva, virusnog proljeva, enterotoksemije i kolibaciloze. Glavni uzroci ovih problema su forsirana hranidba i držanje velikog broja životinja na ograničenom prostoru, što povećava stres i mogućnost širenja infekcija. Kako bi se smanjio rizik od zaraznih bolesti, potrebno je provoditi preventivne mjere, uključujući cijepljenje ovaca odgovarajućim cjepivima, kao i imunizaciju novorođene janjadi specifičnim cjepivima. Osim toga, preporučuje se dodatna suplementacija vitaminima A, D i E, zbog ključne uloge u jačanju imunološkog sustava i prevenciji metaboličkih poremećaja (Mioč i sur., 2011.; Hossein i sur., 2019.). U intenzivnom sustavu uzgoja janjad se intenzivno hrani kako bi se postigli visoki dnevni prirasti, koji često premašuju 300 g. Završna tjelesna masa ovisi o zahtjevima tržišta i najčešće je između 35 i 40 kg. Međutim, u suvremenim tržišnim

uvjetima sve je veća potražnja za lakšom janjadi, čija se prosječna tjelesna masa između 25 i 30 kg. Statistički, muška janjad na kraju tova prosječno postiže oko 10 % veću tjelesnu masu u odnosu na žensku janjad, što je važno pri planiranju hranidbe i prodaje (Mioč i sur., 2007.). Pravilno uravnotežena hranidba, optimalni uvjeti držanja i preventivne zdravstvene mjere ključni su za postizanje visokih proizvodnih rezultata i ekonomske održivosti tova janjadi.

2.2. Općenito o kvaliteti janječeg mesa

Meso je jedan od najvažnijih izvora masti u prehrani velikog dijela ljudske populacije i važan je izvor esencijalnih hranjivih tvari, uključujući visokokvalitetne bjelancevine, vitamine i minerale. Masnoće prisutne u mesu ključne su u energetske metabolizmu, apsorpciji vitamina topljivih u mastima (A, D, E i K) te održavanju strukturalnih i funkcionalnih procesa u organizmu. Prosječno, meso čini oko 20 % tjelesne mase čovjeka, pridonoseći i u izgradnji i održavanju mišićnog tkiva. Osim nutritivne vrijednosti, masti iz mesa važne su i u senzorskim svojstvima hrane, dajući joj specifičnu aromu, sočnost i teksturu. Međutim, sastav i udio masnoća u mesu variraju ovisno o vrsti mesa, načinu uzgoja životinja i prehrani. Prehrambene smjernice preporučuju umjeren unos mesnih masti, uz naglasak na ravnotežu između zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, kako bi se smanjio rizik od kardiovaskularnih bolesti i metaboličkih poremećaja. Stoga je izbor kvalitetnog mesa i način pripreme ključan za očuvanje zdravlja i nutritivne ravnoteže u prehrani ljudi (Josić, 2019.). Sadržaj i sastav lipida u mišićnom tkivu značajno utječu na niz fizikalno-kemijskih i senzorskih svojstava mesa, uključujući boju, oksidativnu stabilnost, okus, teksturu i sočnost. Osim tehnoloških karakteristika, lipidni profil mesa ima ključnu ulogu u njegovoj nutritivnoj vrijednosti te potencijalnom utjecaju na ljudsko zdravlje (Kožačinski i sur., 2017.).

Janjeće meso, u usporedbi s mesom drugih vrsta životinja, karakterizira mekana tekstura, izrazita sočnost i visoka probavljivost. Također, sadrži relativno nizak udio intramuskularne masti, dok većinu ukupnih lipida (približno 70 %) čine jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline, koje se smatraju povoljnima za ljudsko zdravlje (Mioč i sur., 1999.). Ta svojstva čine janjetinu poželjnom u prehrambenom kontekstu, posebice u okviru dijetetskih režima koji naglašavaju unos zdravih masnoća. Janjeće meso je visokokvalitetan izvor hranjivih tvari uravnoteženog kemijskog sastava. Energetska vrijednost janječeg mesa je približno 230

kcal (961 kJ) na 100 g. U istom količinskom udjelu nalazi se oko 65 g vode, 18 g bjelančevina i 15 g masti (Cvrtila i sur., 2007.). Bjelančevine janječeg mesa, poput ostalih bjelančevina životinjskog podrijetla, karakterizira visoka prehrambena vrijednost. One sadrže sve esencijalne aminokiseline u optimalnim omjerima, što ih čini biološki visokovrijednim bjelančevinama, ključnima za sintezu i regeneraciju stanica u organizmu. U usporedbi s teletinom i piletinom, janjeće meso sadrži veći udio visokokvalitetnih bjelančevina, kako količinski, tako i po nutritivnoj vrijednosti (Sanudo i sur., 1998.; Mioč i sur., 1999.).

Osim nutritivnih svojstava, janjetina se ističe i po specifičnim senzorskim svojstvima. Po okusu je vrlo slična jaretini, pri čemu na aromu utječu čimbenici poput hranidbe životinja i dobi pri klanju. Janjetina je također važan izvor esencijalnih hranjivih tvari nužnih za pravilno funkcioniranje organizma. Sadrži lako probavljive bjelančevine koje ne opterećuju metabolizam, a zbog niskog sadržaja vezivnog tkiva bjelančevine iz janječeg mesa su probavljivije u usporedbi s onima iz teletine i piletine (Mioč i sur., 1999.). Ta karakteristika osobiti je važna za populacije s povećanim nutritivnim potrebama, poput djece, starijih osoba i rekonvalescenata. Bjelančevine janječeg mesa su visokokvalitetne i sadrže sve esencijalne aminokiseline u optimalnim omjerima. Sto grama janječeg mesa osigurava približno 60 % dnevnih potreba organizma za bjelančevinama, čime doprinosi održavanju mišićne mase i regeneraciji tkiva. Dodatno, janjeće meso sadrži nižu razinu kolesterola u odnosu na neke druge vrste mesa. Kuhana janjetina sadrži samo 71 mg kolesterola na 100 g, što je manje nego u piletini ili purećem batku (Sanudo i sur., 1998.; Mioč i sur., 1999.). Ta nutritivna prednost čini janjetinu prikladnim izborom za uravnoteženu prehranu i dijetalne režime usmjerene na održavanje zdravlja srca i krvnih žila.

2.3. Krmiva u hranidbi ovaca i janjadi

U hranidbi tovne janjadi potrebno je koristiti visokokvalitetne krmne smjese kako bi se omogućila optimalna konzumacija i probavljivost hranjivih tvari. Uz koncentriranu hranu, obvezno je davanje kvalitetnog sijena (djetelinsko travnih smjesa, lucerne) koje doprinosi pravilnoj funkciji probavnog sustava. Sastav krmnih smjesa može varirati ovisno o dostupnosti pojedinih sastojaka, ali bi optimalna formulacija trebala sadržavati približno 18 % sirovih

bjelančevina (Mioč i sur., 2017.). Pravilna hranidba ključna je za postizanje brzog prirasta, dobre konverzije hrane i visoke kvalitete mesa.

Ovce su preživači te njihova prehrana treba sadržavati dovoljan udio vlakana kako bi se održala stabilnost buraga i omogućila pravilna probava.

Temeljna krmiva za hranidbu ovaca, odnosno tov janjadi obuhvaćaju voluminozna krmiva (sijeno, paša, silaža i sjenaža), ali i koncentrirana krmiva i to: smjese žitarica (kukuruz, ječam, zob, tritikale) kao izvor energije i bjelančevinasti dodaci poput soje, sojine sačme, stočnog graška, suncokretove pogače te mineralno-vitaminski premiksi za osiguranje optimalne ravnoteže nutrijenata (Sičaja, 2011.).

2.3.1. Voluminozna krmiva u hranidbi janjadi

Voluminozna krmiva karakterizira razmjerno mala koncentracija hranjivih tvari te relativno visok udio neiskoristive tvari, odnosno balasta. Ovisno o vrsti voluminoznog krmiva, balast može biti suha neprobavljiva tvar, kao kod sijena i drugih suhih voluminoznih krmiva, ili voda, kao kod svježih i konzerviranih voluminoznih krmiva. U tovu janjadi, sijeno je najčešće korišteno voluminozno krmivo, osobito sijeno djetelinsko travnih smjesa, livadnih trava i višegodišnjih leguminoza. Energetska vrijednost sijena leguminoza i sijena livadnih trava je usporediva te iznosi između 4,50 i 5,20 MJ NEL (neto energija mlijeka) ili 0,55–0,70 HJ/kg ST (hektodžula po kilogramu suhe tvari). S obzirom na bjelančevinastu vrijednost, sijeno leguminoza sadrži neznatno viši udio sirovih bjelančevina (120–160 g/kg) u usporedbi s livadnim sijenom (70–90 g/kg sirovih bjelančevina). Od mineralnih tvari, kalcij je prisutan u dovoljnoj količini, dok je udio fosfora često nedostatan, što može zahtijevati dodatnu suplementaciju. Sijeno je također dobar izvor vitamina, posebno provitamina A (β -karoten) i vitamina D (Domaćinović, 2006.). U tovu janjadi sijeno se daje ad libitum, odnosno po volji, kako bi se omogućio stalan unos vlakana nužnih za pravilnu aktivnost buraga i održavanje probavnog zdravlja. Unos vlakana esencijalan je za održavanje zdrave fermentacije u buragu, prevenciju probavnih poremećaja i osiguravanje optimalne iskoristivosti hranjivih tvari iz obroka.

Osim sijena, u hranidbi janjadi mogu se koristiti i silirana voluminozna krmiva poput silaže i sjenaže, no njihova primjena je ograničena zbog rizika od pretjerane fermentacije i potencijalnog utjecaja na kvalitetu mesa.

2.3.2. Bjelančevinasta krmiva u hranidbi janjadi

Osiguravanje optimalnog unosa bjelančevina ključno je za pravilan rast, razvoj i proizvodne sposobnosti ovaca i janjadi. Bjelančevine su nužne za sintezu mišićnog tkiva, funkciju enzima i hormona te imunološku otpornost organizma. Najčešći način zadovoljavanja potreba za bjelančevinama u obrocima domaćih životinja, uključujući ovce i janjad, jest upotreba soje i njenih nusproizvoda.

Soja je jedno od najvrjednijih bjelančevinastih krmiva u stočarskoj industriji zbog svog visoko nutritivnog sastava koji uključuje značajnu količinu bjelančevina, ulja, vitamina i minerala. Zrno soje prosječno sadrži oko 38 % bjelančevina, 20 % ulja, više od 30 % ugljikohidrata, te brojne vitamine i minerale, što ju čini vrlo bogatim i uravnoteženim izvorom hranjivih tvari. U hranidbi stoke, soja se najčešće koristi u obliku sojine sačme ili sojine pogače, odnosno nusproizvoda dobivenih nakon izdvajanja ulja iz zrna soje. Ti nusproizvodi sadrže značaj udio bjelančevina (oko 40 %), što ih čini odličnim izvorom bjelančevina za hranidbu životinja (Berendika i sur., 2023.). Sojina pogača sadrži veći udio ulja u odnosu na sojinu sačmu, a na što utječe način tiještenja pri procesu izdvajanja ulja. Visok udio bjelančevina (oko 40 %) čini sojinu sačmu i pogaču korisnim dodatkom u obrocima životinja, osobito za preživače (goveda, ovce, koze). Karakteriza ih dobar omjer aminokiselina, uključujući esencijalne aminokiseline poput lizina, metionina i triptofana koje su ključne za rast i zdravlje životinja. Kako bi se smanjila ovisnost o soji, moguće je koristiti i druge izvore bjelančevina, prije svega različite krupnozrne leguminoze (grašak, bob, leća i lupina), koje imaju visok udio bjelančevina, ali i antinutritivne tvari koje mogu ograničiti njihovu uporabu. U tu se svrhu sve više koriste i različiti nusproizvodi industrije ulja (sačma i pogača suncokreta, uljane repice ali u posljednje vrijeme i pogača sjemenki bundeve i dr.) bogati bjelančevinama koje su neznatno niže probavljivosti, a s obzirom na veći udio sirovih vlakana, osobito u pogačama suncokreta i uljane repice i ograničavajući udio njihovoga korištenja u obrocima janjadi. Navedeni nusproizvodi

mogu se koristiti u hranidbi ovaca i janjadi kao vrlo poželjna alternativa soji (Antunović i sur., 2018.).

2.3.2.1. Bundeve (*Cucurbita pepo* L.)

Podrijetlo bundeve (*Cucurbita pepo* L.) je iz Amerike, a u Europu je donesena iz Male Azije preko Grčke. U Hrvatskoj je uzgoj uljne bundeve najrasprostranjeniji u sjeverozapadnom dijelu zemlje, posebice u Međimurju i varaždinskom području. Uljare u Hrvatskoj proizvode ulje bundeve (bučino ulje) te razne ljekovite pripravke na bazi sjemenki bundeve. Prema podacima FAOSTAT-a (2022.) globalna je proizvodnja bundeva bila 22 806 320,54 tona na površini od 1 521 943 ha. Azija je najveći svjetski proizvođač bundeve, čineći više od 50 % ukupne proizvodnje, dok Europa čini neznatno više od 20 % globalne proizvodnje. Najveći pojedinačni proizvođači su Kina, Ukrajina, Rusija, Sjedinjene Američke Države, Španjolska, Turska, Meksiko, Bangladeš, Italija i Indonezija. Prema podacima FAOSTAT-a (2022.) Hrvatska je proizvela 4 440 tona bundeva na površini od 320 ha, s prosječnim prinosom od 13,88 t/ha. Prema podacima Stručne podrške Ministarstva poljoprivrede (<https://poljoprivreda.gov.hr/>), prinosi sjemenja bundeve u našim uvjetima obično su od 1.500 do 2.000 kg sirovih sjemenja/ha, dok je prinos suhog sjemenja od 800 do 1.000 kg/ha. Prinos ploda može varirati od 50 do 80 t/ha, što znači da težinski udio suhog sjemenja u odnosu na cijeli plod iznosi oko 2-3 %. Od 100 kg sjemenki bundeve moguće je dobiti 40-45 litara čistog ulja bundeve (bučinog ulja).

Bundeve je jednogodišnja biljka, čiji je plod različite veličine i oblika. Meso ploda bundeve može biti bijele, žute ili narančaste boje, dok je sjemenka bjelkasta ili žuta (Karlović i Andrić 1996.). Sjemenke uljane bundeve imaju zaštitni omotač, a na osnovu gustine i količine celuloze u tom omotaču, postoje dva tipa sjemenki: one s omotačem i one bez omotača (golice). U posljednje vrijeme, bundeva golica postaje sve atraktivnija za uzgoj jer nema celuloznu ovojnicu koja se treba skidati kod proizvodnje ulja te ima i veći prinos ulja, a pogača dobivena od tih sjemenki je kvalitetnija (Babić-Alagić, 2017.). Prema navodima Zvekića i Popovića (2005.) bundeva sadrži mali udio suhe tvari (oko 10 %) i po hranidbenoj vrijednosti slična je stočnoj repi. U hranidbi goveda se obično koristi sirova, isjeckana na krupne komade, dok svinje rado jedu sirovu i kuhanu bundevu.

Kvalitetno ulje bundeve dobiva se prešanjem prženog tijesta sjemenki bundeve te kao takvo spada u kategoriju nerafiniranih ulja. Ulje bundeve karakteristične je tamno-zelene do crvenkasto-zelene boje te mirisa i okusa po prženim sjemenkama bundeve (Pravilnik o jestivim uljima i mastima NN 41/12). Ulje bundeve sve se više koristi u prehrani zbog svoje ekološke prihvatljivosti i bogatstva omega masnim kiselinama, vitaminima (B skupina, A, E, C, K, T) i mineralima (fosfor, kalcij, magnezij, kalij; Babić-Alagić, 2017.). Uz navedeno, ulje bundeve sadrži lecitin, bjelančevine i elemente u tragovima. Hladno prešano ulje bundeve zadržava specifičan okus, miris i sve važne sastojke, te se razlikuje od rafiniranog ulja po kemijskom sastavu, nutritivnoj vrijednosti i održivosti, što mu omogućuje visoku tržišnu cijenu (Mađarević Pavetić, 2015.). Prema vrijednosti pokazatelja navedenih u tablici 1 može se zaključiti da konzumacija ulja bundeve blagotvorno utječe na zdravlje potrošača.

Tablica 1. Pokazatelji kemijske analize ulja bundeve (Babić-Alagić, 2017.)

Pokazatelj	Vrijednost
Kiselinski broj	1,6 mg KOH/g ulja
Slobodne (ne-esterificirane) masne kis.	0,8 g/100 g ulja
Saponifikacijski broj	185,3 mg KOH/g ulja
Jodni broj	86,7 g I ₂ /100 g ulja
Peroksidni broj	1,5 mmol O ₂ /kg ulja

KOH- kiselinska vrijednost ulja

Ulje bundeve je svrstano u delikatesno ulje zbog svojeg specifičnog mirisa, okusa ali i izuzetno vrijednih kemijskih i ljekovitih svojstava, pri čijoj proizvodnji kao nusprodukt nastaje pogača bundeve (Sito i sur., 1998.).

2.3.2.1.1. Pogača sjemenki bundeve (kemijski sastav i hranidbena vrijednost)

Prešanjem prženog tijesta sjemenki bundeve, korištenjem hidrauličnih i mehaničkih preša, te pod utjecajem visokog tlaka, dolazi do istiskivanja ulja iz pripremljene mase sjemenki bundeve (Rabrenović i sur., 2014.). Kao nusprodukt prešanja nastaje pogača koja se može mljeti i koristiti za daljnju preradu u različite prehrambene proizvode ili kao dodatak u krmne

smjese za hranidbu životinja. Kratko zagrijavanje sjemenki na temperaturi od 100 do 120 °C zbog lakšeg izdvajanja ulja ali i dobivanja specifične arome po orašastim plodovima poboljšava ješnost pogače. Pogača sjemenki bundeve sadrži oko 12 % masnoća i bogata je bjelančevinama, vitaminima i mineralima, što ju čini važnom i u ljudskoj prehrani (Brkan, 2013.). Pogača koja nastaje nakon mehaničkog prešanja bogata je kvalitetnim bjelančevinama koje su po sastavu slične onim suncokretovim. Najčešće se koristi kao stočna hrana, ali se primjenjuje i u kulinarstvu i prehrambenoj industriji, uključujući konditorsku industriju, za bojanje tjestenine te u mliječnoj industriji (Leder i Molnar, 1993.). Pogača sjemenki bundeve sadrži više od 50 % sirovih bjelančevina u suhoj tvari (Tablica 2.) uz visoku probavljivost, u rasponu od 80 do 86 %. Također, Domaćinović, (2006.) tvrdi da pogača sjemenki bundeve bez ljuske sadrži 500 g/kg sirovih bjelančevina, te 70 g/kg sirove vlaknine.

Tablica 2. Kemijski sastav pogače sjemenki bundeve

Sastojak	Udio (%)	Izvor
Suha tvar	90 – 95	Murković i sur., (1996.;2004.)
Sirove bjelančevine	50 – 65	Murković i sur., (1996.;2004.)
Sirova mast	8 – 12	Nyam i sur., (2009.)
Pepeo	5 – 8	Nyam i sur., (2009.)
Sirova vlakna	8 – 15	Stevenson i sur., (2007.)
Masne kiseline (% ukupnih masnih kiselina)		
Linolna kiselina (C18:2 n-6)	35,6 – 60,8	Murković i sur., (1996.)
Oleinska kiselina (C18:1 n-9)	21,0 – 46,9	Murković i sur., (1996.)
Palmitinska kiselina (C16:0)	9,5 – 14,6	Murković i sur., (1996.)
Stearinska kiselina (C18:0)	3,1 – 7,4	Murković i sur., (1996.)

Pogača sjemenki bundeve se može upotrijebiti u hranidbi preživača, peradi i svinja zbog visokog udjela bjelančevina, a može poslužiti kao zamjena za sojinu sačmu. Na tržištu postoje štapići od pogače, ali ih je moguće obraditi u razne namaze i brašno. Također se koriste kao bojilo i aromatična dodatak u proizvodnji slastica i tjestenine. Kako je taj nusproizvod bogat kvalitetnim bjelančevinama, vitaminima i mineralima koristi se u ljudskoj prehrani kao i u hranidbi životinja, uz mogućnost veće primjene (Brkan, 2013.). Kemijski sastav sjemenki

bundeve varira, ovisno o količini ulja i udjelu ljuske. Postoje sorte bez ljuske koje sadrže veći udio bjelančevina u odnosu na sorte s ljuskom.

Pogače bez ljuske sadrže oko 49 % sirovih bjelančevina i oko 7 % sirovih vlakana (Kopić, 2016.). Osim toga, pogaču sjemenki bundeve karakterizira ugodna aroma koja poboljšava ješnost obroka (Zdunczyk i sur., 1999.; Dumanovski i Milas, 2004.). Prema istraživanjima Kulaitiene i sur. (2007.) sjemenke bundeve sadrže masne kiseline poput palmitinske (C16:0), stearinske (C18:0), oleinske (C18:1) i linoleinske kiseline (C18:2), vitamine E i A, esencijalne elemente kao što su magnezij, fosfor, bakar, kalij, ali i niacin, folnu kiselinu, riboflavin, tiamin, te visokokvalitetne bjelančevine (Eleiwa i sur., 2014.). Prema Zdunczyk i sur. (1999.) ukupna koncentracija nezasićenih masnih kiselina (UFA) u pogači sjemenki bundeve slična je onoj u sačmi soje, ali i viša u odnosu na zrna drugih leguminoza (Grela i Günter, 1995.). Masnokiselinski sastav pogače sjemenki bundeve istraživali su Rabrenović i sur. (2014.) i utvrdili koncentraciju mononezasićenih masnih kiselina (MUFA; 37,1–43,6 g/100 g masnih kiselina) te polinezasićenih masnih kiselina (PUFA; 37,6–44,7 g/100 g masnih kiselina). Prema navodima Brookera i Acamovica (2005.) sjemenke bundeve sadrže složene i brojne bioaktivnosti, te mogu biti prirodno, održivo i alternativno rješenje u kontroli patogenih i parazitarne organizama, povećanju otpornosti organizma na bolesti, te poticanju ješnosti i proizvodnosti. Beneficijelni učinak primjene bundeve i njenih nusproizvoda u hranidbi peradi utvrdili su Achilonu i sur. (2018.). Prema Sinkoviću i Kolmaniću (2021.) u sjemnkama bundeve i u pogači sjemenki bundeve sadržaj sirovih bjelančevina iznosio je 38,3 do 39,5 %, odnosno 65,3 do 68,9 %, a sadržaj sirove masti 47,1-49,8 %, odnosno 8,7-10,3 %. Također, bundeva sadrži kukurbitacin koji imaju probavno i purgativno djelovanje zbog sadržaja gorkih spojeva (Montensano i sur., 2018.). Navedeno je vjerojatno i razlog antiparazitskog učinka primjene bundeve (Yadav i sur., 2010.; Lans i sur., 2010.). Ježek i sur. (2021.) su također pri korištenju PSB u hranidbi ovaca (200 g/dan/ovci) utvrdili njen potencijal u kontroli parazita što značajno smanjuje potrebu za lijekovima, a Matthews i sur. (2016.) su također u hranidbi tovnje jaradi utvrdili određenu tolerantnost na parazitarne infekcije koje treba još dodatno istražiti.

2.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike ovaca i janjadi

Brojnim istraživanjima različitih autora utvrđeno je da se pogača sjemenki bundeve može koristiti kao ogovarajuća zamjena za soju u hranidbi preživača i nepreživača, bez negativnog utjecaja na zdravlje i proizvodne pokazatelje. Zbog visokog udjela sirovih bjelančevina i masti, pogača sjemenki je kvalitetno krmivo za hranidbu ovaca, koza, janjadi i jaradi, što je potvrđeno istraživanjima (Novoselec i sur., 2017a.; Klir i sur., 2017.c; Antunović i sur., 2018.; Klir Šalavardić i sur., 2021.). U istraživanju Novoseleca i sur. (2017a.) zamjena soje kao izvora bjelančevina sa 7 % pogače sjemenki bundeve nije rezultirala značajnim razlikama ($P > 0,05$) u proizvodnim pokazateljima, eksterijernim osobinama te indeksima tjelesne razvijenosti janjadi. Janjad u kontrolnoj skupini postigla je sličnu, odnosno neznatno veću završnu tjelesnu masu i prosječne dnevne priraste u usporedbi s pokusnom skupinom (29,80 kg : 28,98 kg; 232,40 g : 230,03 g). Također, u istraživanju Antunovića i sur. (2015.b) zamjenom soje s 10 % i 15 % pogače sjemenki bundeve nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u prosječnim dnevnim prirastima janjadi (223,61 g : 282,67 g : 226,67 g). Prema navodima Brookera i Acamovica (2005.) sjemenke bundeve odlikuju složene i brojne bioaktivnosti te mogu biti prirodna održiva i alternativna rješenja u kontroli patogenih/parazitarnih organizama, povećavaju otpornost organizma na bolesti te potiču ješnost u proizvodnji. Achilonu i sur. (2018.) navode poboljšane reprodukcijske značajke, te poboljšan rast, kvalitetu trupova, hematološke pokazatelje u stoke i peradi hranjenih obrocima obogaćenim pogačom sjemenki bundeve.

2.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na kvalitetu ovčjeg mlijeka

Pogača sjemenki bundeve (PSB), nusproizvod ekstrakcije ulja iz sjemenki bundeve, bogata je bjelančevinama i može se koristiti kao dodatak u obrocima za male preživače poput ovaca i koza. Njezin utjecaj na kvalitetu mlijeka ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući sastav krmiva, metode prerade i fiziologiju životinja. Prehrana namirnicama životinjskog podrijetla koje sadrže zasićene masne kiseline (SFA) povezana je s povećanim rizikom od kardiovaskularnih i koronarnih bolesti. Zasićene masne kiseline mogu doprinijeti povišenju ukupne razine kolesterola u serumu te povećanju koncentracije lipoproteina niske gustoće

(LDL), što su ključni čimbenici rizika za razvoj ateroskleroze i drugih kardiovaskularnih stanja u ljudi (Perna i Hewlings, 2022.). U tom kontekstu, hranidbeni čimbenici u preživača mogu pozitivno utjecati na profil masnih kiselina (FA) u mlijeku, čineći ga nutritivno povoljnijim za ljudsku prehranu. Mlijeko sadrži više od 400 različitih masnih kiselina, pri čemu su neke od njih poznate po pozitivnom učinku na zdravlje ljudi. Specifične prilagodbe u hranidbi preživača mogu rezultirati smanjenjem udjela zasićenih masnih kiselina (SFA) te povećanjem koncentracije poželjnih masnih kiselina, uključujući izomere konjugirane linolne kiseline (CLA), osobito rumenske i vakcenske kiseline, kao i α -linolenske kiseline. Osim toga, takve prehrambene preinake mogu poboljšati omjer omega-6 i omega-3 masnih kiselina (n6:n3), što dodatno pridonosi zdravstvenim pogodnostima konzumacije mliječnih proizvoda (Kokić i sur., 2024.; Cardoso-Gutiérrez i sur., 2020.). Stoga se dodatak sjemenki bogatih omega-3 masnim kiselinama (sjemenke bundeve, lana, repice, suncokreta i chia) u krmne smjese ne koristi samo kao nutritivna strategija za poboljšanje masnokiselinskog profila mlijeka i mliječnim proizvodima, povećanjem udjela korisnih masnih kiselina bez negativnog utjecaja na proizvodne performanse ili iskorištavanje hranjivih tvari (Li i sur., 2023.), već i kao održiva stočna hrana s manjim ekološkim otiskom (Hoffmann, 2011.; Li i sur., 2021.)

Mlijeko je značajan izvor energije u ljudskoj prehrani jer sadrži brojne esencijalne nutrijente. Mlijeko sadrži visokokvalitetne bjelančevine, lipide, laktozu, vitamine (vitamine A, D i B₁₂) te minerale poput kalcija, fosfora i magnezija, ključnih za održavanje zdravlja kostiju, imunološkog sustava i općeg metabolizma. Zbog svoje nutritivne gustoće, mlijeko je važan dio uravnotežene prehrane, osobito za djecu, starije osobe i osobe s povećanim energetske potrebama. Prehrambena vrijednost, fizikalne i senzorne karakteristike mlijeka u velikoj mjeri potiču od mliječne masti. Mlijeko se smatra jednim od najsloženijih prirodnih masti, s procijenjenim sastavom od više od 400 različitih masnih kiselina (Kokić i sur., 2024.) Te masne kiseline uključuju zasićene, mononezasićene i polinezasićene masne kiseline, a svaku od njih odlikuju specifične funkcije i učinci na zdravlje potrošača. Sastav masti u mlijeku doprinosi njegovim jedinstvenim prehrambenim svojstvima, teksturi, okusu i biološkoj vrijednosti, čineći ga važnim izvorom esencijalnih nutrijenata. Udio mliječne masti u kravljem mlijeku obično je u rasponu od 3,3 % do 4,4 %, dok kozje mlijeko sadrži približno 3,2 % do 4,2 % a ovčje oko 7,1 % mliječne masti, (Markiewicz-Kęszycka i sur., 2013.; Klir Šalavardić i sur., 2021.; Antunović i sur., 2022.).

Uvidom u znanstvenu literaturu, relativno je malo provedenih istraživanja o utjecaju pogače sjemenki bundeve u obrocima malih preživača na kemijski sastav mlijeka. Međutim, posljednjih godina povećan je interes za istraživanje mogućnosti dodavanja pogače sjemenki bundeve u hranidbi ovaca i koza. Taj interes prvenstveno proizlazi iz mogućnosti pogače sjemenki bundeve kao dodatka koji može obogatiti obroke preživača, poboljšati profil masnih kiselina u mlijeku te pozitivno utjecati na zdravlje i proizvodne performanse životinja (Kokić i sur., 2024.). Nekoliko studija istraživale su potencijal korištenja pogače sjemenki bundeve kao zamjene za sojinu sačmu (Klir i sur., 2017.a; Li i sur., 2021.; Klir Šalavardić i sur., 2021.; Li sur., 2023.) i suncokretovu sačmu (Boldea i sur., 2021.) u hranidbi mliječnih krava i koza. U svim navedenim istraživanjima, bez obzira na razinu dodatka, nisu utvrđeni štetni učinci na količinu proizvedenog mlijeka i njegovu kvalitetu. U istraživanju Klir Šalavardić i sur. (2021.) provedenim na mliječnim kozama, dodatak pogače sjemenki bundeve nije utjecao na količinu i kemijski sastav mlijeka, niti na broj somatskih stanica i bakterija u mlijeku. Ciljna istraživanja o utjecaju pogače sjemenki bundeve (PSB) na mikrobiološke pokazatelje ovčjeg mlijeka su doista rijetkost. Međutim, istraživanja provedena na mliječnim kravama i kozama pokazala su da zamjena sojine sačme s PSB ne utječe negativno na fermentaciju u buragu niti na kvalitetu mlijeka. U istraživanju Robles Jimenez i sur. (2024.) utvrđeno je da dodatak sjemenki bundeve u obroke ovaca statistički značajno ($P < 0,001$) utječe na količinu mlijeka, ($P < 0,01$) udio mliječne masti (6,5 %) te koncentraciju ureje u mlijeku u usporedbi s dodatkom čija sjemenki. Kemijski sastav mlijeka (g/100g), uključujući bjelančevine ($P < 0,01$), laktozu ($P < 0,001$) i ukupnu suhu tvar ($P < 0,05$), bio je pod utjecajem hranidbe odnosno dodatka sjemenki bundeve i chia sjemenki. Dodatak sjemenki bundeve rezultirao je najvećim udjelom mliječne masti, dok je suprotan učinak utvrđen pri dodatku chia sjemenki. Sva navedena istraživanja upućuju na to da pogača sjemenki bundeve može biti prihvatljiv alternativni izvor bjelančevina u hranidbi preživača. Osim toga, pogača sjemenki bundeve može pozitivno utjecati na proizvodne performanse, poput povećanja količine mlijeka i udjela mliječne masti, bez negativnog utjecaja na kvalitetu mlijeka, kemijski sastav ili mikrobiološke pokazatelje. Taj izvor bjelančevina može biti održiva alternativa tradicionalnim izvorima bjelančevina poput soje ili suncokretove sačme, čime se smanjuje ekološki otisak stočarske proizvodnje.

U istraživanjima je utvrđeno da dodatak pogače sjemenki bundeve (PSB) u obrocima koza može pozitivno utjecati na masnokiselinski profil njihovog mlijeka. Potpuna zamjena soje

s PSB povećala je koncentraciju α -linolenske kiseline (ALA), dok je djelomična zamjena rezultirala povećanjem udjela ALA i smanjenjem omjera linolne kiseline (LA) prema ALA. Navedeni rezultati sugeriraju da pogača sjemenki bundeve mogu biti učinkoviti u poboljšanju kvalitete mlijeka, osobito u pogledu sadržaja omega-3 masnih kiselina, što je korisno za ljudsku prehranu. S obzirom na sličnosti u probavnom sustavu u koza i ovaca, ti rezultati sugeriraju da bi dodatak PSB u obrocima ovaca mogao također povoljno utjecati na masnokiselinski profil njihovog mlijeka.

Istraživanjima je utvrđen da se profil masnih kiselina u mlijeku može regulirati promjenom sastava obroka ili dodavanjem dodatnih uljnih sjemenki (Li i sur., 2023.). Sastav masnih kiselina u mlijeku ovisi o dva ključna čimbenika: metabolizmu u buragu (koji uključuje hidrolizu, izomerizaciju i biohidrogenaciju masnih kiselina iz krmiva, što na kraju određuje protok i sastav masnih kiselina u dvanaesniku) i metabolizmu životinje (koji obuhvaća mobilizaciju lipida i unos i sintezu masnih kiselina u mliječnim žlijezdama). Zajedničkim djelovanjem ta dva procesa utječu na profil masnih kiselina u mlijeku (Luna i sur., 2008.). Mliječne masti privlače sve veću pozornost znanstvenika i istraživača zbog svog utjecaja na ljudsko zdravlje, budući da su miristinska kiselina (C14:0) i palmitinska kiselina (C16:0) povezane s povišenim razinama kolesterola u krvi, što je može biti rizik za pojavu kardiovaskularnih bolesti (Perna i Hewlings, 2022.).

Prema istraživanjima Cardoso-Gutiérrez i sur. (2020.) i Chilliard i sur. (2009.), pogača sjemenki bundeve mogla bi omogućiti dovoljnu količinu učinkovite vlaknine koja utječe na povećanje mliječne masti. Autori su nadalje utvrdili da se koncentracije kratkolančanih masnih kiselina (C4-C8) u mlijeku nisu statistički značajno promijenile u odnosu na vrstu hranidbe ($P > 0,05$). Slični su rezultati dobiveni u mlijeku koza hranjenih obrocima obogaćenim lanenim i chia uljem (Neetika i sur., 2019.) te cjelovitim lanenim sjemenkama i suncokretovim uljem (Bernard i sur., 2005), što bi se moglo objasniti njihovom sintezom u mliječnoj žlijezdi iz buražnog β -hidroksibutirata (Palmquist i sur., 2003.). Hranidba chia sjemenkama ili sjemenkama bundeve smanjila je koncentraciju palmitinske kiseline (C16:0) u mliječnoj masti ($P < 0,001$). U usporedbi s kontrolnom skupinom, dodavanje chia sjemenki u obroke mliječnih ovaca povećalo je koncentraciju stearinske kiseline (C18:0) u mliječnoj masti ($P < 0,001$), a također došlo do povećanja koncentracije oleinske kiseline (C18:1n9; ($P < 0,01$)). Chilliard i sur. (2009.) su pretpostavili da primjena nezaštićenog sjemena uljarica primarno dovodi do

povećanja koncentracije C18:0 i C18:1 u mlijeku, što se vjerojatno može pripisati promjenama u metaboličkim putevima uključenima u biohidrogenaciju C18:2 cis-9 cis-12 u buragu. Koncentracija linolelaidinske kiseline (C18:2n6 trans) ($P>0,05$) i linolne kiseline (C18:2n6) ($P>0,05$) nije bila pod utjecajem hranidbe chia i sjemenkama bundeve. Udio arašidne kiseline (C20:0) bio je povećan ($P<0,001$) u ovaca hranjenih chia sjemenkama u odnosu na kontrolnu skupinu i skupinu hranjenu sjemenkama bundeve. Također, chia sjemenke i bundevine sjemenke pokazale su tendenciju povećanja sadržaja α -linolenske kiseline (C18:3n3). Autori su utvrdili smanjenu ($P<0,01$) koncentraciju zasićenih masnih kiselina (SFA), povećanu ($P<0,001$) koncentracija mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), dok koncentracije polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) nisu bile pod utjecajem hranidbe chia i sjemenki bundeve ($P>0,05$). Bernard i sur. (2005.) izvijestili su da povećano nakupljanje dugolančanih masnih kiselina (LCFA) u mliječnoj žlijezdi dovodi do smanjenja aktivnosti enzima uključenih u sintezu masnih kiselina. Della Badia i sur. (2021.) utvrdili su negativnu korelaciju između visokog unosa nezasićenih biljnih lipida i duljine lanca zasićenih masnih kiselina u mlijeku. Konkretno, zasićene masne kiseline duljeg lanca osjetljivije su na utjecaj unosa nezasićenih lipida iz biljnih izvora.

Klir i sur. (2017.a) istraživali su učinak zamjene soje pogačom sjemenki bundeve ili ekstrudiranim lanom u hranidbi koza. Navedeni autori nisu utvrdili statistički značajne razlike u količini bjelančevina, mliječne masti, laktoze, ureje i broju somatskih stanica u mlijeku koza hranjenih pogačom sjemenki bundeve, ekstrudiranim lanom ili kontrolnim obrokom koji je sadržavao soju. Ekstrudirani lan i pogača sjemenki bundeve utjecali su na niže udjele linolne kiseline (LA, C18:2n-6; 2,10 i 2,28 g/100 g masnih kiselina) u odnosu na kontrolnu skupinu (2,80 g/100 g masnih kiselina; $P<0,05$). Hranidbom koza pogačom sjemenki bundeve smanjene su ukupne n-6 masne kiseline u odnosu na kontrolnu skupinu (2,96 : 3,54 g/100 g masnih kiselina, $P<0,05$). Autori zaključuju da pogača sjemenki bundeve može potpuno zamijeniti soju u hranidbi mliječnih koza bez utjecaja na proizvodnju mlijeka ili nagle promjene u profilu masnih kiselina koje bi mogle imati komercijalni i negativan učinak na zdravlje potrošača.

Masne kiseline u mlijeku potječu iz dva glavna izvora: de novo sinteze u mliječnoj žlijezdi, koja uglavnom proizvodi zasićene masne kiseline (SFA) kratkog i srednjeg lanca, te iz masnih kiselina prisutnih u plazmi, koje se apsorbiraju kroz stijenku buraga, a obuhvaćaju dugolančane masne kiseline (LCFA) i mononezasićene masne kiseline (MUFA; Chilliard i sur.,

2009.). Ukupno gledajući, u istraživanju Robles Jimeneza i sur. (2024.), utvrđeno je da dodatak sjemenki bundeve u hranidbi ovaca pri kratkoročnom hranjenju pogačom sjemenki bundeve (do 6,1 % suhe tvari u obrocima) poboljšava profil masnih kiselina u mlijeku, bez negativnih učinaka na proizvodne rezultate i probavljivost hranjivih tvari.

2.6. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil ovaca i janjadi

Metabolički profil je skup pokazatelja u krvi koji se koriste za procjenu nutritivnog, zdravstvenog i fiziološkog statusa životinja. Pokazatelji metaboličkog profila omogućuju rano otkrivanje metaboličkih poremećaja, nutritivnih nedostataka te služe kao alat za optimizaciju hranidbe i poboljšanje upravljanja stadom. Metabolički profil općenito obuhvaća skup specifičnih analitičkih testova koji se koriste kao dijagnostičko sredstvo za procjenu funkcionalnog stanja organizma na biokemijskoj razini (Išasegi, 2020.). Ti testovi omogućuju uvid u metabolizam ugljikohidrata, bjelančevina i masti, te u funkciju vitalnih organa poput jetre i bubrega, kao i ravnotežu elektrolita i kiselinsko-baznog statusa.

Pokazatelji metaboličkog profila ovise o više čimbenika i to :

- Fizioloških (pasmina i dob životinje, razdoblja proizvodnog ciklusa: laktacija, gravidnost, tov, te spol i hormonalni status),
- Hranidbi (kvaliteta i količina unesenih hranjivih tvari: bjelančevina, energije, minerala, vitamina, te o ravnoteži između hranjivih tvari: izbalansiranost obroka i pristupu vodi),
- Zdravlju (prisutnost bolesti: metaboličke, infektivne, parazitarne te o funkcioniranju organa: jetra, bubrezi i probavni sustav, ali i o uporabi lijekova ili dodataka hrani),
- Čimbenicima okoliša (temperatura, vlaga, stres uzrokovan okolišem, smještaj i uvjeti držanja životinja) i
- Načinima upravljanja stadom (intenzitet proizvodnje, učestalost i način hranidbe, preventivne mjere i nadzor zdravlja: veterinarska skrb, cijepljenje, dehelmintizacija).

2.6.1. Hematološki pokazatelji

Hematološki pokazatelji krvi često se koriste u analizi sustavnih povezanosti i fizioloških prilagodbi organizma, uključujući procjenu zdravstvenog stanja životinja. Ti

pokazatelji omogućuju bolje razumijevanje unutarnjih bioloških procesa, poput zdravstvenog statusa, metabolizma, ravnoteže tekućina, imunosnog odgovora i reakcije na stres. Hematološke analize, uključujući broj krvnih stanica (eritrociti – RBC, leukociti – WBC, trombociti – PLT), koncentraciju hemoglobina (HGB), sadržaj hematokrita (HCT), te eritrocitnih konstanti (prosječni volumen eritrocita – MCV, srednji korpuskularni hemoglobin – MCH, prosječna koncentracija hemoglobina u volumnoj jedinici eritrocita – MCHC) te pokazatelje diferencijalne krvne slike (neutrofili, limfociti, monociti, eozinofili, bazofili), pomažu u identifikaciji metaboličkih poremećaja, infekcija, upalnih procesa i drugih zdravstvenih problema. Eritrociti su crvene krvne stanice koje imaju ključnu ulogu u transportu kisika, ugljičnog dioksida i drugih tvari kroz tijelo. Temeljni sastojak eritrocita koji omogućava te funkcije je hemoglobin, specifičan protein koji se nalazi unutar crvenih krvnih stanica (Išasegi, 2020.). Veći broj eritrocita u odnosu na referentne vrijednosti javlja se kod dehidracije, dok manji broj (zajedno sa smanjenjem koncentracije HGB i HCT) može ukazivati na krvarenje i sideropeničnu anemiju (anemija uzrokovana nedostatkom Fe).

Antunović i sur. (2011.a,b) naglašavaju važnost hematoloških i biokemijskih pokazatelja u razdoblju laktacije, jer omogućuju rano otkrivanje metaboličkih poremećaja, odnosno bolesti i omogućuju precizno planiranje hranidbenih i terapijskih pristupa u poboljšanju zdravlja i proizvodnosti stada.

U istraživanju Novoselec i sur. (2017.a) zamjenom soje s pogačom sjemenki bundeve u obrocima janjadi nisu utvrđene statistički značajne ($P > 0,05$) promjene hematoloških pokazatelja u krvi janjadi. Svi hematološki pokazatelji u spomenutom istraživanju bili su unutar referentnih vrijednosti.

U istraživanju Antunovića i sur. (2018.) zamjena 10 % i 15 % soje pogačom sjemenki bundeve (PSB) u hranidbi janjadi nije rezultirala značajnim promjenama hematoloških pokazatelja u odnosu na kontrolnu skupinu. Također, slične rezultate utvrdili su Klir Šalavardić i sur. (2021.) u istraživanju provedenom na kozama pasmine francuska alpina, u kojem su usporedili učinke zamjene soje s pogačom sjemenki bundeve. U navedenom istraživanju hematološki pokazatelji u krvi koza nisu pokazali značajnije promjene pod utjecajem hranidbe i bili su unutar referentnih vrijednosti. Međutim, navedenim istraživanjem je u jaradi utvrđeno statistički značajno ($P < 0,05$) povećanje broja leukocita u krvi 48. dana istraživanja, dok se 20. i 75. dana rezultati nisu značajno razlikovali. U navedenom istraživanju također je utvrđeno

značajno smanjenje ($P < 0,05$) vrijednosti MCH 20. dana istraživanja u krvi jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu. U preostalim vremenskim točkama uzorkovanja, vrijednosti MCH nisu se značajno razlikovale između pokusnih i kontrolne skupine. Dodatak PSB značajno je smanjio ($P < 0,05$) udio bazofila u jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja.

Kod sideropenične i sideroblastične anemije dolazi do smanjenja prosječnog volumena eritrocita (MVC) (Radman i Vodanović, 2015.), dok megaloblastična anemija uzrokuje njegovo povećanje. Teža dehidracija ili megaloblastična anemija dovode do povećanja vrijednosti MCH i MCHC (Radman i Vodanović, 2015.), dok hemoliza može povećati vrijednosti MCHC. Smanjenje MCHC ukazuje na nedostatak željeza i retikulocitozu (povišen broj nezrelih krvnih stanica – retikulocita; Polizopoulou, 2010.). Za obranu organizma odgovorne su bijele krvne stanice, leukociti, koji se dijele na granulocite (neutrofili, bazofili, eozinofili) i agranulocite (limfociti, monociti). Povećanje broja leukocita, osobito limfocita i neutrofila unutar referentnih vrijednosti, ukazuje na dobar imunološki sustav. Povećanje broja leukocita iznad referentnih vrijednosti signalizira infekciju, dok smanjenje broja leukocita može ukazivati na fiziološki stres uzrokovan ponašanjem životinja (Išasegi, 2020.).

2.6.2. Biokemijski pokazatelji u krvi

Biokemijski pokazatelji metaboličkog profila krvi u ovaca i janjadi ključni je alat za procjenu općeg zdravstvenog stanja, nutritivnog statusa te funkcionalnog kapaciteta pojedinih organa, osobito jetre i bubrega. Njihova interpretacija omogućuje rano otkrivanje metaboličkih poremećaja i bolesti te optimizaciju hranidbenih i upravljačkih praksi u ovčarskoj proizvodnji. Prema Kaneko i sur., (2008.) vrijednosti biokemijskih pokazatelja značajno variraju ovisno o nizu čimbenika, uključujući: dob životinja, fiziološko stanje, hranidbu i sustav držanja. Antunović i sur. (2012.b), Piccione i sur. (2012.) i Novoselec i sur. (2017.b) tvrde da su najvažniji biokemijski pokazatelji uključeni u metabolizam bjelančevina (ukupni proteini, albumini, urea, kreatinin, albumini, globulini), masti (ukupni lipidi, kolesterol, trigliceridi, lipoproteini velike gustoće – HDL, lipoproteini male gustoće – LDL, lipoproteini vrlo male gustoće – VLDL), ugljohidrata-energetski status (glukoza, neesterificirane masne kiseline – NEFA, beta-hidroksibutirata – BHB), mineralni status (kalcij – Ca, fosfor – P, magnezij – Mg, natrij – Na, kalij – K, kloridi – Cl⁻, željezo – Fe, bakar – Cu, cink – Zn, selen – Se, jod – J), te

bubrežne funkcije (koncentracije uree i kreatinina). Relativno je malo znanstvenih istraživanja koja izravno analiziraju utjecaj pogače sjemenki bundeve (PSB) na biokemijske pokazatelje u ovaca.

U istraživanju Antunovića i sur. (2018.) zamjena sojine sačme u količini od 10 % i 15 % pogačom od sjemenki bundeve rezultirala je značajnim smanjenjem ukupnog kolesterola u skupini janjadi hranjenoj obrocima s dodatkom 15 % PSB. Prema Patel (2013.) sjemenke bundeve sadrže visoke koncentracije fitosterola koji mogu smanjiti ukupni kolesterol u serumu i LDL-kolesterol kod ljudi inhibiranjem apsorpcije kolesterola iz hrane (Piironen i sur., 2000.). Autori su nadalje utvrdili veće ($P<0,05$) koncentracije glukoze i albumina, te niže ($P<0,05$) koncentracije NEFA i BHB u serumu janjadi hranjene s 10 % i 15 % pogače sjemenki bundeve u usporedbi s kontrolnom skupinom. Aktivnost GPx nije se značajno razlikovala ($P>0,05$) među skupinama. Veće koncentracije glukoze i albumina, kao i niže koncentracije NEFA i BHB u serumu janjadi hranjene pogačom od sjemenki bundeve, ukazuju na odgovarajući energetska status, budući da su visoke razine NEFA i koncentracija glukoze pokazatelj metabolizma lipida i oksidacije masnih kiselina (Wathes i sur., 2009).

U istraživanju Klir i sur. (2017.a) dodatak pogače sjemenki bundeve (PSB) u obrocima koza rezultirao je značajnim povećanjem koncentracije globulina u krvi 20. dana istraživanja ($P<0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu. Na ostale biokemijske pokazatelje metaboličkog profila dodatak pogače sjemenki bundeve nije imao statistički značajan utjecaj. Također, autori nisu tvrdili statistički značajan utjecaj dodatka PSB na biokemijske pokazatelje u krvi jaradi.

U skladu s navedenim istraživanjima, Li i sur. (2021.) nisu utvrdili značajan utjecaj ($P>0,05$) dodatka PSB na koncentracije ureje, triglicerida, glukoze i kolesterola u plazmi Holstein krava. Autori su utvrdili da se zamjenom sojinog brašna PSB značajno ($P<0,05$) povećana aktivnost GPx, odnosno poboljšana antioksidativna zaštita organizma. Oksidativni stres uzrokuje oštećenje stanica oslobađanjem slobodnih radikala i peroksidacijom lipida, što uključuje razgradnju strukture stanične membrane (Halliwell i Gutteridge, 1990.). Plazma i jetra sadrže enzime poput glutation peroksidaze (GPx) i katalaze, koji imaju ključnu ulogu u antioksidativnoj obrani organizma (Lee, 2002.).

Makni i sur. (2008.) utvrdili su da se smjesom sjemenki bundeve može poboljšati učinkovitost prevođenja superoksidnih radikala u vodikov peroksid te ga deaktivirati uz pomoć GPx u istraživanju na štakorima s obzirom da ima povećanu antioksidativnu aktivnost zbog

prisutnosti brojnih antioksidativnih sastojaka. Ipak, hranidba obrocima bogatim PUFA može povećati lipoperoksidaciju u plazmi krava i uzrokovati oksidativni stres (Scislowski i sur., 2005.), a osjetljivost na peroksidaciju ovisi o koncentraciji antioksidanata u plazmi (Scislowski i sur., 2005.). Brojnim istraživanjima je utvrđeno da zamjena sojinog ili ribljeg brašna u hranidbi preživača ili akvatičnih životinja pogačom sjemenki bundeve (PSB) rezultira poboljšanjem antioksidativnih svojstava i bioloških funkcija, kao i regulacije masnih kiselina u mlijeku i mesu, uz istovremeno zadržavanje stabilne proizvodnje (Murray i sur., 2014.; Klir i sur., 2017a.; Antunović i sur., 2018.; Greiling i sur., 2018).

2.6.3. Enzimi i minerali u krvi

Enzimi su ključni biokemijski pokazatelji u metaboličkom profilu životinja, jer pružaju važne informacije o funkciji različitih organa i tkiva. Mjerenje aktivnosti određenih enzima u krvi omogućuje procjenu zdravstvenog stanja i pravovremeno otkrivanje metaboličkih poremećaja. Enzimi ubrzavaju i reguliraju gotovo sve biokemijske reakcije u tijelu, djelujući kao biokatalizatori, a esencijalni su za metabolizam ugljikohidrata, lipida, bjelančevina i nukleinskih kiselina. Prema Kaneko i sur. (2008.) neki od ključnih enzima koji se analiziraju u metaboličkom profilu su: aspartat aminotransferaza- AST: koja se uglavnom nalazi u jetri, srcu, mišićima i bubrezima, a povećana aktivnost može ukazivati na oštećenje jetre, mišića ili srca; alanin aminotransferaza- ALT: koja se pretežno nalazi u jetri, a povećana aktivnost obično ukazuje na probleme s jetrom; alkalna fosfataza- ALP: koja je sadržana u različitim tkivima, uključujući jetru, kosti i bubrege, posebno je važna za procjenu funkcije jetre i kostiju, a povećana aktivnost upućuje na oboljenja jetre, bolesti kostiju (poput raka, rahitisa ili osteodistrofije) ili probleme sa žučnim putevima; laktat dehidrogenaza- LDH: koja je sadržana u svim tkivima, ali se najviše nalazi u jetri, mišićima, srcu i bubrezima, a povećana aktivnost može ukazivati na oštećenje tkiva, anemiju, infarkt miokarda ili probleme s bubrezima; gama-glutamil transferaza- GGT: sadržana u jetri i žučnim putevima, a povećana aktivnost obično ukazuje na oštećenje jetre, osobito u vezi s oboljenjima žučnih puteva; te kreatin kinaza- CK: sadržana u mišićima, srcu i mozgu, a povećana aktivnost obično ukazuje na povredu ili oštećenje mišića te miozitis ili druge probleme s mišićnim tkivom, poput rigor mortisa ili akutne miopatije.

Antioksidativni enzimi glutation peroksidaza (GPx) i superoksid dismutaza (SOD) imaju ključnu ulogu u zaštiti stanica od oksidativnog stresa koji može biti uzrokovan nakupljanjem slobodnih radikala. Glutation peroksidaza- GPx je enzim koji koristi glutation (GSH) za smanjenje peroksida, uključujući vodikov peroksid (H_2O_2) i lipide perokside, na neškodljive tvari poput vode i alkohola. Na taj način sprječava oštećenje stanica uzrokovano oksidativnim stresom. Ovaj enzim je od posebne važnosti za očuvanje integriteta membrana stanica i sprječavanje oksidativnog oštećenja lipida. Superoksid dismutaza- SOD je enzim koji katalizira dismutaciju superoksidnog aniona (O_2^-) u kisik (O_2) i vodikov peroksid (H_2O_2). Superoksid je jedan od najštetnijih slobodnih radikala, pa je SOD ključan za smanjenje njegovih toksičnih učinaka. Ovaj enzim djeluje kao prva linija obrane od oksidativnog stresa, smanjujući koncentraciju superoksidnog aniona i sprečavajući tako daljnje oštećenje stanica. Oba enzima, GPx i SOD, rade sinergijski kako bi neutralizirali slobodne radikale i zaštitili stanice od oštećenja uzrokovanog oksidativnim stresom (Sies, 2015.). Zbog uloge u održavanju ravnoteže oksidacije i redukcije, ti enzimi su često proučavani u kontekstu bolesti uzrokovanih oksidativnim stresom, poput kardiovaskularnih bolesti, neurodegenerativnih bolesti, dijabetesa i raka. Navedeni enzimi, zajedno s drugim biokemijskim pokazateljima u metaboličkom profilu, omogućuju procjenu zdravlja životinja, prepoznaju potencijalne bolesti i oštećenja organa ili hranidbenih disbalansa.

Minerali kao dio metaboličkog profila životinja imaju važnu ulogu u održavanju normalnih fizioloških funkcija, rasta, reprodukcije i zdravlja općenito. U biokemijskoj analizi krvi, minerali se često procjenjuju kako bi se dobio uvid u nutritivni status i funkcionalno stanje različitih organskih sustava, osobito kostiju, mišića, živčanog sustava i enzimske aktivnosti. Prema Domaćinoviću, (2006.) poznato oko 103 minerala, koji se dijele na makro i mikromineralne (elemente u tragovima). Makrominerali uključuju kalcij, sumpor, magnezij, kalij, klor i natrij, dok mikromineralima pripadaju cink, željezo, silicij, mangan, bakar, jod i krom. U životinjskim tkivima mineralne tvari čine 3–5 % ukupne tjelesne mase i prisutne su u različitim koncentracijama.

Antunović i sur. (2018.) u istraživanju provedenom na janjadi nisu utvrdili značajan utjecaj zamjene sojine sačme PSB u količini od 10 % i 15 % na aktivnost većine enzima i koncentracije minerala u krvi janjadi. Autori su utvrdili značajno povećanje aktivnosti superoksid dismutaze (SOD) u krvi janjadi hranjene obrocima s 15 % PSB. Klir i sur. (2017.a)

nisu utvrdili značajan utjecaj dodatka PSB u obrocima koza na aktivnost enzima i koncentracije minerala u krvi, pri čemu su aktivnosti enzima i koncentracije minerala bili unutar referentnih vrijednosti. Autori su nadalje utvrdili značajno smanjenje aktivnosti AST u jaradi (79,57 U/L) u skupini s dodatkom PSB, u odnosu na kontrolnu skupinu (107,30 U/L) 75. dana istraživanja. Također, dodatak PSB u obrocima jaradi značajno je utjecao na smanjenje aktivnosti GGT u krvi jaradi, u odnosu na kontrolnu skupinu (39,06 U/L : 47,45 U/L). Dodatak PSB nije utjecao na koncentracije minerala u krvi jaradi.

U istraživanju koje su proveli Li i sur. (2021.) utvrđeno je da je povećanje udjela PSB u obrocima krava rezultiralo značajnim smanjenjem ($P < 0,05$) aktivnosti AST (60 : 68,3 : 74,3 U/L) i ALP (35,2 : 39,3 : 55,0 U/L) u plazmi, u odnosu na kontrolnu skupinu hranjenu sojinom sačmom. Nasuprot navedenom, povećanje udjela PSB u obrocima rezultiralo je značajnim povećanjem aktivnosti enzima SOD (155,5 : 161,9 : 169,2 U/L) i GPx (154,0 : 159,5 : 171,1 U/L). Utvrđeno je da bjelančevine iz sjemenki bundeve mogu regulirati aktivnosti jetrenih enzima (AST, ALT i ALP; Nkosi i sur., 2005.; 2006.). Razine AST-a, ALT-a i ALP-a u plazmi su vrlo osjetljivi pokazatelji oštećenja jetre, te njihovo smanjenje ukazuje na potencijalni hepatoprotektivni učinak. Ulje i sjemenke bundeve bogat su izvor biološki aktivnih tvari, među kojima su osobito važni karoteni i tokoferoli prisutni u visokim koncentracijama u sjemenkama bundeve (Kulaitienė i sur., 2018.; Kim i sur., 2012.).

U istraživanju Chenni i sur. (2022.) na pokusnim štakorima hranjenim fruktozom, kazeinom i dodatkom bjelančevina sjemenki bundeve, utvrđeno je da je dodatak bjelančevina sjemenki bundeve utjecao na smanjenje aktivnosti enzima ALT (29 %) i ALP (6 %) te omjera AST/ALT (30 %) u usporedbi sa skupinom štakora hranjenih fruktozom i kazeinom. Također, štakori koji su u hrani dobivali dodatak bjelančevina iz sjemenki bundeve imali su nižu aktivnost SOD-e dok je aktivnost GPx-a bila značajno viša (130 %) u bubrezima u usporedbi s kontrolnom skupinom. Autori su zaključili da bjelančevine iz sjemenki bundeve imaju snažna antioksidativna svojstva koja sprječavaju oksidativni stres, smanjuju rizik od abnormalnosti slobodnih radikala i poboljšavaju obranu antioksidativnih enzima.

2.7. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na kvalitetu janjećeg mesa

Kvaliteta mesa je skup fizikalno-kemijskih, senzorskih i nutritivnih svojstava koja određuju njegovu upotrebljivost, prehrambenu vrijednost i prihvatljivost za potrošače. Na

kvalitetu mesa utječu brojni čimbenici, uključujući vrstu i pasminu životinje, sustav uzgoja, vrstu i kvalitetu hrane, uvjete prije i tijekom klanja, te metode obrade i skladištenja mesa. Optimalno upravljanje tim čimbenicima ključno je za proizvodnju mesa visoke kvalitete koje se odlikuje poželjnim organoleptičkim svojstvima (boja, miris, okus i tekstura), odgovarajućom razinom intramuskularne masti, niskom pH-vrijednosti nakon klanja, te visokom mikrobiološkom sigurnošću i hranjivom vrijednošću (Prache i sur., 2022.).

Najvažniji pokazatelji kvalitete mesa prema Kovačeviću (2001.) su:

Fizikalno organoleptički pokazatelji koji čine subjektivne procjene temeljem osjetila vida, mirisa, okusa i dodira, a ključni su za prvu procjenu kvalitete mesa. Tu spadaju boja (vizualni pokazatelj svježine i vrste mesa), pH-vrijednost, gubitak vode, kapacitet vezivanja vode, drip loos te miris, okus i tekstura.

- Boja se određuje CIELAB modelom boje (Colorimetry, C. I. E., 1986.): gdje je L^* (*lightness*) – *svjetlina*. Mjeri svjetlost ili tamnost boje. Vrijednosti se kreću od 0 (crno) do 100 (bijelo). Za meso, svjetlost može ukazivati na svježinu i oksidacijske procese. Svježe meso obično ima niže vrijednosti L^* (tamnije boje), dok starije meso može biti svjetlije; zatim a^* – *crvenost* – *zelenost*. Pozitivne vrijednosti a^* označavaju crvenu boju (crveno meso), dok negativne vrijednosti ukazuju na zelenu boju (rjeđe u mesu). Za meso viša a^* vrijednost obično označava svježinu i visoki udio oksi-mioglobina (svijetlocrvena boja), dok niže vrijednosti mogu ukazivati na smeđu boju zbog oksidacije mioglobina; te b^* – *žutilost* – *plavetnilo*. Pozitivne vrijednosti b^* označavaju žutu boju, dok negativne vrijednosti označavaju plavu. Meso obično ima nisku negativnu vrijednost b^* (plavo) ili blago pozitivnu vrijednost (žuto). Promjene u b^* mogu ukazivati na promjene u kemijskim procesima tijekom skladištenja ili obrade.

Hue angle (kut nijanse) je kolorimetrijski pokazatelj koji se koristi za kvantitativno opisivanje boje na osnovi podataka iz CIELAB kolor modela. Posebno je koristan u analizi boje hrane, uključujući meso, i druge prehrambene proizvode.

Chroma (C^*), također poznata kao zasićenost boje ili intenzitet boje, označava živost odnosno čistoću određene boje.

- pH-vrijednost – optimalna pH-vrijednost svježeg mesa iznosi između 5,4 i 5,8. Odstupanja od tog raspona mogu upućivati na mikrobiološke procese kvarenja ili neodgovarajuće rukovanje nakon klanja.

- Gubitak vode (Drip loss) označava količinu vode koja izlazi iz mesa tijekom njegovog skladištenja, odmrzavanja ili nakon što je izloženo određenim uvjetima, poput temperature ili pritiska. Ovaj pokazatelj mjeri sposobnost mesa da zadrži vodu tijekom različitih faza obrade i skladištenja.
- Kapacitet vezivanja vode (WHC-Water Holding Capacity) odnosi se na sposobnost mesa da zadrži vodu unutar svojih vlakana pod određenim uvjetima, kao što su pritisak. Ključan je za proizvodnju mesnih prerađevina poput kobasica, pašteta i drugih emulgiranih proizvoda.
- Drip loss obično negativno korelira s WHC. To znači da ako meso ima dobar WHC, vjerojatno će imati nizak drip loss, jer će bolje zadržavati vodu tijekom skladištenja i obrade.
- Miris svježeg meso je blag, ugodan i specifičan. Pojava neugodnih, kiselkastih ili trulih mirisa ukazuje na mikrobiološko ili kemijsko kvarenje.
- Okus ovisi o vrsti mesa, načinu hranidbe životinje, načinu obrade te kulinarskoj pripremi.
- Tekstura ovisi o vrsti i razvijenosti mišićnog tkiva. Svježe meso trebalo bi biti elastično, čvrsto na dodir, bez pretjerane tvrdoće ili mekoće.

Kemijski sastav mesa

Kemijski sastav mesa izravno utječe na njegovu nutritivnu i tehnološku vrijednost. *Voda* čini 60–80 % mase svježeg mesa. Viši udio vode često korelira s nižom koncentracijom ostalih hranjivih tvari. *Bjelančevine* su osnovni nutritivni sastojci mesa; uključuju mišićne (aktin, miozin), vezivne bjelančevine (kolagen) te enzime. Sadržaj *masti* i njihova raspodjela varira ovisno o vrsti, pasmini, spolu i prehrani životinje te dijelu mesa. Masti značajno utječu na okus, sočnost i energetska vrijednost. *Minerali*: osobito sadržani su željezo (posebno hem-željezo), cink i fosfor, a od *vitamina*: vitamini B skupine, osobito B₁ (tiamin), B₆ (piridoksin) i B₁₂ (kobalamin).

Ključan pokazatelj kvalitete janjećeg mesa je njegov masnokiselinski profil jer utječe na okus, teksturu, sočnost i aromu (Cvrtila, i sur., 2007.; Barbić i sur., 2017.). Masne kiseline u mesu ne samo da određuju prehrambena svojstva, već također imaju važnu ulogu u zdravstvenim aspektima konzumacije mesa. Profil masnih kiselina u janjećem mesu može biti različit ovisno o nekoliko čimbenika, uključujući prehranu, starost, način uzgoja i genetiku životinje.

2.7.1. Masnokiselinski profil janjećeg mesa

Masne kiseline mesa (sastavljene uglavnom od 12 do 22 C atoma, a u ovčjem su mesu prisutne u manjoj količini) sastoje se prosječno od oko 40 % zasićenih, 40 % mononezasićenih i oko 2-25 % polinezasićenih masnih kiselina (Krvavica i sur., 2013.). Primjerice, leđna slanina industrijskih tovljenika prosječno sadrži 44 % MUFA (jednostruko nezasićene masne kiseline), 36 % SFA (zasićene masne kiseline) i 12 % PUFA (višestruko nezasićene masne kiseline) (Davenel i sur., 1999.). Zabilježeni udio SFA u janjadi je 46,3 % ukupnih masnih kiselina, dok udio MUFA iznosi 39,7 %, a PUFA 13,4 % (Vnućec, 2011.). Kaić i Mioč (2016.) naglašavaju da unutar skupine mononezasićenih masnih kiselina u janjećem mesu postoji značajan udio oleinske (C18:1) kiseline, dok unutar skupine polinezasićenih masnih kiselina navode značajan udio linolne (C18:2) i α -linolenske (C18:3) kiseline. Međutim, kao što je navedeno, sastav masnih kiselina može varirati ovisno o različitim čimbenicima (dob, hranidba, spol, stupanj zamašćenosti trupa; Kaić i Mioč, 2016.). Oleinska masna kiselina (C18:1cis9) najvažnija je masna kiselina svih vrsta mesa, sadržana u ukupnim masnim kiselinama s više od 30 %, te ima široku biološku funkciju. Općenito, najzastupljenije masne kiseline u mesu, osim oleinske (C18:1), su palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0). Primjerice, u govedini je utvrđeno da te masne kiseline čine 80 % ukupnih masnih kiselina, s udjelom oleinske kiseline od 33 %, palmitinske 27 % i stearinske 18 % (Whetsell i Rayburn, 2003.). Sastav masnih kiselina mesa preživača (goveda, ovaca, koza) znatno je složeniji nego sastav mesa nepreživača, prvenstveno zbog veće zastupljenosti trans masnih kiselina (npr. C18:1-elainska trans masna kiselina u govedini čini 2–5 % ukupnih masnih kiselina), masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma (C15:0 i C17:0 – nastaju u buragu, gdje je kao preteča u sintezi masnih kiselina umjesto acetata uključena propionska kiselina), masnih kiselina razgranatih lanaca (što je rezultat uključivanja metilmalonil-CoA iz metabolizma propionata umjesto malonil-CoA u proces elongacije masnih kiselina u jetri) te masnih kiselina s konjugiranim dvostrukim vezama. Sintaza ovih masnih kiselina rezultat je djelovanja enzima mikroorganizama u buragu preživača, koji razlažu strukturne sastojke biljaka i masne kiseline hrane. Tijekom tog procesa nastaju brojni proizvodi, od kojih se neki apsorbiraju u tankom crijevu i kasnije ugrađuju u lipide životinjskih tkiva. taj metabolički proces omogućava preživačima specifičnu proizvodnju masnih kiselina koje uključuju trans izomere, masne kiseline s neparnim brojem ugljikovih

atoma i razgranate lance, što značajno utječe na sastav i karakteristike njihovih lipida (Krvavica i sur., 2013.). U preživača, linolna i α -linolenska kiselina, biljne masne kiseline, mogu se transformirati u konjugiranu linolnu masnu kiselinu (CLA) uz pomoć bakterija u buragu. CLA ima može bitno pozitivno djelovanje na ljudsko zdravlje, što je predmet istraživanja zbog mogućih koristi, uključujući protuupalna i antioksidativna svojstva (Bergamo i sur., 2003.). CLA (konjugirana linolna kiselina) je, zajednički naziv za mješavinu izomera linolne kiseline koji sadrže dvostruke veze na različitim položajima u molekuli, uključujući 8 i 10, 9 i 11, 10 i 12, ili 11 i 13. Ovi izomeri imaju specifičnu geometrijsku konfiguraciju koja im omogućuje jedinstvene biološke aktivnosti i potencijalne zdravstvene koristi. Svaki od ovih C18 izomera može se pojaviti u različitim geometrijskim oblicima, uključujući *cis-trans*, *trans-cis*, *cis-cis* i *trans-trans* konfiguracije. U mlijeku i mesu krava, najzastupljeniji izomeri CLA su *cis-9-trans-11* (oko 80 % CLA) i *cis-10-trans-12*. Budući da biljke ne sintetiziraju CLA, masti preživača, posebice u mlijeku i mesu, su njen primarni izvor (Whetsell i Rayburn, 2003.).

Nutricionisti se sve više fokusiraju na povećanje unosa važnih omega-3 masnih kiselina, osobito eikozapentaenske kiseline (EPA) i dokozaheksaenske kiseline (DHA), koje imaju značajan utjecaj na zdravlje potrošača. Prema Murkoviću i sur. (1996.), lipidi u sjemenkama bundeve sadrže 35,6-60,8% linolne kiseline (LA) (C18:2 n-6), 21,0-46,9 % oleinske kiseline (OA) (C18:1 n-9), 9,5–14,59 % palmitinske kiseline (C16:0) i 3,1–7,4 % stearinske kiseline (C18:0), što rezultira povoljnim omjerom višestruko nezasićenih (PUFA) i zasićenih masnih kiselina (SFA). Pogača sjemenki bundeve također poboljšava ukusnost krmnih smjesa preživačima, čime može pozitivno utjecati na kvalitetu njihove hranidbe i performansi. Meso preživača već dugo je cijenjeni izvor hranjivih tvari, a često se smatra sastavnim dijelom zdrave i uravnotežene ljudske prehrane (Adeyemi i sur., 2016.). U brojnim istraživanjima utvrđen je utjecaj hranidbe obrocima bogatim polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA) na profil masnih kiselina u mesu janjadi (Demirel i sur., 2006.; Elmore i sur., 2005.; Ponnampalam i sur., 2001.). Demirel i sur. (2006.) i Ponnampalam i sur. (2001.) su utvrdili značajno povećanje linolne kiseline (C18:2 n-6) i omjera PUFA/SFA u mesu janjadi hranjenih pogačom sjemenki bundeve. Prema istraživanju Simopoulos (1999.) veći unos PUFA u prehrani ljudi dovodi do poboljšane ravnoteže n-6/n-3 masnih kiselina, iako pretjerano povećanje omjera možda i nije korisno za ljudsko zdravlje. U istraživanju Antunovića i sur. (2018.) utvrđeno je da zamjena sojine sačme s 10 % ili 15 % PSB nije imala utjecaja ($P > 0,05$) na osobine trupa janjadi. Srednje

vrijednosti palmitoleinske kiseline (C16:1) bile su niže ($P < 0,05$) u mesu obje pokusne skupine hranjene smjesom s dodatkom PSB u usporedbi s kontrolnom skupinom. Zamjena sojine sačme s 10 % i 15 % PSB u smjesi za hranidbu janjadi rezultirala je većom koncentracijom linolne kiseline (LA) u janjećem mesu u usporedbi s janjećim mesom kontrolne skupine. Povećan sadržaj linolne kiseline (LA) rezultirao je povećanjem omjera između n-6 i n-3 masnih kiselina u janjećem mesu obje pokusne skupine, u usporedbi s mesom kontrolne skupine. Povećanje ovog omjera nije poželjno, s obzirom na to da se preporučeni omjer n-6/n-3 masnih kiselina u ljudskoj prehrani treba održavati ispod vrijednosti 4. Omjer n-6/n-3 masnih kiselina ključan je za održavanje ravnoteže između upalnih i protuupalnih procesa u organizmu (Simopoulos, 2008). Medijalne vrijednosti oleinske kiseline (OA), konjugirane linolne kiseline (CLA), α -linolenske kiseline (ALA), eikozapentaenske kiseline (EPA) i dokozaheksaenske kiseline (DHA) u janjećem mesu nisu se razlikovali između pokusnih skupina u usporedbi s kontrolnom skupinom. Također, koncentracija ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA), mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) nije se razlikovala kada su janjad hranjena obrocima koji su sadržavali 10 % ili 15 % PSB. Prema istraživanju Elmore i sur. (2005.) utvrđeno je smanjenje koncentracije palmitinske (C16:0) i stearinske kiseline (C18:0) u mesu janjadi hranjene krmnom smjesom s dodatkom koji je sadržavao visok udio polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), što je rezultiralo smanjenjem ukupnog udjela zasićenih masnih kiselina (SFA). Dodavanje PSB u obroke janjadi povećava udio polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), mijenja masnokiselinski profil te može poboljšati hranjivu vrijednost mesa. Međutim, omjer n-6/n-3 potrebno je pozorno pratiti kako bi se omogućili optimalni učinci na ljudsko zdravlje. Općenito, meso preživača, u usporedbi s mesom nepreživača, ima niži i nepovoljniji omjer polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina (P/S) zbog biohidrogenacije masti u buragu. S druge strane, omjer omega-6/omega-3 masnih kiselina u mesu preživača je niži i povoljniji za ljudsko zdravlje u odnosu na meso nepreživača (Kaić i sur., 2013.).

2.7.2. Fizikalni pokazatelji janječeg mesa

Udio vode u mesu jedan od ključnih pokazatelja njegove kvalitete i prikladnosti za preradu, budući da izravno utječe na prinos finalnog proizvoda i značajno oblikuje percepciju kvalitete pri konzumaciji (Rosenvold i Andersen, 2003.). Prema Toscas i sur. (1999.) sposobnost vezivanja vode (WHC) ima značajan utjecaj na temeljne kvalitativne osobine mesa, poput sočnosti i mekoće. Izrazito visoka ili niska WHC može negativno utjecati na senzornu percepciju mesa, smanjujući njegovu atraktivnost i prihvatljivost među potrošačima. Na WHC mesa utječu brojni čimbenici, genetski i negenetski. Među najvažnijim unutarnjim čimbenicima ubrajaju se genotip i hranidba životinja, koji izravno utječu na strukturalna svojstva mišićnog tkiva (Bendall i Swatland, 1988.). Povećanje udjela bjelančevina koje imaju sposobnost vezivanja vode, rezultira povećanjem WHC mesa, dok veći udio intramuskularne masti (IMF) dovodi do smanjenja udjela vode (Frank i sur., 2016.). Prema nekim izvorima, pH-vrijednost smatra se ključnim čimbenikom u kontroli sposobnosti mesa da zadrži vodu, budući da pH izravno utječe na strukturu mišićnih bjelančevina i njihovu sposobnost vezivanja vode tijekom prerade mesa. Kako bi se smanjio ekstremni gubitak vode tijekom obrade, važno je održati optimalnu pH-vrijednost koja omogućava bolje zadržavanje vode i time očuvanje kvalitete mesa. U istraživanju Landim i sur. (2011.) provedenom na janjadi i janječem mesu, utvrđeno je da pasmina nema značajan utjecaj na boju, silu potrebnu za rezanje ili gubitak tijekom kuhanja mišića *L. dorsi*, dok je klaonička masa utjecala na navedene pokazatelje. Također, u istraživanju Latoch i sur. (2023.) u janjadi u dobi od 6 do 7 mjeseci i prosječne tjelesne mase od 26 do 36 kg, prosječna pH₂₄ vrijednost janječeg mesa bila je 5,6. Sposobnost vezivanja vode (WHC) janječeg bila je u rasponu od 12,72 % do 19,50 %. Autori su nadalje utvrdili značajan utjecaj pasmine na boju mesa, odnosno da je meso Wrzosówka pasmine janjadi bilo značajno tamnije ($L^*=52,27$), s izraženijom crvenilom ($a^*=23,68$) i nižim žutilom ($b^*=16,60$) u usporedbi s mesom Świniarka i Uhruska pasmine janjadi. Boja janječeg mesa od ključne je važnosti za privlačnost kupaca i značajno doprinosi tržišnoj vrijednosti proizvoda. Prema Khliji i sur. (2010.) potrošači će smatrati prihvatljivim svježije janjeće meso kada su crvenilo (a^*) i svjetloća (L^*) podjednaki ili veći od 9,5, odnosno 34. Prema Hopkinsu (1995.) janjeće meso se smatra prihvatljivim kada su vrijednosti L^* na kromametri između 34–35, a vrijednosti crvenila (a^*) ispod 19. Svojstva janjećih trupova i pokazatelji kvalitete mesa, kao što su pH-vrijednost, boja,

sposobnost vezivanja vode i tvrdoća mesa, rezultat su sustava hranidbe (Priolo i sur., 2002.). Meso pašinih životinja često se povezuje sa žutom bojom loja, tamnim i tvrdim mesom koje je manje intenzivnog mirisa (Ripoll i sur., 2008.). Osim izgleda, mirisa i teksture, jedan od ključnih čimbenika koji određuje kvalitetu mesa je njegova pH-vrijednost. Prema istraživanju Kaić i sur. (2012.) prosječne vrijednosti analiziranih pokazatelja boje mišića *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke bile su: L* vrijednost 38,88, a* vrijednost 18,69 i b* vrijednost 3,73. Prosječna pH-vrijednost, mjereno 45 minuta nakon klanja, bila je 6,31, dok je prosječna pH-vrijednost, mjereno 24 sata postmortem, bila 5,53. Navedene vrijednosti su bile unutar raspona koji odgovara normalnim postmortem glikolitičkim promjenama. Kada govorimo o janjećem mesu, pH-vrijednost ima presudnu ulogu u procjeni svježine, okusa, trajnosti i opće prihvatljivosti mesa. Nakon klanja životinje, u njenim mišićima dolazi do složenih biokemijskih promjena. Jedna od njih je pretvaranje mišićnog glikogena u mliječnu kiselinu, što uzrokuje smanjenje pH-vrijednosti. Kod zdrave životinje koja nije bila izložena stresu, taj proces se odvija uredno i pH-vrijednost mesa nakon 24 sata hlađenja dostiže optimalnu razinu od 5,5 do 5,8, a ako je životinja bila izložena stresu prije klanja – zbog lošeg rukovanja, transporta ili gladi – pričuve glikogena u mišićima mogu biti iscrpljene (Držaić i sur., 2016.). Posljedica toga je slabija proizvodnja mliječne kiseline i viša konačna pH-vrijednost, često iznad 6,0. Takvo meso naziva se DFD (Dark, Firm, Dry) – tamno, čvrsto i suho. Iako se na prvi pogled može činiti da je meso bogatije, takvo stanje zapravo ukazuje na lošiju trajnost, sklonost kvarenju i nižu mikrobiološku sigurnost. Suprotan problem je preniska pH-vrijednost (ispod 5,3), koja može nastati ako se glikogen prebrzo razgradi. Navedeno rezultira PSE (Pale, Soft, Exudative) odlikom mesa – blijedog, mekanog i vodenastog izgleda. Iako je PSE meso učestalije javlja u svinjetini, može se pojaviti i u janjećem mesu, ali znatno rjeđe (Držaić i sur., 2016.). Snižena pH-vrijednost (<5,3) uzrokuje intenzivnu denaturaciju mišićnih bjelančevina, što dovodi do smanjene sposobnosti vezivanja vode (WHC). Kao posljedica toga, meso postaje vodenasto, suho i gubi na tehnološkoj i senzorskoj kvaliteti.

Zaključno možemo reći da su WHC, pH-vrijednost i boja mesa ključni pokazatelji kvalitete janjećeg mesa jer značajno utječu na njegove senzorske odlike, uključujući sočnost, teksturu i vizualnu privlačnost. WHC (kapacitet vezivanja vode) ima izravan utjecaj na sočnost mesa, jer meso s višim WHC ostaje mekše i sočnije, dok niži WHC može uzrokovati suhoću i gubitak okusa. pH-vrijednost, osobito u postmortem fazi, odražava kvalitetu mesnih

bjelančevina i sposobnost mesa da zadrži vodu, čime doprinosi mekoći-nježnosti i teksturi mesa. Nasuprot navedenom, boja mesa, koja je pod utjecajem različitih čimbenika, poput pH - vrijednosti i udjela masti, također ima važnu ulogu u vizualnoj procjeni kvalitete mesa. Sva ta svojstva zajedno omogućuju procjenu prihvatljivosti mesa za potrošače i njegovu tržišnu konkurentnost.

3. CILJ I HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve (PSB) u obrocima ovaca u laktaciji i janjadi na:

- proizvodne pokazatelje, eksterijerne odlike i indekse tjelesne razvijenosti ovaca i janjadi;
- kemijski sastav i masnokiselinski profil ovčjeg mlijeka;
- klaonička svojstva i linearne mjere janjećih trupova;
- fizikalna svojstva i masnokiselinski profil janjećeg mesa te
- metabolički profil kroz utvrđivanje hematoloških i biokemijskih pokazatelja te aktivnosti enzima u krvi ovaca i njihove janjadi.

Pretpostavlja se da dodatak PSB u obrocima ovaca i janjadi neće imati negativan utjecaj na zdravstveni status i metabolički profil kao niti na proizvodna svojstva ovaca i njihove janjadi. Osim toga, očekuje se utvrđivanje mogućnosti PSB kao alternativnog krmiva kojim se može zamijeniti soja kao najčešće korišteno bjelančevinasto krmivo u obrocima ovaca i janjadi. S obzirom na ekološki način proizvodnje bundeve i zadržavanje dobre proizvodnosti i zdravstvenog statusa ovaca i janjadi očekuje se značajno veća mogućnost korištenja pogače sjemenki bundeve u uzgoju ovaca i janjadi, odnosno u proizvodnji ovčjeg mesa i mlijeka.

4. MATERIJAL I METODE RADA

4.1. Osnovne značajke područja na kojem je provedeno istraživanje

Istraživanje je provedeno na vlastitom obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu „Sičaja“, smještenom u naselju Gašinci, u Osječko-baranjskoj županiji (45°20'05" N, 18°18'59" E). Gašinci se nalaze deset kilometara jugoistočno od Đakova i dobro su prometno povezani asfaltiranim cestama. Gospodarstvo je specijalizirano za uzgoj ovaca pasmine Merinolandschaf, isključivo u svrhu proizvodnje janjećeg mesa. Ukupan broj ovaca na gospodarstvu je 300 grla, plus janjad za rasplod. Hranidba životinja temelji se isključivo na vlastitoj proizvodnji voliminoznih krmiva i žitarica. Gospodarstvo ukupno raspolaže sa 100 hektara obradivih površina, od čega je većina u zakupu. Na većini poljoprivrednih površina sije se djetelinsko travna smjesa (DTS), dok se na preostalim površinama uzgajaju zob, ječam i tritikale.

Gospodarske zgrade izgrađene su 2000. godine od betonskih blokova te su zatvorene sa svih strana. Pod u objektima je najvećim dijelom zemljani, dok je krovšte izrađeno od drvene konstrukcije i prekriveno limenim pločama. Hranidbeni prostori uključuju drvene jaslje, pri čemu je svakoj ovci omogućeno 30 cm prostora za hranjenje. U zimskom razdoblju jaslje se iznose izvan objekta, a ispod njih se postavljaju tzv. "valovi", u koje se dodaju krepka krmiva. Uz farmu su smještena dva sjenika – jedan dimenzija 30 m × 8 m × 4 m (dužina × širina × visina), a drugi manjih dimenzija 10 m × 4 m. U sjenicima se skladišti sijeno i slama.

Gospodarstvo posjeduje vlastiti vozni i mehanizacijski park koji uključuje traktore, prikolice, sakupljač i razbacivač sijena, prešu za sijeno, kosilicu, plugove, tanjurače i sijačicu, čime se omogućuje potpuna samodostatnost u obavljanju svih agrotehničkih radova. Sve poslove na gospodarstvu obavljaju članovi obitelji.

4.2. Plan provedbe istraživanja

Istraživanje je provedeno na 36 ovaca i njihove janjadi (ovce s jednim janjetom u leglu) koje su izabrane iz stada od 300 odraslih ovaca. Odabrane ovce bile su prosječne dobi od pet godina, poželjnog zdravlja i dobre tjelesne kondicije. Prosječna dob janjadi na početku

istraživanja bila je 45 dana. Ukupno trajanje razdoblja istraživanja bilo je 66 dana, tijekom kojih su ovce i janjad boravili zajedno. Ovce i njihova janjad podijeljene su u tri skupine kako je prikazano u shemi istraživanja (Tablica 3.).

Tablica 3. Shema istraživanja s ovcima i janjadi od 1. do 66. dana istraživanja

Pokazatelji	Ovce i janjad					
	K		P1		P2	
	Ovce	Janjad	Ovce	Janjad	Ovce	Janjad
Broj životinja	12	12	12	12	12	12
Hranidba	KS (SS, ES) + sijeno DTS (<i>ad libitum</i>)	Mlijeko + KS (SS, ES) + sijeno DTS (<i>ad libitum</i>)	KS (7 % PSB) + sijeno DTS (<i>ad libitum</i>)	Mlijeko + KS (7 % PSB) + sijeno DTS (<i>ad libitum</i>)	KS (14 % PSB) + sijeno DTS (<i>ad libitum</i>)	Mlijeko + KS (14 % PSB) + sijeno DTS (<i>ad libitum</i>)

K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, PSB-pogača sjemenki bundeve, KS- krmna smjesa; SS- sojina sačma, ES- ekstrudirana soja, DTS- djetelinsko travna smjesa

4.3. Hranidba i sastav hrane za ovce i janjad tijekom istraživanja

Tijekom istraživanja ovce i janjad podijeljeni su u tri skupine s različitim hranidbenim tretmanom. Kontrolnoj je skupini ovaca i janjadi (K) temeljni bjelančevinasti sastojak krmne smjese bila sačma soje i ekstrudirana soja. Prvoj pokusnoj skupini ovaca i janjadi (P1) sojina sačma i ekstrudirana soja djelomično su zamijenjene sa 7 % pogače sjemenki bundeve bez ljuske. Drugoj pokusnoj skupini ovaca i janjadi (P2) ekstrudirana soja je potpuno, a sojina sačma djelomično zamijenjena sa 14 % pogače sjemenki bundeve bez ljuske. U sve tri skupine ovce i janjad za vrijeme trajanja istraživanja imale su na raspolaganju sijeno talijanskog ljulja, stočnu sol i vodu po volji (*ad libitum*). Tijekom cijelog trajanja istraživanja ovce i janjad hranjene su istim obrokom, čime su omogućeni ujednačeni uvjeti hranidbe za sve skupine. Prema shemi pokusa ovce su dobivale 1 kg krmne smjese dnevno, a janjad tijekom cijelog razdoblja 300 g

krmne smjese/dan. Pripremno razdoblje ovaca na prilagodbu na nove obroke trajalo je 7 dana kada je ovacima ponuđena krmna smjesa i sijeno po volji.

Krmne smjese za istraživanje proizvedene su na Zavodu za animalnu proizvodnju i biotehnologiju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku.

U tablici 4. prikazan je sirovinski sastav krmnih smjesa za hranidbu ovaca i janjadi.

Tablica 4. Sirovinski sastav krmnih smjesa korištenih tijekom istraživanja

Krmivo, %	Skupina		
	K	P1	P2
Kukuruz	23	26,8	32,5
Ječam	33	33	38
Pšenične posije	22	21	12
Saćma soje	5	2,2	0,5
Ekstrudirana soja	14	7	0
Mineralno-vitaminski premiks*	3	3	3
Pogača sjemenki bundeve (PSB)	0	7	14

K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, PSB- pogača sjemenki bundeve; *1 kg premiksa sadrži vitamina (A = 1,000,000 IJ; D₃ = 150,000 IJ; E = 1500 mg; K₃ = 50 mg; B₁ = 100 mg; B₂ = 200 mg; B₆ = 200 mg; B₁₂ = 1 mg; niacin = 1000 mg), Ca pantotenat = 500 mg; kolin klorid = 20 000 mg; FeSO₄ = 4000 mg; CuSO₄ = 800 mg; Mn-oksidi = 3500 mg; Zn-sulfat = 5000 mg; kobalt klorid = 20 mg; Mg-sulfat = 10,000 mg; antioksidans dibutylhydroxytoluene (BHT) = 10,000 mg; 10,000 mg; kalijev jodid = 80 mg.

Kemijski sastav hrane određen je u Centralnoj agrobiotehničkoj analitičkoj jedinici (CAAJ) Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i prikazan je u tablici 5. Za kemijsku analizu uzorkovana su tri uzorka prosječne mase 10 g iz svake krmne smjese (K, P1 i P2 skupina) te sijena, što čini ukupno 12 uzoraka i uzorak pogače sjemenki bundeve. Svi uzorci su osušeni na temperaturi do 60 °C te samljeveni na veličinu čestica od 1 mm pomoću uređaja za usitnjavanje, miksiranje i homogenizaciju uzoraka Microtron MB 550 (Kinematica, Švicarska). Analiza pojedinih sastojaka u hrani provedena je prema standardnim metodama Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2006.).

Sirove bjelančevine određene su Kjeldahl metodom prema HRN ISO 5983-2:2005 (Pearson, 1976).

Sirove masti određene su prema Onwuka (2005) korištenjem ekstrakcijskog sustava B-811 (Buchi, Flawil, Švicarska) prema HRN ISO 6492:2001 (<https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+ISO+6492:2001>).

Sirova vlakna određena su Weende metodom prema HRN ISO 6865:2001 (Offor i sur., 2014.).

Sirovi pepeo određen je spaljivanjem uzoraka na 550 °C tijekom 6 sati prema HRN ISO 2171:1999 (<https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+ISO+2171%3A1999>)

Sadržaj vlage analiziran je prema HRN ISO 6496:2001.

Probavljiva i metabolička energija hrane te NEL i NEM izračunati su prema Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft DLG (1993.).

Tablica 5. Kemijski sastav hrane za ovce i janjad tijekom istraživanja

Sastojak, %	Krmna smjesa			PSB	Sijeno DTS
	K	P1	P2		
Suha tvar	91,87	90,9	91,12	93,85	93,15
Sirove bjelančevine	16,03	16,03	16,24	52,89	8,74
Sirova vlakna	5,04	5,43	4,31	3,94	28,54
Sirova mast	5,05	5,16	5,15	16,29	1,11
Sirovi pepeo	6,02	6,13	6,06	8,51	5,33
Ca	6,44	6,32	6,15	-	0,29
P	6,55	5,97	5,00	-	1,92
Probavljiva energija, MJ/kg ST	14,01	13,86	13,77	-	8,32
Metabolička energija, MJ/kg ST	11,66	11,67	11,72	13,1	7,53
NEL, MJ/kg ST	7,13	6,83	6,62	-	3,9
NEM, MJ/kg ST	8,05	8,1	7,84	-	3,57

K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, PSB- pogača sjemenki bundeve bez ljuske; DTS – djetelinsko travna smjesa, NEL- neto energija mlijeka , NEM- neto energija za kg prirasta, ST – suha tvar

4.4. Tjelesna masa i eksterijerne odlike ovaca i janjadi

Ovce i janjad odabrani su za istraživanje na temelju utvrđene tjelesne mase i tjelesnih mjera. Određivanje proizvodnih pokazatelja provedeno je tijekom razdoblja sisanja janjadi, pri čemu su mjerenja obavljena:

- 1. dana istraživanja,
- 33. dana istraživanja,
- 66. dana istraživanja (na kraju istraživanja).

Janjad je na početku istraživanja bila u prosječnoj dobi od 45 dana, dok je na kraju istraživanja, odnosno neposredno prije klanja, bila prosječne dobi od 111 dana.

Od proizvodnih pokazatelja u ovaca i janjadi određeni su:

- Tjelesna masa u navedenim vremenskim intervalima,
- Dnevni prirasti i
- Tjelesne mjere.

Utvrđivanje tjelesne mase obavljeno je pojedinačnim vaganjima na mobilnoj stočnoj vagi (MPE60, VAGE d.o.o., Zagreb) te vagi Kern EOS 150K50XL (Kern & Sohn, Balingen, Njemačka). Tjelesne mjere određene su Lydtinovima štapićima i stočnom mjernom vrpcom.

Analizirane su sljedeće tjelesne mjere ovaca i janjadi:

- Visina grebena mjeri se Lydtinovima štapićima vertikalno, od tla do najviše točke grebena, koja se nalazi neposredno iza prednjeg papka;
- Dužina trupa izmjerena je Lydtinovima štapićima, određivanjem razmaka između sredine lopatično-ramenog zgloba i sjedne kvrge (*tuber ischiadicum*);
- Za mjerenje širine prsa korišten je Lydtinov štapić, pri čemu je mjerenje obavljeno odmah iza lopatica;
- Dubina prsa izmjerena je kao udaljenost od najviše točke grebena do donjeg ruba prsne kosti;
- Opseg prsa izmjeren je stočnom mjernom vrpcom preko najšireg dijela prsnog koša;
- Opseg buta izmjeren je stočnom mjernom vrpcom preko njegovog najšireg dijela;
- Dužina buta izmjerena je stočnom mjernom vrpcom od vrha petne kosti (*tuber calcanei*) do sjedne kosti (*tuber ischiadicum*);
- Opseg cjevanice izmjeren je stočnom mjernom vrpcom na srednjem dijelu cjevanice prednje desne noge.

Indeks tjelesne kondicije (ITK) ovaca i janjadi određen je prema Russelu (1991.), s ocjenama od 1 do 5.

Prema Chiofalo i sur. (2004.) u ovaca i janjadi određeni su:

- indeks anamorfoznosti ($\text{opseg prsa} \times \text{opseg prsa} / \text{visina grebena}$) i
- indeks tjelesnih proporcija ($((\text{tjelesna masa} / \text{visina grebena}) \times 100)$).

Prema Ćinkulovoj i sur. (2003.) određeni su sljedeći indeksi tjelesne razvijenosti ovaca i janjadi:

- indeks prsa prema formuli: $((\text{širina prsa} / \text{dubina prsa}) \times 100)$;
- indeks širine prsa prema formuli: $((\text{širina prsa} / \text{visina grebena}) \times 100)$;
- indeks tjelesne kompaktnosti prema formuli: $((\text{opseg prsa} / \text{dužina trupa}) \times 100)$;
- indeks mišićavosti prema formuli: $((\text{opseg prsa} / \text{visina grebena}) \times 100)$ i
- indeks dužine nogu prema formuli: $((\text{visina grebena} - \text{dubina prsa} / \text{visina grebena}) \times 100)$.

4.5. Uzimanje uzoraka i analize ovčjeg mlijeka

Uzimanje uzoraka ovčjeg mlijeka (100 mL) provedeno je u dvije bočice od svake životinje 33. i 66. dana istraživanja, ujutro prilikom uzimanja tjelesnih mjera i uzoraka krvi.

4.5.1. Određivanje osnovnog kemijskog sastava i mikrobioloških pokazatelja

Osnovni kemijski sastav mlijeka analiziran je na jutarnjim uzorcima prikupljenima 33. i 66. dana istraživanja. Nakon mužnje, jedan uzorak mlijeka (50 mL) je zamrznut, a drugi uzorak mlijeka je pohranjen u bočice koje su sadržavale 0,3 mL konzervansa azidiola. Nakon toga uzorci su ohlađeni na temperaturi od 4 °C te transportirani u Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka u Križevcima.

U mlijeku su određeni sljedeći pokazatelji: sadržaj mliječne masti (g/100 g), bjelančevina (g/100 g), laktoze (g/100 g) i ureje (mg/dl) te broj somatskih stanica (broj/mL) i ukupan broj bakterijskih kolonija (broj/mL). Kemijska analiza provedena je metodom infracrvene spektrofotometrije prema normi HR ISO 92622:2001, koristeći analizator MilkoScan FT 6000 (Foss Electric, Danska). Broj somatskih stanica određen je fluoro-optoelektronskom metodom prema normi HR ISO 13366-2/Ispr.1:2007, primjenom analizatora

Fossomatic 5000 (Foss Electric, Danska). Ukupan broj bakterija analiziran je metodom epifluorescentne protočne citometrije prema normi IDF 161A:1995.

4.6. Analiza masnih kiselina u krmivima, ovčjem mlijeku te mesu i trbušnoj maramici janjadi

Za analizu masnokiselinskog sastava uzeti su uzorci svake krmne smjese (K, P1 i P2), kao i uzorci pogače sjemenki bundeve i sijena, a rezultati su prikazani u tablici 6.

Tablica 6. Koncentracija masnih kiselina (g/100 g masnih kiselina) u krmnim smjesama, PSB i sijenu u hranidbi ovaca i janjadi

Masne kiseline	Krmna smjesa/skupina			Sijeno DTS
	K	P1	P2	
C4:0	0,02	0,02	0,02	0,05
C6:0	0,03	0,04	0,04	0,08
C8:0	0,02	0,03	0,04	0,06
C10:0	0,00	0,02	0,03	0,08
C11:0	0,00	0,00	0,00	0,00
C12:0	0,05	0,03	0,04	0,63
C13:0	0,00	0,00	0,00	0,12
C14:0	0,36	0,32	0,34	2,14
C14:1 (cis-9)	0,00	0,00	0,00	0,10
C15:0	0,12	0,10	0,08	0,79
C15:1 (cis-10)	0,00	0,00	0,00	0,00
C16:0	33,13	30,77	29,39	46,11
C16:1 (cis-9)	0,31	0,30	0,30	0,40
C17:0	0,24	0,19	0,17	0,64
C17:1 (cis-10)	0,11	0,09	0,06	0,07
C18:0	7,13	7,45	7,49	4,09
C18:1 (trans-9)	0,00	0,00	0,00	0,19
C18:1 (cis-9)	44,36	51,49	56,38	6,89

C18:2 (trans-9,12)	0,08	0,06	0,09	0,14
C18:2 (cis-9,12)	0,21	0,23	0,29	0,06
C20:0	0,69	0,70	0,75	2,92
C18:3 (cis-6,9,12)	0,06	0,05	0,03	0,13
C20:1 (cis-11)	0,08	0,07	0,06	0,08
C18:3 (cis-9,12,15)	10,68	6,43	2,96	23,73
C21:0	0,13	0,24	0,14	0,59
C20:2 (cis-11,14)	0,20	0,17	0,11	0,19
C22:0	0,56	0,51	0,43	3,50
C20:3 (cis-8,11,14)	0,00	0,03	0,03	0,18
C22:1 (cis-13)	0,14	0,06	0,07	0,39
C20:3 (cis-11,14,17)	0,45	0,08	0,09	2,14
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,00	0,10	0,12	0,69
C23:0	0,16	0,00	0,00	0,00
C22:2 (cis-13,16)	0,11	0,00	0,00	0,11
C24:0	0,29	0,29	0,32	2,41
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	0,24	0,05	0,05	0,14
C24:1 (cis-15)	0,04	0,08	0,09	0,16

K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, PSB- pogača sjemenki bundeve bez ljuske; DTS – djetelinsko travna smjesa

Uzorkovano ovčje mlijeko pohranjeno je i zamrznuto na temperaturi od -80 °C do trenutka provođenja analize. Analiza masnokiselinskog sastava mlijeka provedena je na uzorcima prikupljenima 33. i 66. dana istraživanja.

Uzorkovanje mesa (*musculus semimembranosus*) i trbušne maramice (trbušnog loja) provedeno je od sedam janjadi iz svake skupine, odmah nakon iskrvarenja i obrade trupova. Metilni esteri masnih kiselina (FAME) ekstrahirani su iz uzoraka krmnih smjesa, sijena, mlijeka, mesa i trbušne maramice. Priprema metilnih estera masnih kiselina provedena je u skladu s međunarodnom normom HRN ISO 15884:2002 (Hrvatski zavod za norme, 2003.; <https://www.iso.org/standard/28897.html>).

Približno 100 mg pripremljenog ispitnog uzorka masti otopljeno je u 5 mL epruvetama s n-heptanom. Potom je dodano 0,2 mL reagensa za transesterifikaciju (KOH u metanolnoj otopini), a smjesa je protresena 1 minutu na Vortex miješalici (Vortexer, Grant Instruments Ltd, Engleska). Nakon 5 minuta reakcije, dodano je 0,5 g krutog natrijevog hidrogen sulfata i smjesa je ponovno temeljito promiješana. Nakon transesterifikacije, epruvete su centrifugirane (Hettich Zentrifugen, Tuttlingen, Njemačka) pri 2000 okretaja u minuti, na sobnoj temperaturi, tijekom 3 minute. Alikvotni dio otopine estera (bistri supernatant) izdvojen je za daljnju kromatografsku analizu. Za pripremu ispitnih uzoraka u količini od 100–200 mg, dodano je 4 mL metanolne otopine natrijevog hidroksida (0,5 M) u 50 mL tikvicu. Ispitni uzorci podvrgnuti su refluksnoj hidrolizi i derivatizaciji. Tikvica s uzorkom kuhana je pod refluksom tijekom 20 minuta, nakon čega je kroz vrh kondenzatora dodano 5 mL otopine metanolbor trifluorida, a postupak kuhanja nastavljen je još 4 minute. Masne kiseline su potom ekstrahirane s 5 mL n-heptana, uz dodatno zagrijavanje u trajanju od 2 minute. Nakon hlađenja tikvice, dodana je zasićena vodena otopina natrijeva klorida. Nekoliko mililitara gornjeg sloja n-heptana prebačeno je u epruvetu koja je sadržavala bezvodni natrijev sulfat radi sušenja. Za kromatografsku analizu uzet je alikvot od 1 mL. Analiza masnih kiselina provedena je pomoću plinskog kromatografa Agilent 7890B (Agilent, Santa Clara, SAD) opremljenog plameno-ionizacijskim detektorom (FID). Razdvajanje je izvršeno na 60 m fuzioniranom kapilarnom stupcu (unutarnji promjer 0,25 mm) obloženom 0,20 μ m filmom CP-Sil 88. Plinska kromatografska analiza provedena je korištenjem plinskog kromatografa Agilent 7890B (Agilent, Santa Clara, SAD) s plameno-ionizacijskim detektorom (FID).

Uvjeti kromatografske analize:

- Plin nosač: Vodik, uz konstantan protok od 1,3 mL/min (94 kPa inicijalni tlak).
- Dodatni plin nosač: Dušik (N₂) u podijeljenom načinu rada s omjerom dijeljenja 20:1.
- Ulazni tlak: 35,81 psi.
- Ulazna temperatura: 225 °C.
- Ukupni protok: 28,2 ml/min.
- Protok u koloni: 1,2 mL/min.
 - Kolona za odvajanje masnih kiselina:
 - Fuzijska silika-kapilarna kolona Rt-2560 (bis-cijanopropil polisiloksan nevezana),

- Dimenzije: 100 m × 250 µm (unutarnji promjer),
 - Debljina filma: 0,2 µm (Restek, Pennsylvania, SAD).
- Temperaturni program pećnice:
- Početna temperatura: 100 °C (održavana 4 minute),
 - Linearno povećanje temperature: 3 °C/min do 240 °C,
 - Vrijeme zadržavanja na 240 °C: 11 minuta.
- Injekcijski volumen uzorka: 1 µL.
- Temperatura detektora (FID): 250 °C.
- Protok detektorskog plina (N₂): 45 mL/min.

4.7. Uzimanje i analiza uzoraka krvi ovaca i janjadi

Uzimanje uzoraka krvi ovaca i janjadi provedeno je u razdoblju sisanja janjadi, odnosno 1. i 33. dana istraživanja, te na kraju istraživanja, odnosno 66. dana. Uzorkovanje krvi za potrebe biokemijske i hematološke analize provedeno je iz jugularne vene u sterilne vakum tube Venoject® (Luven, Belgium). Za potrebe hematološke pretrage krv je uzimana u epruvete s dodatkom antikoagulansa K3 EDTA. Uzorci krvi za određivanje biokemijskih pokazatelja centrifugirani su 10 minuta na 3000 okretaja (1600 g) centrifugom (Rotofix 32 A) s ciljem odvajanja seruma te su zamrznuti na temperaturi od – 80 °C do analiza.

4.7.1. Hematološka analiza

U punoj krvi ovaca i njihove janjadi određeni su hematološki pokazatelji (boj leukocita – WBC, eritrocita – RBC, trombocita – PLT te sadržaj hemoglobina – HGB, hematokrita – HCT, prosječni volumen eritrocita – MCV, prosječna količina hemoglobina u eritrocitima – MCH i prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima – MCHC) na 3 diff hematološkom analizatoru SYSMEX poch-100iV (Japan). Za određivanje odnosa između pojedinih vrsta leukocita napravljeni su krvni razmazi. Krvni razmaz je nakon fiksacije na zraku obojen metodom po Pappenheimu. Osušeni preparat prekriven je tankim slojem cedrova ulja (imerziona ulje), a diferencijacija bijele krvne slike učinjena je pomoću mikroskopa Olympusa BX 51®, (Japan) pri povećanju od 800 do 1000 x. Relativni udio pojedinih stanica bijele loze

(neutrofili, limfociti, eozinofili, monociti i bazofili) izražen je u postotcima u odnosu na ukupan broj leukocita. Brojeno je 100 leukocita na dva do četiri mjesta u tankom razmazu idući od periferije prema središtu i ponovno prema središtu.

4.7.2. Biokemijska analiza krvi

U krvnom serumu ovaca i janjadi određene su koncentracije minerala (Ca – kalcij, P – anorganski fosfor, K – kalij, Na – natrij i Cl – kloridi), metabolita (urea, glukoza, ukupni proteini, albumin, ukupni kolesterol, HDL–kolesterol, LDL–kolesterol, kreatinin, NEFA–neesterificirane masne kiseline i BHB- β -hidroksi maslačna kiselina) te aktivnosti enzima (ALT–alanin aminotransferaza, AST–aspartat aminotransferaza, CK–kreatin kinaza, GGT– γ glutamil transferaza i LDH–laktat dehidrogenaza). Svi minerali, metaboliti i aktivnost enzima određeni su na biokemijskom analizatoru Beckman Coulte AU 400. Koncentracija globulina izračunata je kao razlika između koncentracije ukupnih bjelančevina i koncentracije albumina. Aktivnost enzima antioksidativnog statusa, glutation peroksidaza (GPx) utvrđena je u serumu ovaca i janjadi je s Ransel[®] kitom (Randox, Velika Britanija) na valnoj duljini od 240 nm automatskog analizatora Beckman Coulter AU400 (SAD) prema metodi Paglia i Valentine (1967.). Reakcija se temeljila na oksidaciji glutationa kumen peroksidom uz katalitičku aktivnost GPx. Nakon oksidacije, glutation se reducirao uz pomoć glutation reduktaze i NADPH, koji djeluje kao donator elektrona, pri čemu NADPH prelazi u oksidirani oblik, odnosno NADP. Aktivnost GPx izražena je u jedinicama aktivnosti enzima po litri (U/l).

4.8. Klanje i linearne mjere trupova janjadi

Janjad je neposredno prije klanja izvagana pomoću automatske vage za životinje Kern EOS 150K50XL (Kern i Sohn, Balingen, Njemačka). Nakon klanja (klasična metoda iskrvarenja presijecanjem velikih krvnih žila na vratu—*vena jugularis externa* i *arteria carotis communis*) i iskrvavljivanja, janjadi je oguljena koža s trupova, a abdominalni (predželudaci, želudac, slezena, crijeva i jetra) i torakalni organi (dušnik s plućima i srcem) su zatim odvojeni. Nakon toga trupovi su pojedinačno izvagani te svi unutarnji organi, koža s donjim dijelovima nogu. U konačnici su uzete standardne linearne mjere trupova janjadi: dužina trupa (dužina trupa 1 – *os pubis* do *atlas*; dužina trupa 2 – *os pubis* do prvog rebra; dužina trupa 3 – *os pubis*

do zadnjeg rebra), opseg trupa kod prsa, opseg trupa ispred buta, dužina buta (*tuber calcanei* do *tubercle ossis ischia*) i opseg buta (na najširem dijelu buta).

4.8.1. Kvaliteta janjećeg mesa

Uzorci janjećeg mesa (*musculus semimembranosus*) uzeti su od sedam janjećih trupova iz svake istraživane skupine neposredno nakon obrade trupa. Vrijednost pH₁ i boja mesa određene su 45 minuta *post mortem* pri temperaturi mesa od 35 °C, a vrijednosti pH₂, utvrđena je 24 sata *post mortem*, nakon što je meso ohlađeno na +4 °C. Vrijednosti pH₁ i pH₂ mjerene su uz pomoć kontaktnog pH metra „Mettler Toledo“. Boja mesa mjerena je uz pomoć prijenosnog instrumenta „Minolta Chromameter“ CR-410 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) prema standardnom CIE L* a* b* sustavu boja (Commission International de l’Eclairage, 1986.). Randman trupa izračunat je kao omjer mase trupa i mase prije klanja x 100. Sposobnost vezivanja vode određena je kompresijskom metodom prema (Sierra, 1973). Hue angle (kut nijanse boje) izračunat je prema formuli $H^* = \tan^{-1}(b^*/a^*) \times (180/\pi)$, a Chroma pomoću formule $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$.

4.9. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka provedena je korištenjem statističkog programa SAS® (9.3). Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost i standardna pogreška srednje vrijednosti, dobiveni MEANS procedurom. Analiza podataka izvršena je GLM (generalni linearni model) procedurom uz fiksni utjecaj hranidbe. Značajne razlike između srednjih vrijednosti različitih skupina ovaca i janjadi, formiranih prema sastavu krmnih smjesa, utvrđene su Tukey testom na razini značajnosti (P<0,05).

5. REZULTATI

5.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike ovaca

5.1.1. Proizvodna svojstva ovaca

U tablici 7 prikazani su proizvodni pokazatelji ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve.

Tablica 7. Proizvodni pokazatelji ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Skupina			SEM	<i>P-vrijednost</i>
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
Tjelesna masa, kg					
1. dan	63,00	66,38	67,58	1,09	0,212
33. dan	61,25	62,58	65,67	1,21	0,318
66. dan	63,92 ^a	65,08 ^{ab}	70,83 ^b	1,13	0,023
Dnevni prirast, g					
Od 1. do 33. dana	-53,03	-114,90	-58,08	20,54	0,405
Od 33. do 66. dana	80,81	75,76	156,57	15,85	0,061
Od 1. do 66. dana	13,89 ^{ab}	-19,57 ^a	49,24 ^b	10,19	0,017

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

Iz tablice 7 je vidljivo da je prosječna tjelesna masa ovaca prvog dana istraživanja bila 63 kg u skupini K, 66,38 kg u P1 i 67,58 kg u P2 skupini, dok su 33. dana istraživanja bile 61,25 kg, 62,58 kg i 65,08 kg u K, P1 i P2 skupini. Statistički značajna ($P < 0,05$) razlika u tjelesnoj masi ovaca utvrđena je na kraju istraživanja, odnosno 66. dana između K i P2 skupine ovaca (63,92 : 70,83 kg).

5.1.2. Eksterijerne odlike ovaca

U tablici 8 prikazane su eksterijerne odlike ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve.

Tablica 8. Eksterijerne odlike ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Eksterijena odlika, cm	Dani	Skupina			SEM	<i>P-vrijednost</i>
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
Visina grebenacm	1.	59,71	62,38	61,21	0,62	0,222
	33.	66,54	67,08	66,71	0,49	0,906
	66.	60,33	61,00	59,96	0,65	0,811
Dužina trupa	1.	69,25	72,63	71,42	0,69	0,129
	33.	69,54	71,95	68,67	0,68	0,128
	66.	69,29	70,92	69,13	0,62	0,244
Dubina prsa	1.	28,17	29,46	29,21	0,35	0,284
	33.	28,29	29,79	29,83	0,31	0,069
	66.	28,08	28,42	29,33	0,25	0,103
Širina prsa	1.	21,71	22,38	21,58	0,32	0,565
	33.	21,38	22,33	22,33	0,31	0,373
	66.	21,25	22,92	21,79	0,37	0,171
Opseg prsa	1.	104,67	104,50	107,17	1,01	0,498
	33.	103,25	103,01	108,75	1,26	0,108
	66.	104,58	104,59	106,83	0,91	0,517
Opseg trupa ispred buta	1.	108,92	104,83	110,33	1,10	0,106
	33.	107,58	107,08	112,75	1,26	0,070
	66.	106,46	107,42	113,67	1,51	0,103
Dužina buta	1.	32,63	31,21	32,79	0,70	0,608
	33.	30,33	29,71	28,46	0,67	0,526

	66.	28,88	29,25	30,08	0,40	0,459
Opseg buta	1.	50,67	48,79	51,92	0,55	0,059
	33.	48,33	46,54	50,92	0,90	0,134
	66.	48,08	50,25	50,67	0,60	0,169
Opseg cjevanice	1.	8,50	8,57	8,58	0,09	0,933
	33.	8,38	8,58	8,56	1,01	0,323
	66.	8,25	8,04	8,46	0,17	0,622

Mean - srednja vrijednost, SEM– standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB

Analizom eksterijernih odlika ovaca prikazanih u tablici 8 vidljivo je da nisu utvrđene statistički značajne ($P>0,05$) razlike između K, P1 i P2 skupine ovaca. Također, uočljiv je trend povećanja određenih eksterijernih odlika ovaca (dubina prsa, opseg prsa, opseg trupa ispred buta, dužina buta, opseg buta) u P1 i P2 u odnosu na K skupinu.

U tablici 9. prikazane su vrijednosti utvrđenog indeksa tjelesne kondicije i izračunati indeksi tjelesne razvijenosti iz izmjerenih eksterijernih odlika istraživanih ovaca.

Na temelju fenotipskih odlika izračunati su indeksi tjelesne razvijenosti ovaca, uključujući indeks anamorfoznosti (IA), indeks tjelesne kompaktnosti (ITKO), indeks mišićavosti (IM), indeks tjelesnih proporcija (ITP), indeks širine prsa (IŠP) i indeks dužine nogu (IDN).

Indeks tjelesne kondicije (ITK) ukazuje na blago povećanje tijekom ispitivanog razdoblja, a utvrđene vrijednosti ukazuju na dobru tjelesnu kondiciju ovaca. Razlike u izmjerenim ITK između istraživanih skupina ovaca tijekom istraživnog razdoblja nisu bile statistički značajne ($P>0,05$).

Na početku istraživanja (1. dan) nije utvrđena statistički značajna razlika ($P>0,05$) u indeksu anamorfoznosti (IA) između istraživanih skupina ovaca. Međutim, 33. dana istraživanja zabilježene su statistički značajne razlike ($P<0,05$) IA između skupina P1 i P2 (140,53 : 188,61). Istovremeno, nije utvrđena statistički značajna razlika između K i pokusne skupine P1 i P2. Na kraju istraživanja, ovce koje su dobivale 14 % PSB u obrocima imale su statistički značajno

višu ($P < 0,05$) vrijednost IA (207,43) u usporedbi s ovcama iz skupine P1 koje su dobivale 7 % PSB (170,52) i K skupinom ovaca (171,57) koje nisu dobivale PSB.

Tablica 9. Indeksi tjelesne razvijenosti ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Indeks	Dan i	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
Indeks tjelesne kondicije (ITK)	1.	3,17	3,44	3,33	0,05	0,053
	33.	3,19	3,41	3,61	3,33	3,410
	66.	3,33	3,68	3,69	0,12	0,221
Indeks anamorfoznosti (IA)	1.	184,56	176,08	188,68	3,80	0,397
	33.	160,78 ^{ab}	140,53 ^b	188,61 ^a	6,53	0,007
	66.	171,57 ^b	170,52 ^b	207,43 ^a	5,19	0,002
Indeks tjelesne kompaktnosti (ITKO)	1.	156,23 ^a	144,42 ^b	150,59 ^{ab}	1,92	0,038
	33.	152,72 ^a	127,33 ^b	163,51 ^a	4,73	0,003
	66.	146,44 ^b	143,66 ^b	160,99 ^a	2,18	<0,001
Indeks mišićavosti (IM)	1.	175,94	167,86	175,71	2,34	0,283
	33.	155,23 ^{ab}	140,03 ^b	167,90 ^a	4,64	0,044
	66.	168,57 ^b	167,10 ^b	186,10 ^a	2,89	0,008
Indeks tjelesnih proporcija (ITP)	1.	100,67	106,54	110,97	2,17	0,151
	33.	87,18	93,40	98,51	2,03	0,071
	66.	105,93 ^b	106,81 ^b	118,49 ^a	2,11	0,021
Indeks prsa (IP)	1.	77,17 ^{ab}	73,32 ^b	82,49 ^a	1,40	0,022
	33.	84,64 ^{ab}	75,01 ^b	85,49 ^a	1,77	0,022
	66.	76,44	76,77	78,08	1,25	0,859
Indeks širine prsa (IŠP)	1.	36,50 ^{ab}	34,60 ^b	39,35 ^a	0,76	0,032
	33.	35,96	33,43	38,23	0,84	0,060
	66.	35,64	35,85	38,37	0,73	0,241
	1.	0,53	0,53	0,52	0,01	0,902

Indeks dužine nogu (IDN)	33.	0,57	0,55	0,55	0,005	0,129
	66.	0,53	0,53	0,51	0,01	0,068

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

Utvrđene vrijednosti indeksa tjelesne kompaktnosti (ITKO) značajno su se razlikovale između istraživanih skupina ovaca. Na početku istraživanja (1. dan), najveći ITKO utvrđen je u ovaca K skupine (156,23), odnosno statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na ovce P1 skupine koje su hranjene dodatkom 7 % PSB (144,42). Statistički značajne razlike nisu utvrđene ($P > 0,05$) između ITKO ovaca K i P2 skupina (156,23 : 150,59), kao niti između ITKO ovaca P1 i P2 skupina (144,42 : 150,59). Najveći ITKO na 33. dan istraživanja zabilježen je u ovaca P2 skupine (163,51), što je bilo statistički značajno više ($P < 0,05$) u usporedbi s ovacama iz P1 (127,33) i K skupina (152,72). Na kraju istraživanja (66. dan) ovce P2 skupine koje su dobivale 14 % PSB u obroku imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veći ITKO (160,99) u odnosu na ovce K (146,66) i P1 skupina (143,66).

Nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u indeksu mišićavosti (IM), na početku istraživanja (175,94 : 167,86 : 175,71) između ovaca K, P1 i P2 skupina. Međutim, 33. dan istraživanja, ovce P2 skupine imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) IM (167,90) u odnosu na ovce P1 skupine (140,03). Statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u IM nisu utvrđene između ovaca K i P1, odnosno P2 skupine. Na kraju istraživanja, ovce iz P2 skupine, koje su u obroku dobivale 14 % PSB, imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veći IM (186,10) u usporedbi s ovacama kontrolne (168,57) i P1 skupine (167,10).

Indeksi tjelesnih proporcije (ITP) 1. i 33. dan istraživanja bile su granicama između 87,18 i 110,97 te nije utvrđena statistički značajna razlika između istraživanih skupina ovaca. Međutim, na kraju istraživanja utvrđeno je da su ovce P2 skupine imale statistički značajno ($P < 0,05$) veći ITP (118,49) u odnosu na ovce K (105,93) i P1 skupina (106,81). Indeksi tjelesnih proporcija tijekom 1. i 33. dana istraživanja bile su u rasponu od 87,18 do 110,97, pri čemu nije utvrđena statistički značajna razlika između istraživanih skupina ovaca. Međutim, na kraju istraživanja, ovce iz P2 skupine imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veći ITP (118,49) u usporedbi s ovacama iz P1 (106,81) i K skupina (105,93). Nije utvrđena statistički značajna ($P > 0,05$) razlika u ITP usporedbom K i P1 skupina ovaca.

Utvrđene vrijednosti indeksa prsa (IP) pokazale su da su ovce iz P2 skupine na početku istraživanja (1. dan) imale statistički značajno ($P < 0,05$) veći IP (82,49) u usporedbi s ovacama P1 skupine (73,32), a isti trend zabilježen je i 33. dana istraživanja. Statistički značajne razlike u indeksu prsa nisu utvrđene ($P > 0,05$) između K u usporedbi s P1 i P2 skupinama tijekom 1. i 33. dana istraživanja. Na kraju istraživanja (66. dan), vrijednosti IP bile su 76,44 u K, 76,77 u P1 i 78,08 u P2 skupini ovaca, pri čemu nije utvrđena statistički značajna razlika među skupinama ($P > 0,05$).

Najveći indeks širine prsa (IŠP) utvrđen je 1. dana istraživanja u P2 skupini ovaca (39,35), što je bilo statistički značajno više u odnosu na P1 skupinu (34,60). Statistički značajna razlika u indeksu širine prsa nije utvrđena ($P > 0,05$) između K i P1 i P2 skupine tijekom istog razdoblja. Utvrđeni IŠP 33. i 66. dana istraživanja bili su u rasponu od 33,43 do 38,37, pri čemu razlike između istraživanih skupina nisu bile statistički značajne.

Vrijednosti indeksa dužine nogu (IDN) bile su u rasponu od 0,51 do 0,55 tijekom cijelog razdoblja istraživanja, pri čemu nije utvrđena statistički značajna ($P > 0,05$) razlike između istraživanih skupina ovaca.

5.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na osnovni kemijski sastav i mikrobiološke pokazatelje ovčjeg mlijeka

U tablici 10. prikazan je osnovni kemijski sastav i mikrobiološki pokazatelji mlijeka Merinolandschaf ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve. Uzorkovanje mlijeka provedeno 33. i 66. dana istraživanja.

Analizom podataka prikazanih u tablici 10. utvrđen je statistički značajno niži ($P < 0,05$) udio mliječne masti u mlijeku ovaca P1 skupine na kraju istraživanja (4,28 g/100 g) u usporedbi s K i P2 skupinom (6,58 g/100 g i 6,22 g/100 g).

Najviša koncentracija ureje utvrđena je u mlijeku ovaca skupine P2, hranjene krmnim smjesama s dodatkom 14 % PSB (59,78 mg/dL). Ta koncentracija bila je statistički značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na P1 skupinu, u kojoj je iznosila 49,59 mg/dL. Udio laktoze i suhe tvari bez masti tijekom cijelog istraživanja ostao je stabilan te nije bio pod utjecajem hranidbenog tretmana. Također, dodatak PSB u krmne smjese nije značajno ($P > 0,05$) utjecao na broj somatskih stanica i ukupni broj bakterija u ovčjem mlijeku.

Tablica 10. Osnovni kemijski sastav mlijeka ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	P-vrijednost
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
Mast, g/100g	33.	4,37	3,32	4,12	0,43	0,176
	66.	6,58 ^a	4,28 ^b	6,22 ^a	0,24	<0,001
Bjelančevine, g/100g	33.	5,41	5,04	5,33	0,09	0,169
	66.	5,51	5,43	5,54	0,08	0,866
Laktoza, g/100g	33.	4,96	4,93	4,91	0,06	0,815
	66.	4,79	4,87	4,70	0,03	0,057
Suha tvar bez masti, g/100g	33.	11,49	11,16	11,36	0,12	0,293
	66.	11,41	11,42	11,35	0,08	0,931
Urea, mg/dL	33.	39,25	36,37	35,40	1,40	0,363
	66.	58,05 ^a	49,59 ^b	59,78 ^a	1,56	0,011
Broj somatskih stanica, log. broj/mL	33.	5,01	4,60	4,95	0,08	0,273
	66.	5,03	4,74	5,10	0,02	0,110
Broj kolonija bakterija, log. broj/mL	33.	3,84	3,97	4,02	0,09	0,289
	66.	4,10	4,07	4,25	0,02	0,626

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

5.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav ovčjeg mlijeka

Profil masnih kiselina u mlijeku ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve analiziran je 33. i 66. dana istraživanja, a dobiveni rezultati prikazani su u Tablicama 11., 12. i 13.

Statistički značajna razlika ($P > 0,05$) u udjelu kratkolančane kaprinske kiseline (C10:0) u mlijeku ovaca P1 i P2 skupine nije utvrđena 33. dana istraživanja. Međutim, na kraju istraživanja utvrđeno je da u mlijeku ovaca P2 skupine utvrđen značajno veća ($P < 0,05$)

koncentracija kaprinske kiseline u mliječnoj masti (6,45 g/100 g) u usporedbi s P1 skupinom (4,70 g/100 g). Statistički značajna razlika ($P>0,05$) u koncentraciji kaprinske kiseline u mlijeku nije utvrđena između K i P1 skupine ovaca (5,38 : 4,70 g/100 g) te između K i P2 skupine (5,38 : 6,45 g/100 g).

Koncentracija srednjolančane undekanske masne kiseline (C11:0) u mlijeku ovaca P2 skupine je bila statistički značajno veća ($P<0,05$) u usporedbi s K i P1 skupinom 33. dana istraživanja (0,05 g/100 g : 0,03 g/100 g : 0,04 g/100 g). Na kraju istraživanja, odnosno 66. dana, utvrđena je statistički značajno veća koncentracija C11:0 masne kiseline u mlijeku ovaca P2 u odnosu na K skupinu (0,06 g/100 g : 0,04 g/100 g). Statistički značajna razlika ($P>0,05$) nije utvrđene između C11:0 u mlijeku ovaca K i P1 skupine te između mlijeka P1 i P2 skupine.

Na kraju istraživanja, najviša koncentracija laurinske kiseline (C12:0) utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (4,32 g/100 g) te je bila statistički značajno veća ($P<0,05$) u usporedbi s mlijekom P1 skupine (3,13 g/100 g). Statistički značajna razlika nije utvrđena u ovčjem mlijeku između K i P1 skupine (3,60 : 3,13 g/100 g) niti između K i P2 skupine ovaca (3,60 : 4,32 g/100 g).

Najveća koncentracija srednjolančane tridekanske masne kiseline (C13:0) utvrđena je u mlijeku ovaca P2 skupine 33. dana istraživanja i bila je statistički značajno veća ($P<0,05$) u odnosu na koncentraciju u mlijeku ovaca P1 i K skupina (0,09 : 0,074 : 0,07 g/100 g). Na kraju istraživanja, najveća koncentracija C13:0 kiseline također je utvrđena u mlijeku ovaca P2 skupine te je bila statistički značajno ($P<0,05$) veća u usporedbi s koncentracijom te masne kiseline u mlijeku ovaca P1 i K skupine.

Najveća koncentracija pentadekanske (C15:0) masne kiseline u mlijeku utvrđena je u ovaca P2 skupine 66. dana istraživanja. Njena koncentracija bila je statistički značajno veća ($P<0,05$) u usporedbi s P1 i K skupinom ovaca (1,63 : 1,29 : 1,20 g/100 g), dok između ovčjeg mlijeka K i P1 skupine utvrđena razlika nije bila statistički značajna. Utvrđena je značajno veća ($P<0,05$) koncentracija C16:0 u mlijeku ovaca P2 u odnosu na P1 skupinu 33. dana istraživanja.

Slično navedenom, najveća koncentracija heptadekanske (C17:0) masne kiseline u mlijeku utvrđena je u mlijeku P2 skupine ovaca 66. dana istraživanja. Koncentracija te masne kiseline bila je statistički značajno veća ($P<0,05$) u odnosu na ovčje mlijeko P1 i K skupine (1,16 : 0,89 : 0,85 g/100 g), dok između mlijeka K i P1 skupine utvrđena razlika nije bila statistički značajna.

Tablica 11. Koncentracija masnih kiselina (C6:0-C17:1; g/100g masnih kiselina) u mlijeku ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Masna kiselina	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
C6:0	33.	1,11	1,35	1,28	0,053	0,180
	66.	1,48	1,24	1,36	0,083	0,514
C8:0	33.	1,18	1,48	1,51	0,069	0,100
	66.	1,61	1,36	1,75	0,088	0,201
C10:0	33.	3,94	4,91	5,28	0,252	0,076
	66.	5,38 ^{ab}	4,70 ^b	6,45 ^a	0,290	0,041
C11:0	33.	0,03 ^b	0,04 ^{ab}	0,05 ^a	0,004	0,037
	66.	0,04 ^b	0,04 ^b	0,06 ^a	0,003	0,002
C12:0	33.	2,78	3,10	3,45	0,130	0,102
	66.	3,60 ^{ab}	3,13 ^b	4,32 ^a	0,157	0,004
C13:0	33.	0,07 ^b	0,074 ^{ab}	0,09 ^a	0,003	0,027
	66.	0,08 ^b	0,08 ^b	0,11 ^a	0,004	<0,001
C14:0	33.	9,52	10,29	10,48	0,302	0,405
	66.	11,26	10,51	11,50	0,246	0,239
C14:1 (<i>cis</i> -9)	33.	0,17	0,15	0,16	0,009	0,610
	66.	0,22	0,18	0,21	0,010	0,148
C15:0	33.	1,03	0,97	1,10	0,033	0,276
	66.	1,20 ^b	1,29 ^b	1,63 ^a	0,050	<0,001
C15:1 (<i>cis</i> -10)	33.	0,005	0,005	0,008	0,001	0,237
	66.	0,01	0,01	0,02	0,002	0,069
C16:0	33.	25,42 ^b	27,81 ^a	25,73 ^b	0,345	0,007
	66.	26,99	26,82	27,37	0,344	0,810
C17:0	33.	0,91	0,76	0,79	0,029	0,082
	66.	0,85 ^b	0,89 ^b	1,16 ^a	0,035	<0,001

C17:1 (<i>cis</i> -10)	33.	0,30 ^a	0,23 ^b	0,23 ^b	0,011	0,005
	66.	0,30 ^b	0,29 ^b	0,39 ^a	0,013	<0,001

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

Najveća koncentracija C17:1 (*cis*-10) masne kiseline u mlijeku utvrđena je u K skupini ovaca 33. dana istraživanja. Koncentracija te masne kiseline bila je statistički značajno veća ($P < 0,05$) u usporedbi onom utvrđenom u mlijeku ovaca P1 i P2 skupine (0,30 : 0,23 : 0,23 g/100 g), dok između mlijeka P1 i P2 skupine utvrđena razlika nije bila statistički značajna.

Na kraju istraživanja, najveća koncentracija C17:1 (*cis*-10) masne kiseline u ovčjem mlijeku utvrđena je u P2 skupini te je bila statistički značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na P1 i K skupinu (0,39 : 0,29 : 0,30 g/100 g). Između K i P1 skupine ovaca nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Utvrđen je statistički značajan utjecaj hranidbe ovaca sjemenkama bundeve na koncentraciju stearinske masne kiseline (C18:0) u mlijeku istraživanih ovaca. Najveća koncentracija stearinske kiseline (16,44 g/100 g) zabilježena je u mlijeku ovaca P2 skupini 33. dana istraživanja. Ta vrijednost bila je statistički značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na ovčje mlijeko P1 skupine, čija je koncentracija bila 13,55 g/100 g. Na kraju istraživanja (66. dan), najniža koncentracija stearinske kiseline utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (11,42 g/100 g), što je statistički značajno niže ($P < 0,05$) u odnosu na P1 skupinu (14,53 g/100 g). Statistička značajnost u koncentraciji stearinske kiseline u mlijeku nije utvrđena između kontrolne i pokusnih skupina ovaca.

Najviša koncentracija oleinske kiseline (C18:1 (*cis*-9); 31,70 g/100 g) utvrđena je u mlijeku ovaca K skupine 33. dana istraživanja. Navedena vrijednost bila je statistički značajno viša ($P < 0,05$) u usporedbi s koncentracijom te masne kiseline u mlijeku ovaca P1 skupine (25,08 g/100 g). Nije utvrđena statistička značajnost ($P > 0,05$) u koncentraciji oleinske kiseline u mlijeku između K i P2 te P1 i P2 skupine.

Na kraju istraživanja (66.dan) utvrđeno je statistički ($P < 0,05$) značajno povećanje višestruko nezasićene linoleladinske kiseline C18:2 (*trans*-9,12) u ovčjem mlijeku P1 i P2 skupine u odnosu na K skupinu (0,06 : 0,06 : 0,04 g/100 g).

Tablica 12. Koncentracija masnih kiselina (C18:0-C22:0; g/100g masnih kiselina) u mlijeku ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Masna kiselina	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
C18:0	33.	15,91 ^{ab}	13,55 ^b	16,44 ^a	0,498	0,037
	66.	12,97 ^{ab}	14,53 ^a	11,42 ^b	0,385	0,002
C18:1 (<i>trans</i> -9)	33.	0,42	0,61	0,66	0,143	0,787
	66.	0,44	0,19	0,15	0,117	0,546
C18:1 (<i>cis</i> -9)	33.	31,70 ^a	25,08 ^b	27,60 ^{ab}	0,876	0,005
	66.	26,99	28,54	25,30	0,682	0,153
C18:2 (<i>trans</i> -9,12)	33.	0,16	0,05	0,03	0,026	0,089
	66.	0,04 ^b	0,06 ^a	0,06 ^a	0,003	0,008
C18:2 (<i>cis</i> -9,12)	33.	0,24	0,15	0,17	0,018	0,079
	66.	0,18	0,14	0,16	0,007	0,151
C20:0	33.	0,44 ^{ab}	0,39 ^b	0,47 ^a	0,013	0,020
	66.	0,46	0,48	0,51	0,013	0,327
C18:3 (<i>cis</i> -6,9,12)	33.	0,09	0,07	0,17	0,022	0,136
	66.	0,08 ^a	0,05 ^b	0,06 ^{ab}	0,005	0,020
C20:1 (<i>cis</i> -11)	33.	0,05 ^b	0,05 ^b	0,09 ^a	0,008	0,020
	66.	0,06	0,06	0,06	0,003	0,904
C18:3 (<i>cis</i> -9,12,15)	33.	0,82	0,78	0,70	0,043	0,576
	66.	1,10	0,92	1,17	0,045	0,065
C21:0	33.	0,96	0,60	0,61	0,038	<0,001
	66.	0,90 ^a	0,83 ^{ab}	0,71 ^b	0,030	0,027
C20:2 (<i>cis</i> -11,14)	33.	0,07 ^a	0,05 ^b	0,05 ^b	0,004	0,020
	66.	0,04	0,04	0,05	0,003	0,421
C22:0	33.	0,19	0,20	0,200	0,007	0,922
	66.	0,28 ^b	0,35 ^{ab}	0,38 ^a	0,018	0,048

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

Najviša koncentracija arahidne kiseline (C20:0) utvrđena je u mlijeku ovaca P2 skupine na početku istraživanja (0,47 g/100 g), koja je bila statistički značajno viša u usporedbi s lijekom ovaca P1 skupine (0,39 g/100 g).

Koncentracija γ -linolenske kiseline (C18:3, *cis*-6,9,12) bila je statistički značajno niža ($P < 0,05$) u ovčjem mlijeku P1 skupine (0,05 g/100 g) u usporedbi s K skupinom na kraju istraživanja (66. dan), kada je bila 0,08 g/100 g.

Najviša koncentracija eikozenoinske kiseline C20:1 (*cis*-11) 33. dana istraživanja utvrđena je u mlijeku ovaca P2 skupine (0,09 g/100 g). Ta je vrijednost bila statistički značajno ($P < 0,05$) viša u usporedbi s koncentracijom navedene masne kiseline u mlijeku P1 i K skupine ovaca (0,05 g/100 g).

Najviša koncentracija henikozanske kiseline (C21:0) utvrđena je u ovčjem mlijeku K skupine (0,90 g/100 g) na kraju istraživanja. Ta je vrijednost bila statistički značajno viša ($P < 0,05$) u usporedbi s P2 skupinom, čija je koncentracija bila 0,71 g/100 g.

Najviša koncentracija eikosadienoinske kiseline (C20:2, *cis*-11,14) utvrđena je u ovčjem mlijeku K skupine (0,07 g/100 g) 33. dana istraživanja. Ta je vrijednost bila statistički značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na vrijednosti utvrđene u ovčjem mlijeku P1 i P2 skupine (0,05 g/100 g).

Na kraju istraživanja (66. dan), najviša koncentracija dokosanoidne kiseline (C22:0) utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (0,38 g/100 g). Navedeno je bilo statistički značajno viša ($P < 0,05$) u usporedbi s koncentracijom te masne kiseline u ovčjem mlijeku K skupine (0,28 g/100 g).

Također, na kraju istraživanja, najviša koncentracija eikosatrienoinske kiseline utvrđena je u ovčjem ovaca P2 skupine (0,06 g/100 g), što je bilo statistički značajno više ($P < 0,05$) u usporedbi s ovčjim mlijekom P1 i K skupine (0,02 i 0,03 g/100 g).

Na kraju istraživanja, statistički značajno niža ($P < 0,05$) koncentracija arahidonske kiseline (C20:4, *cis*-5,8,11,14) utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (0,01 g/100 g) u odnosu na u K skupinu (0,07 g/100 g). Također, koncentracija navedene kiseline u ovčjem mlijeku P1 skupine (0,02 g/100 g) bila je statistički značajno niža ($P < 0,05$) u usporedbi s K skupinom.

Najviša i statistički značajna razlika ($P < 0,05$) koncentracije trikosanoinske kiseline (C23:0) utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (0,52 g/100 g) u usporedbi s ovčjim mlijekom P1 i K skupine, čije su koncentracije bile 0,36 g/100 g i 0,27 g/100 g.

Na kraju istraživanja, najviša koncentracija dugolančane 13,16-dokosadienoinske (C22:2, *cis*-13,16) kiseline utvrđena je u ovčjem mlijeku P1 skupine (0,09 g/100 g). Navedena koncentracija bila je statistički značajno viša ($P < 0,05$) u usporedbi s koncentracijom iste kiseline u K i P1 skupinama (0,05 i 0,01 g/100 g).

Na kraju istraživanja, najviša koncentracija metil estera eikosapentaenske kiseline (C20:5, *cis*-5,8,11,14,17) utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (0,09 g/100 g). Ta je koncentracija bila statistički značajno ($P < 0,05$) viša u usporedbi s koncentracijom u K skupine (0,06 g/100 g).

Statistički značajno ($P < 0,05$) niža koncentracija nervonske kiseline (C24:1, *cis*-15) utvrđena je u ovčjem mlijeku K skupine (0,02 g/100 g) u usporedbi s ovčjim mlijekom P1 i P2 skupine, gdje je koncentracija bila 0,03 g/100 g 33. dana istraživanja.

Statistički značajno ($P < 0,05$) viša koncentracija dokosaheksaenske kiseline C22:6 (*cis*-4,7,10,13,16,19) utvrđena je u ovčjem mlijeku P2 skupine (0,08 g/100 g) na kraju istraživanja, u usporedbi s mlijekom P1 i K skupine u kojem je bila 0,06 g/100 g.

Tablica 13. Koncentracija masnih kiselina (C20:3-C22:6; g/100g masnih kiselina) u mlijeku ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Masna kiselina	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
C20:3 (<i>cis</i> -8,11,14)	33.	0,08	0,05	0,07	0,006	0,169
	66.	0,06	0,06	0,06	0,003	0,990
C20:3 (<i>cis</i> -11,14,17)	33.	0,03	0,03	0,04	0,006	0,365
	66.	0,03 ^b	0,02 ^b	0,06 ^a	0,005	0,001
C22:1 (<i>cis</i> -13)	33.	0,02	0,02	0,03	0,003	0,445
	66.	0,02	0,02	0,04	0,004	0,058
C20:4 (<i>cis</i> -5,8,11,14)	33.	0,09	0,08	0,07	0,007	0,660
	66.	0,07 ^a	0,02 ^b	0,01 ^b	0,008	0,004
C23:0	33.	0,20	0,22	0,23	0,009	0,245
	66.	0,27 ^c	0,36 ^b	0,52 ^a	0,024	<0,001

C22:2 (cis-13,16)	33.	0,05	0,05	0,06	0,009	0,855
	66.	0,05 ^b	0,09 ^a	0,10 ^c	0,006	0,003
C24:0	33.	0,07	0,08	0,09	0,005	0,210
	66.	0,08	0,12	0,14	0,008	<0,001
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	33.	0,06	0,07	0,06	0,004	0,406
	66.	0,06 ^b	0,07 ^{ab}	0,09 ^a	0,004	0,029
C24:1 (cis-15)	33.	0,02 ^b	0,03 ^a	0,03 ^a	0,002	0,014
	66.	0,03	0,04	0,06	0,003	0,014
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	33.	0,06	0,07	0,07	0,005	0,743
	66.	0,06 ^b	0,06 ^b	0,08 ^a	0,003	<0,001
SCFA	33.	1,84	2,17	2,28	0,093	0,144
	66.	2,43	2,09	2,61	0,120	0,199
MCFA	33.	3,72	3,77	3,90	0,120	0,817
	66.	4,19 ^{ab}	4,05 ^b	4,40 ^a	0,059	0,046
LCFA	33.	2,35 ^a	1,92 ^b	2,18 ^{ab}	0,060	0,009
	66.	2,01 ^{ab}	2,14 ^a	1,87 ^b	0,044	0,039
SFA	33.	64,91 ^b	71,70 ^a	68,87 ^{ab}	0,646	0,006
	66.	68,69	67,76	70,24	0,646	0,296
UFA	33.	35,09 ^a	28,30 ^b	31,13 ^{ab}	0,646	0,006
	66.	31,31	32,24	29,77	0,646	0,296
PUFA	33.	1,74	1,43	1,49	0,062	0,271
	66.	1,76	1,54	1,89	0,062	0,059
MUFA	33.	33,35 ^a	26,88 ^b	29,64 ^{ab}	0,646	0,006
	66.	29,55	30,71	27,87	0,646	0,202

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, SCFA-kratkolančane masne kiseline, MCFA-srednjelančane masne kiseline, LCFA-dugolančane masne kiseline, SFA – zasićene masne kiseline, UFA – nezasićene masne kiseline, PUFA – polinezasićene masne kiseline, MUFA – mononezasićene masne kiseline, ^{a,b} - P<0,05

U ovčjem mlijeku P2 skupine utvrđena je viša (P<0,05) koncentracija srednjelančanih masnih kiselina (MCFA) u odnosu na mlijeko P1 skupine, dok u odnosu na mlijeko K skupine

nije utvrđena statistički značajna razlika 66. dana istraživanja. Niža koncentracija ($P < 0,05$) dugolančanih masnih kiselina (LCFA) utvrđena je u mlijeku P1 skupine u odnosu na mlijeko K skupine 33. dana istraživanja. Značajno povećanje ($P < 0,05$) utvrđeno je 66. dana istraživanja u mlijeku P1 u odnosu na mlijeko P2 skupine ovaca. Statistički značajna ($P < 0,05$) viša koncentracija zasićenih masnih kiselina (SFA) u mlijeku P2 skupine ovaca (71,70 g/100 g) u usporedbi s mlijekom K skupine (64,91 g/100 g) utvrđena je 33. dana istraživanja.

Također, najviša koncentracija nezasićenih masnih kiselina (UFA) 33. dana istraživanja zabilježena je u ovčjem mlijeku K skupine (35,09 g/100 g), a ta vrijednost bila je statistički značajno viša u odnosu na koncentraciju UFA u ovčjem mlijeku P1 skupine (28,30 g/100 g).

Najviša koncentracija mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) utvrđena je u ovčjem mlijeku K skupine 33. dana istraživanja (33,35 g/100 g). U usporedbi s ovčjim mlijekom K skupine, statistički značajno niža koncentracija MUFA zabilježena je u mlijeku P1 skupine 33. dana (26,88 g/100 g).

5.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil ovaca

5.4.1. Hematološki pokazatelji ovaca

Zamjenom soje s PSB u krmnim smjesama nije utvrđen statistički značajan utjecaj na vrijednosti hematoloških pokazatelja tijekom istraživanja (Tablica 14.), uključujući broj leukocita i eritrocita, sadržaj hemoglobina, vrijednosti hematokrita, kao ni srednji korpuskularni volumen (MCV), srednji korpuskularni hemoglobin (MCH) i srednju koncentraciju korpuskularnog hemoglobina (MCHC). Također, nije utvrđena značajna razlika ni u broju trombocita. Te vrijednosti bile su postojane tijekom cijelog razdoblja istraživanja, odnosno 1., 33. i 66. dana uzorkovanja istraživanja.

Analizom tablice 14 možemo vidjeti da je ukupan broj eritrocita ostao unutar referentnih vrijednosti za sve skupine ovaca, osim u P2 skupine 66. dana istraživanja, gdje su zabilježene neznatno niže vrijednosti. Ukupan broj leukocita bio je neznatno viši u K skupini ovaca na kraju istraživanja (66. dan), kao i u pokusnoj P1 skupini ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB (7 %) 1. dan istraživanja. Sadržaj hemoglobina i hematokrita u punoj krvi ovaca nije pokazao značajne razlike između skupina hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i

kontrolne skupine tijekom istraživanih razdoblja. Eritrocitne konstante, uključujući srednji korpuskularni volumen (MCV), srednji korpuskularni hemoglobin (MCH) i srednju koncentraciju korpuskularnog hemoglobina (MCHC), također nisu pokazale značajne razlike između skupina. Ipak, vrijednost MCHC bila je niža od referentnih vrijednosti.

Tablica 14. Hematološki pokazatelji u krvi ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
WBC, x 10 ⁹ /L	1.	11,85	12,20	8,89	0,65	0,071	4-12
	33.	8,55	10,91	7,87	1,03	0,464	
	66.	14,48	11,73	8,81	1,94	0,496	
RBC, x 10 ¹² /L	1.	10,13	10,18	9,19	0,20	0,067	9-15
	33.	9,18	9,74	9,06	0,40	0,765	
	66.	9,87	9,83	8,97	0,39	0,579	
HGB, g/L	1.	113,50	116,25	104,17	2,25	0,067	90-150
	33.	101,92	109,58	102,42	4,45	0,744	
	66.	111,67	109,18	101,92	4,78	0,694	
HCT, L/L	1.	0,45	0,46	0,40	0,01	0,051	0,27-0,45
	33.	0,38	0,38	0,39	0,01	0,817	
	66.	0,41	0,43	0,38	0,02	0,627	
MCV, fL	1.	43,70	44,86	43,93	0,44	0,548	28-40
	33.	41,83	43,80	42,75	0,48	0,246	
	66.	41,06	42,85	41,82	0,51	0,375	
MCH, pg	1.	11,23	11,41	11,35	0,09	0,703	8-12
	33.	11,13	11,25	11,32	0,10	0,730	
	66.	11,26	11,09	11,43	0,14	0,626	
MCHC, g/L	1.	257,17	253,50	260,75	3,70	0,738	310-340
	33.	267,00	254,82	267,67	4,72	0,481	

	66.	275,25	259,73	276,58	5,92	0,458	
PLT, x 10 ⁹ /L	1.	355,50	261,25	289,83	23,45	0,249	250-750
	33.	302,50	229,67	245,42	21,89	0,371	
	66.	309,83	243,00	218,33	26,42	0,344	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, WBC - leukociti,¹ Morris i sur (2002.a,b), WBC – leukociti, RBC - eritrociti, HGB - hemoglobin, HCT - hematokrit; MCV - prosječni volumen eritrocita, MCH - prosječna količina hemoglobina u eritrocitima, MCHC - prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima, PLT - trombociti

Tablica 15. Diferencijalna krvna slika ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Udio, %	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
Limfociti	1.	49,08	52,25	49,42	1,437	0,627	50-75
	33.	55,92 ^{ab}	57,67 ^a	48,00 ^b	1,671	0,037	
	66.	60,00	49,91	55,83	2,320	0,214	
Segmentirani neutrofili	1.	41,58	39,25	41,75	1,279	0,684	10-50
	33.	35,25 ^{ab}	33,75 ^b	44,00 ^a	1,636	0,017	
	66.	32,83	30,64	36,83	1,756	0,357	
Eozinofili	1.	4,42	3,25	4,67	0,525	0,514	1-8
	33.	5,08	4,75	5,17	0,451	0,927	
	66.	3,00	5,18	3,50	0,471	0,149	
Bazofili	1.	1,75	1,92	1,83	0,241	0,963	0-1
	33.	1,08	1,33	1,25	0,204	0,884	
	66.	1,42	2,36	1,67	0,295	0,420	
Monociti	1.	3,17	3,33	2,33	0,374	0,517	0-4
	33.	2,67	2,50	1,58	0,364	0,437	
	66.	2,75	2,82	2,17	0,321	0,671	

Mean – srednja vrijednost, SEM – standardna pogreška srednje vrijednosti, K– kontrolna skupina, P1– pokusna skupina 7 % PSB, P2 – pokusna skupina 14 % PSB, ¹Latimer i sur. (2003), ^{a,b} – P<0,05.

Analizom diferencijalne krvne slike ovaca (Tablica 15.) nisu utvrđene značajne promjene navedenih udjela ovisno o hranidbenom tretmanu, osim značajno većeg udjela limfocita u P1 skupini za razliku od P2 skupine i suprotnog udjela segmentiranih neutrofila.

5.4.2. Biokemijski pokazatelji u krvi ovaca

5.4.2.1. Minerali u krvi ovaca

Koncentracija magnezija (Mg), kalcija (Ca), anorganskog fosfora (P) i željeza (Fe) u serumu ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB prikazana je u tablici 16.

Tablica 16. Koncentracije minerala u krvi ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
Mg, mmol/L	1.	1,18	1,09	1,09	0,02	0,155	0,9-1,31
	33.	1,19 ^a	0,92 ^c	1,06 ^b	0,02	<0,001	
	66.	1,15 ^a	0,98 ^b	1,11 ^{ab}	0,03	0,044	
Ca, mmol/L	1.	2,39	2,32	2,40	0,03	0,595	2,88-3,20
	33.	2,43	2,45	2,57	0,04	0,230	
	66.	2,49	2,21	2,47	0,08	0,295	
P-anorganski, mmol/L	1.	1,78	1,78	1,63	0,08	0,669	1,62-2,36
	33.	2,06	2,36	1,86	0,13	0,307	
	66.	1,83 ^{ab}	2,54 ^a	1,56 ^b	0,17	0,036	
Fe, µmol/L	1.	21,54	21,05	19,98	0,79	0,725	29,7-39,7
	33.	17,01	16,87	14,40	0,77	0,302	
	66.	16,16	16,93	16,58	0,70	0,914	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ¹Kaneko i sur., (2008.) Mg - magnezij, Ca - kalcij, P – fosfor-anorganski, Fe – željezo, ^{a,b,c}- P<0.05

Nije utvrđena statistički značajna razlika u koncentraciji kalcija i željeza između istraživanih skupina ovaca 1., 33. i 66. dana istraživanja. Međutim, koncentracije kalcija i željeza bile su ispod referentnih vrijednosti tijekom cijelog istraživanog razdoblja.

Najveća koncentracija magnezija (Mg) od 1,19 mmol/L utvrđena je u serumu K skupine ovaca 33. dana istraživanja, što je bilo statistički značajno više ($P < 0,05$) u usporedbi s P1 (0,92 mmol/L) i P2 skupinom (1,06 mmol/L). Statistički značajne razlike zabilježene su i između skupina P1 i P2 skupine (0,92 mmol/L : 1,06 mmol/L). Također, 66. dana istraživanja, najveća koncentracija magnezija (1,15 mmol/L) utvrđena je u serumu K skupine ovaca, što je bilo statistički značajno više ($P < 0,05$) u odnosu na P1 skupinu (0,98 mmol/L). Statistički značajna razlika nije utvrđena između K i P2 skupine, kao niti između P1 i P2 skupine ovaca. Koncentracije magnezija bile su unutar referentnih vrijednosti tijekom cijelog istraživanog razdoblja.

Najveća koncentracija anorganskog fosfora (2,54 mmol/L) zabilježena je u P1 skupini ovaca hranjenih krmnom smjesom s dodatkom 7 % PSB, što je bilo statistički značajno više ($P < 0,05$) u usporedbi s P2 skupinom hranjenom krmnom smjesom s dodatkom 14 % PSB (1,56 mmol/L). Statistički značajne razlike nisu utvrđene između ovaca K, P1 i P2 skupine.

5.4.2.2. Metaboliti u krvi ovaca

U tablici 17. prikazane su utvrđene koncentracije metabolita u krvnom serumu ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve.

Iz tablice 17. je vidljivo da je dodatak PSB (14 %) u skupini ovaca P2 statistički značajno utjecao na povećanje koncentraciju glukoze ($P < 0,05$) na kraju istraživanja (66. dan) u odnosu na K ovaca hranjenih smjesom bez dodatka PSB (4,07 : 3,18 mmol/L).

Statistički značajno manja koncentracija ureje ($P < 0,05$) utvrđena je u skupini ovaca P1, gdje su ovce hranjene krmnom smjesom sa 7 % PSB. Koncentracija ureje u krvi ovaca P1 skupine bila je 7,68 mmol/L, što je značajno manje u usporedbi s K skupinom ovaca hranjenih smjesom bez dodatka PSB (9,34 mmol/L) na 66. dan istraživanja.

Tablica 17. Koncentracije metabolita u krvi ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
GUK, mmol/L	1.	4,11	3,68	3,71	0,09	0,080	2,78-4,44
	33.	3,86	3,89	4,05	0,09	0,658	
	66.	3,18 ^b	3,58 ^{ab}	4,07 ^a	0,10	<0,001	
UREA, mmol/L	1.	4,69	4,87	5,34	0,18	0,300	2,86-7,14
	33.	8,11	7,64	7,59	0,14	0,270	
	66.	9,34 ^a	7,68 ^b	8,04 ^{ab}	0,24	0,010	
Ukupni protein, g/L	1.	73,31	68,22	70,13	0,95	0,089	60-79
	33.	76,24	72,58	76,24	1,07	0,284	
	66.	79,25	76,62	78,03	1,02	0,592	
ALB, g/L	1.	30,09	29,28	29,03	0,32	0,388	24-30
	33.	31,30	30,50	31,84	0,32	0,224	
	66.	31,45	31,82	32,59	0,36	0,435	
Kolesterol, mmol/L	1.	2,52	2,22	2,42	0,09	0,412	1,35-1,97
	33.	2,21	2,14	2,09	0,08	0,816	
	66.	1,97	1,98	1,87	0,06	0,711	
Trigliceridi, mmol/L	1.	0,21	0,16	0,19	0,01	0,085	0,06-0,34 ²
	33.	0,22	0,28	0,27	0,02	0,591	
	66.	0,17	0,17	0,19	0,01	0,464	
HDL, g/L	1.	1,62	1,44	1,53	0,06	0,447	0,98-1,09 ³
	33.	1,51	1,43	1,41	0,05	0,658	
	66.	1,31	1,41	1,21	0,04	0,228	
LDL, g/L	1.	0,81	0,71	0,80	0,04	0,543	0,40-0,73 ³
	33.	0,60	0,58	0,55	0,03	0,841	
	66.	0,58	0,68	0,57	0,03	0,386	
NEFA, mmol/L	1.	0,24	0,38	0,34	0,04	0,409	0,2 – 0,6
	33.	0,16 ^a	0,15 ^a	0,05 ^b	0,02	0,010	
	66.	0,07	0,11	0,12	0,01	0,308	

BHB, mmol/L	1.	0,51	0,66	0,69	0,04	0,143	0,1 – 1,0
	33.	0,50 ^b	0,63 ^a	0,51 ^{ab}	0,02	0,031	
	66.	0,46	0,50	0,41	0,02	0,113	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB,¹ Kaneko i sur., (2008.),² Caldeira i sur., (2007.),³ Antunović i sur., (2011.a,b), GUK - glukoza u krvi, ALB - albumin, HDL – lipoproteini velike gustoće, LDL – lipoproteini niske gustoće, NEFA – neesterificirane masne kiseline, BHB – beta hidroksimaslačna kiselina, GPx = glutathion peroksidaza, ^{a,b} - P<0,05

Koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u krvi ovaca bila je statistički značajno niža ($P < 0,05$) u P2 u usporedbi s ovcima K skupine (0,05 : 0,16 mmol/L). Također je utvrđena statistički značajna razlika koncentracija ureje između skupine ovaca P1 i P2 (0,15 : 0,05 mmol/L) 33. dan istraživanja.

Najviša koncentracija beta-hidroksibutirata (BHB) utvrđena je u P1 skupini (0,63 mmol/L) te je bila statistički značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu (0,50 mmol/L) 33. dana istraživanja. Nasuprot tome, koncentracija BHB u P2 skupini ovaca (0,51 mmol/L) nije se značajno razlikovala od K skupine istoga dana istraživanja.

Utvrđene vrijednosti ostalih metabolita, pokazatelja energetskeg statusa ovaca, poput koncentracija ukupnih bjelančevina, albumina, kolesterola, triglicerida, HDL-a i LDL-a nisu bile statistički značajne s obzirom na hranidbeni tretman.

5.4.2.3. Enzimi u krvi ovaca

U tablici 18. prikazana je aktivnost enzima aspartat aminotransferaze (AST), alanin aminotransferaze (ALT), alkalne fosfataze (ALP), gama-glutamil transferaze (GGT), kreatin kinaze (CK) i glutathion-peroksidaze (GPx) u krvi ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve tijekom predmetnog istraživanja.

Tablica 18. Aktivnosti enzima u krvi ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Enzim, U/L	Dani	Skupina			SEM	P – vrijednost	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			

		Mean	Mean	Mean			
AST	1.	161,27	161,72	165,79	6,34	0,953	60-280
	33.	167,44 ^a	157,24 ^{ab}	137,52 ^b	5,12	0,048	
	66.	145,72	154,34	138,10	4,49	0,334	
ALT	1.	22,12	18,26	19,28	0,98	0,254	11-40
	33.	23,98	20,33	23,11	0,88	0,211	
	66.	23,26	23,35	22,72	1,07	0,968	
ALP	1.	133,74	125,52	109,08	11,57	0,688	88-279
	33.	146,47	158,17	167,01	15,86	0,875	
	66.	151,97	142,48	115,11	14,15	0,557	
GGT	1.	90,97	69,38	67,85	4,25	0,050	15-60
	33.	84,81 ^a	71,03 ^b	77,73 ^{ab}	2,38	0,056	
	66.	76,37	75,03	68,61	1,91	0,210	
CK	1.	128,64	136,50	171,58	13,36	0,387	100-584
	33.	107,67	107,67	97,25	3,87	0,460	
	66.	99,73	100,17	109,00	4,39	0,633	
GPx	1.	142,96	140,97	161,99	5,99	0,295	100-400 ²
	33.	216,31	251,60	282,24	21,65	0,474	
	66.	295,84	296,16	297,88	14,85	0,998	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ¹Kaneko i sur. (2008.), ²Suttle (2010.), AST – aspartat aminotransferaza, ALT – alanin aminotransferaza, ALP – alkalna fosfataza, GGT – gama glutamiltransferaza, CK – kreatinin kinaza, GPx- glutathion-peroksidaza, ^{a,b} - P<0,05

Iz podataka prikazanih u tablici 18 vidljiva je statistički značajno (P<0,05) niža aktivnost AST (137,52 U/L) utvrđena u skupini P2 ovaca hranjenih krmnom smjesom s 14 % PSB u usporedbi s ovcima K skupine (167,44 U/L) 33. dana istraživanja. Međutim, između K i P1 skupine (167,44 U/L : 157,24 U/L), kao i između skupine P1 i P2 nisu utvrđene statistički značajne razlike navedenih pokazatelja (P>0,05). Hranidba ovaca P1 skupine rezultirala je statistički značajno (P<0,05) nižom aktivnošću GGT (71,03 U/L) u ovaca P1skupine u odnosu na K skupinu (84,81 U/L). Između K i P2 skupina te između P1 i P2 skupina ovaca nisu utvrđene

statistički značajne razlike ($P>0,05$). Dodavanje PSB u krmne smjese nije značajno utjecalo na aktivnost ostalih jetrenih enzima u krvi ovaca, uključujući ALT, ALP i CK, kao niti na aktivnost antioksidacijskog enzima GPx. Aktivnosti AST, ALT, ALP, CK i GPx su bile unutar referentnih vrijednosti, dok je aktivnost GGT bila neznatno viša u odnosu na referentne vrijednosti prema Kaneko i sur. (2008.).

5.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike janjadi

5.5.1. Proizvodna svojstva janjadi

U tablici 19. prikazana su proizvodna svojstva istraživane janjadi.

Tablica 19. Proizvodna svojstva janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Skupina			SEM	P-vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
Tjelesna masa, kg					
1. dan	13,40	13,14	13,01	0,58	0,964
33. dan	21,14	22,23	22,00	0,83	0,859
66. dan	31,63	33,03	32,05	1,05	0,862
Dnevni prirast, g					
Od 1. do 33. dana	234,59	275,20	272,47	15,58	0,506
Od 33. do 66. dana	317,68	327,27	304,55	14,62	0,824
Od 1. do 66. dana	276,14	301,23	288,51	10,27	0,621

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB

Nije utvrđen statistički značajan utjecaj hranidbenog tretmana na tjelesnu masu janjadi tijekom cijelog razdoblja istraživanja. Međutim, zapaženo je da je u janjadi pokusnih skupina (P1 i P2) utvrđena neznatno veća prosječna tjelesna masa u odnosu na janjad kontrolne (K)

skupine, i to 33. dana istraživanja (22,23 kg : 22,00 kg : 21,14 kg) te 66. dana istraživanja (33,03 kg : 32,05 kg : 31,63 kg). Sličan trend uočen je i u vrijednostima dnevnog prirasta koji su tijekom cijelog istraživanja bili neznatno veći u P1 i P2 skupinama janjadi, iako razlike nisu bile statistički značajne ($P \geq 0,506$).

5.5.2. Eksterijerne odlike janjadi

U tablici 20 prikazane su eksterijerne odlike janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) u usporedbi s kontrolnom skupinom.

Tablica 20. Eksterijerne odlike janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Eksterijerna odlika, cm	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>
		K	P1	P2		
		Mean	Mean	Mean		
Visina grebena	1.	39,75	39,82	39,92	0,61	0,994
	33.	53,58	50,96	49,83	0,83	0,170
	66.	49,29	50,63	48,29	0,60	0,292
Dužina trupa	1.	45,38	43,92	45,13	0,81	0,745
	33.	49,38	52,42	50,71	0,71	0,224
	66.	57,38	59,71	58,46	0,83	0,529
Dubina prsa	1.	14,75	14,13	14,08	0,33	0,669
	33.	17,63	18,54	16,96	0,38	0,231
	66.	20,13	20,79	20,63	0,30	0,644
Širina prsa	1.	10,04	9,54	9,77	0,32	0,832
	33.	13,46	13,29	13,50	0,31	0,961
	66.	16,25	15,79	15,79	0,73	0,813
Opseg prsa	1.	54,42	52,08	52,92	0,84	0,527
	33.	64,17	63,96	65,58	0,83	0,696
	66.	74,17	73,83	73,83	0,73	0,979

Opseg trupa ispred buta	1.	52,42	53,42	52,42	1,14	0,923
	33.	64,67	64,46	66,42	1,00	0,692
	66.	74,83	76,00	78,25	0,94	0,330
Dužina buta	1.	21,04	21,13	21,83	0,33	0,579
	33.	25,00	24,50	24,21	0,26	0,477
	66.	26,16	28,00	26,00	0,53	0,235
Opseg buta	1.	33,92	31,08	32,33	0,67	0,232
	33.	35,17 ^{ab}	33,25 ^b	37,17 ^a	0,66	0,049
	66.	39,58	41,08	41,92	0,67	0,362
Opseg cjevanice, cm	1.	7,96	7,62	7,67	0,09	0,273
	33.	8,71	8,17	8,42	0,10	0,074
	66.	8,42	8,29	8,46	0,08	0,703

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

U P2 skupini janjadi utvrđen je statistički značajno ($P < 0,05$) veći opseg buta (37,17 cm) u usporedbi s janjadi P1 skupine (33,25 cm) 33. dana istraživanja. Nije utvrđena statistički značajna razlika ($P > 0,05$) između razvijenosti buta janjadi skupine K i janjadi P1 i P2 skupina janjadi.

Eksterijerne odlike janjadi, uključujući visinu grebena, dužinu trupa, dubinu prsa, širinu prsa, opseg prsa, opseg trupa ispred buta, dužinu buta i opseg cjevanice, nisu se statistički značajno razlikovale između istraživanih skupina janjadi 1., 33. i 66. dana istraživanja.

Na osnovi tjelesnih mjera janjadi izračunati su indeksi tjelesne razvijenosti i to indeksi anamorfoznosti (IA), indeks tjelesne kompaktnosti (ITKO), indeks mišićavosti (IM), indeks tjelesnih proporcija (ITP), indeks prsa (IP), indeks širine prsa (IŠP), i indeks dužine nogu (IDN) te je utvrđen indeks tjelesne kondicije (ITK). U tablici 21. prikazani su indeksi tjelesne razvijenosti janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve.

Tablica 21. Indeksi tjelesne razvijenosti janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Indeks	Dani	Skupina	SEM	
--------	------	---------	-----	--

		K	P1	P2		<i>P – vrijednost</i>
		Mean	Mean	Mean		
Indeks tjelesne kondicije (ITK)	1.	3,83	3,70	3,63	0,07	0,519
	33.	3,79	3,78	3,85	0,60	0,875
	66.	3,71	3,80	3,62	0,06	0,411
Indeks anamorfoznosti (IA)	1.	74,73	68,57	70,45	1,65	0,302
	33.	77,44	81,00	87,01	2,05	0,156
	66.	112,04	107,96	113,14	1,72	0,445
Indeks tjelesne kompaktnosti (ITKO)	1.	120,38	118,84	117,82	1,33	0,742
	33.	130,12 ^a	122,05 ^b	129,93 ^{ab}	1,44	0,028
	66.	129,81	124,10	126,62	1,35	0,227
Indeks mišićavosti (IM)	1.	137,32	131,11	132,72	1,59	0,263
	33.	120,48	126,09	132,49	2,18	0,075
	66.	151,05	145,93	153,15	1,45	0,109
Indeks tjelesnih proporcija (ITP)	1.	33,60	32,57	32,27	1,19	0,898
	33.	39,60	43,26	44,10	1,43	0,406
	66.	64,06	64,63	66,12	1,60	0,870
Indeks prsa (IP)	1.	68,09	68,25	69,01	1,82	0,977
	33.	76,76	71,62	80,80	1,85	0,125
	66.	80,72	76,06	76,96	1,48	0,408
Indeks širine prsa (IŠP)	1.	25,23	23,91	24,33	0,67	0,727
	33.	25,31	26,04	27,15	0,58	0,442
	66.	33,06	31,15	32,69	0,58	0,376
Indeks dužine nogu (IDN)	1.	0,63	0,65	0,65	0,01	0,391
	33.	0,67	0,64	0,66	0,01	0,083
	66.	0,59	0,59	0,57	0,01	0,377

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

Dodatak pogače sjemenki bundeve (7 %) u krmnu smjesu janjadi P1 skupine rezultirao je statistički značajnim smanjenjem ITKO (122,05; $P < 0,05$) u odnosu na janjad K skupine

(130,12) 33. dan istraživanja. Utvrđena razlika nije bila statistički značajna ($P>0,05$) između K i P2 skupine janjadi, niti između janjadi P1 i P2 skupine.

Preostali izračunati indeksi tjelesne razvijenosti janjadi, uključujući ITK, IA, IM, ITP), IP, IŠP i IDN nisu se značajno razlikovali ovisno o hranidbenom tretmanu tijekom 1., 33. i 66. dana istraživanja.

5.5.3. Klaonički pokazatelji janjadi

U predmetnom istraživanju analizirani su klaonički pokazatelji janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve, a rezultati su prikazani u tablici 22.

Tablica 22. Klaonička svojstva janjadi

Pokazatelj	Skupina			SEM	<i>P</i> – vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
Tjelesna masa prije klanja, kg	31,02	33,19	32,08	0,83	0,603
Tjelesna masa nakon klanja (iskrvarenja), kg	30,19	32,13	31,09	0,83	0,662
Masa trupa, kg	16,90	18,37	17,28	0,53	0,523
Randman, %	55,94	57,02	55,60	0,47	0,443
Masa kože i nogu, kg	4,30	4,38	4,59	0,12	0,610
Masa predželudaca, kg	6,95	6,99	7,39	0,20	0,649
Masa iznutrica, kg	1,26	1,38	1,39	0,05	0,514
Dužina trupa - 1, cm	61,58	64,57	64,36	0,64	0,117
Dužina trupa - 2, cm	41,08	42,57	40,86	0,51	0,334
Dužina trupa - 3, cm	18,42	18,86	16,29	0,92	0,485
Dužina buta, cm	33,08	34,14	34,07	0,25	0,173
Opseg buta, cm	36,58	36,93	39,36	0,62	0,132
Opseg trupa kod butova, cm	49,00	49,29	49,64	0,61	0,923
Opseg trupa iza lopatica, cm	64,00	64,79	64,93	0,57	0,805

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, dužina trupa 1 - *os pubis*-atlas, dužina trupa 2 - *os pubis* - prvo rebro, dužina trupa 3 - *os pubis*- zadnje rebro

Iz Tablice 22. je vidljivo da dodatak PSB u krmnim smjesama za janjad nije statistički značajno utjecao ($P > 0,05$) na analizirane klaoničke pokazatelje janjadi, iako su uočene neznatno više vrijednosti klaoničkih pokazatelja u pokusnim skupinama (P1 i P2) janjadi u usporedbi s janjadi kontrolne (K) skupine.

5.5.4. Fizikalna svojstva janječeg mesa

U tablici 23. prikazani su pokazatelji fizikalnih svojstava mesa janjadi hranjene krmnim smjesama obogaćenim dodatkom pogače sjemenki bundeve.

Tablica 23. Fizikalna svojstva janječeg mesa

Pokazatelj	Skupina			SEM	<i>P</i> – vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
pH ₁	6,76	6,53	6,62	0,05	0,184
pH ₂	5,80 ^{ab}	5,91 ^a	5,73 ^b	0,03	0,022
CIE L*	38,12	39,19	37,81	0,53	0,550
CIE a*	16,48 ^a	15,02 ^b	16,05 ^a	0,21	0,006
CIE b*	1,83	1,75	1,71	0,13	0,938
Sposobnost vezivanja vode, %	4,28	3,43	3,76	0,210	0,278
Kut nijanse boje, °	6,33	6,65	6,00	0,442	0,840
Chroma	16,59 ^a	15,13 ^b	16,16 ^a	0,211	0,007

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, pH₁ - 45 min nakon klanja, pH₂ = 24 sata nakon klanja, L- element svjetline, a* - elemente od zelene do crvene, b* vrijednost od plave do žute boje.

Iz rezultata prikazanih u Tablici 23., vidljivo je da je u janječem mesu P1 skupine utvrđena značajno veća pH₂-vrijednost. Analizom pokazatelja boje janječeg mesa utvrđena je

statistički značajna razlika ($P < 0,05$) vrijednosti CIE a^* između P1 i P2 skupina (16,48 : 15,02 : 16,05), ali i niža chroma vrijednost u janjetini P1 skupine u odnosu na K i P2 skupinu. Ti rezultati upućuju na to da dodatak PSB u hranidbi janjadi može utjecati na fizikalna svojstva janječeg mesa, osobito na pH-vrijednost i crvenilo mesa.

5.6. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav janječeg mesa i trbušne maramice

Profil masnih kiselina u mesu janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) analiziran je u uzorcima mesa (*musculus semimembranosus*), a dobiveni rezultati prikazani su u Tablicama 24. i 25.

Tablica 24. Profil masnih kiselina (C10:0–C18:3; g/100 g masnih kiselina) u mišiću (*musculus semimembranosus*) janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve

Masna kiselina	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
C10:0	0,22	0,15	0,12	0,02	0,124
C12:0	0,72 ^a	0,40 ^b	0,34 ^b	0,05	0,003
C14:0	6,45 ^a	3,94 ^b	3,50 ^b	0,39	0,002
C14:1 (<i>cis</i> -9)	0,26 ^a	0,16 ^b	0,15 ^b	0,02	0,019
C15:0	0,61 ^a	0,49 ^{ab}	0,44 ^b	0,02	0,011
C16:0	24,82	22,51	22,97	0,49	0,156
C16:1 (<i>cis</i> -9)	1,74	1,73	1,61	0,14	0,926
C17:0	0,94	0,98	0,89	0,02	0,220
C17:1 (<i>cis</i> -10)	0,57	0,63	0,57	0,02	0,273
C18:0	13,90	13,98	13,65	0,47	0,957
C18:1 (<i>trans</i> -9)	1,64	2,23	1,93	0,14	0,287
C18:1 (<i>cis</i> -9)	36,26	33,10	32,26	1,00	0,282
C18:2 (<i>trans</i> -9,12)	0,42	0,37	0,36	0,01	0,081

C18:2 (<i>cis</i> -9,12)	6,28 ^b	11,22 ^{ab}	12,29 ^a	0,96	0,026
C20:0	0,14	0,15	0,10	0,01	0,271
C18:3 (<i>cis</i> -6,9,12)	0,09	0,11	0,13	0,01	0,580
C18:3 (<i>cis</i> -9,12,15)	0,69	0,78	0,91	0,08	0,550

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,05$

Analizom podataka iz tablice 24. utvrđeno je da je dodatak PSB u obroke ovaca i njihove janjadi statistički značajno ($P < 0,05$) utjecao na smanjenje koncentracije laurinske kiseline (C12:0) u janjećem mesu. Najviša koncentracija te masne kiseline utvrđena je u janjećem mesu K skupine (0,72 g/100 g), dok su utvrđene vrijednosti u mesu P1 i P2 skupine (0,40 : 0,34 g/100 g) bile statistički značajno niže.

Također je statistički značajno ($P < 0,05$) niža koncentracija miristinske kiseline (C14:0) utvrđena u mesu P2 (3,50 g/100 g) i P1 (3,94 g/100 g) skupine u usporedbi s mesom K skupine, u koje je koncentracija te kiseline bila 6,45 g/100 g.

Statistički značajno ($P < 0,05$) niža koncentracija miristoleinske kiseline (C14:1, *cis*-9) utvrđena je u janjećem mesu P2 (0,15 g/100 g) i P1 (0,16 g/100 g) skupine u usporedbi s mesom K skupine, u kojoj je koncentracija te kiseline bila 0,26 g/100 g.

Najniža koncentracija pentadekanske kiseline (C15:0) utvrđena je u mesu P2 skupine (0,44 g/100 g). Ta je vrijednost bila statistički značajno ($P < 0,05$) niža u usporedbi s mesom K janjadi K skupine (0,61 g/100 g).

Hranidba ovaca i janjadi dodatkom PSB imala je statistički značajan utjecaj ($P < 0,05$) na povećanje koncentracije linolne kiseline (C18:2, *cis*-9,12) u mesu janjadi P2 skupine (12,29 g/100 g) u usporedbi s mesom K skupine u kojem je bila 6,28 g/100 g.

Statistički značajno ($P < 0,05$) niža koncentracija henikozanske kiseline (C21:0) utvrđena je u mesu P2 skupine (0,21 g/100 g) u usporedbi s koncentracijom utvrđenoj u mesu K skupine janjadi (0,53 g/100 g).

Nasuprot tome, statistički značajno ($P < 0,05$) viša koncentracija eikozatetraenoične kiseline (C20:3, *cis*-8,11,14) utvrđena je u mesu janjadi P2 skupine (0,45 g/100 g) u odnosu na koncentraciju utvrđenu u mesu janjadi K skupine (0,22 g/100 g).

Tablica 25. Profil masnih kiselina (C21:0-C22:6; g/100g masnih kiselina) u mišiću (*musculus semimembranosus*) janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom PSB

Masna kiselina	Skupina			SEM	<i>P</i> – vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
C21:0	0,53 ^a	0,31 ^{ab}	0,21 ^b	0,04	0,008
C20:2 (<i>cis</i> -11,14)	0,10	0,13	0,19	0,02	0,234
C22:0	0,17	0,20	0,24	0,05	0,869
C20:3 (<i>cis</i> -8,11,14)	0,22 ^b	0,37 ^{ab}	0,45 ^a	0,04	0,051
C22:1 (<i>cis</i> -13)	0,00	0,18	0,10	0,05	0,357
C20:4 (<i>cis</i> -5,8,11,14)	0,04	0,09	0,07	0,02	0,445
C23:0	2,36	4,44	5,07	0,50	0,088
C24:0	0,06	0,09	0,08	0,01	0,842
C20:5 (<i>cis</i> -5,8,11,14,17)	0,29	0,67	0,63	0,08	0,112
C24:1 (<i>cis</i> -15)	0,06	0,06	0,07	0,09	0,819
C22:6 (<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19)	0,27 ^b	0,52 ^{ab}	0,57 ^a	0,05	0,021
MCFA	36,15 ^a	30,83 ^{ab}	30,48 ^b	0,956	0,029
LCFA	63,63 ^b	69,02 ^{ab}	69,39 ^a	0,969	0,028
SFA	50,95	47,62	47,62	0,76	0,157
UFA	49,05	52,38	52,38	0,76	0,157
PUFA	8,40 ^b	14,19 ^{ab}	15,60 ^a	1,12	0,023
MUFA	40,65	38,19	36,79	1,11	0,413

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, MCFA-srednjelančane masne kiseline, LCFA-dugolančane masne kiseline, SFA – zasićene masne kiseline, UFA – nezasićene masne kiseline, PUFA – polinezasićene masne kiseline, MUFA – mononezasićene masne kiseline, ^{a,b} - $P < 0,05$

Hranidba ovaca i janjadi pri djelomičnoj zamjeni soje s PSB u obrocima imala je statistički značajan utjecaj ($P < 0,05$) na povećanje koncentracije dokozaheksaenoične kiseline (C20:3, *cis*-8,11,14) u mesu janjadi P2 skupine (0,57 g/100 g) u usporedbi s janječim mesom K skupine (0,27 g/100 g).

Koncentracija MCFA značajno je smanjena ($P < 0,05$) u mesu janjadi P2 skupine u odnosu na janjeće meso K skupine, dok je koncentracija LCFA bila statistički značajno veća ($P < 0,05$) u janjećem mesu P2 skupine u odnosu na K skupinu. Koncentracija ukupnih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) bila je statistički ($P < 0,05$) veća u mesu janjadi P2 skupine hranjene s 14 % PSB. Koncentracija PUFA u janjećem mesu P2 skupine bila je 15,60 g/100 g što je statistički značajno više u odnosu na janjeće meso K skupine, u kojem je bila 8,40 g/100 g, što je jasno prikazano u Tablici 25.

Profil masnih kiselina janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom PSB utvrđen je i u trbušnoj maramici (*peritoneum*), a rezultati su prikazani u tablicama 26., 27. i 28.

Tablica 26. Profil masnih kiselina u trbušnoj maramici (*peritoneum*) janjadi (udio, %)

Masna kiselina	Skupina			SEM	<i>P</i> – vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
C6:0	0,007	0,001	0,006	0,002	0,673
C8:0	0,01	0,01	0,01	0,002	0,460
C10:0	0,41	0,31	0,35	0,02	0,218
C11:0	0,007	0,01	0,01	0,001	0,490
C12:0	0,98	0,72	0,79	0,05	0,096
C13:0	0,05	0,04	0,05	0,002	0,384
C14:0	9,12 ^a	7,79 ^b	8,01 ^{ab}	0,23	0,033
C14:1 (<i>cis</i> -9)	0,22 ^a	0,15 ^b	0,16 ^b	0,009	0,003
C15:0	0,81	0,81	0,78	0,02	0,816
C15:1 (<i>cis</i> -10)	0,001 ^b	0,01 ^a	0,001 ^b	0,001	<0,001
C16:0	26,85	25,97	25,44	0,25	0,062
C16:1 (<i>cis</i> -9)	1,37	1,16	1,34	0,10	0,685
C17:0	1,32	1,48	1,42	0,04	0,203
C17:1 (<i>cis</i> -10)	0,42	0,44	0,42	0,01	0,761
C18:0	19,71	20,62	21,33	0,49	0,433

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,5$

Hranidba ovaca i janjadi dodatkom PSB koja je djelomično zamijenio soju u obrocima utjecala je statistički značajno ($P < 0,05$) na sniženje koncentracije miristinske kiseline C14:0 u trbušnoj maramici janjadi P2 skupine (7,79 g/100 g) u usporedbi s janjadi K skupine (9,12 g/100 g).

Također je statistički značajno ($P < 0,05$) niža koncentracija miristoleinske kiseline (C14:1, *cis*-9) utvrđena u trbušnoj maramici janjadi P1 (0,15 g/100 g) i P2 (0,16 g/100 g) skupine u usporedbi s janjadi K skupine u koje je koncentracija te kiseline bila 0,22 g/100 g.

Statistički značajno ($P < 0,05$) niža koncentracija pentadekanske kiseline C15:1 (*cis*-10) utvrđena je u trbušnoj maramici janjadi P2 skupine (0,01 g/100 g) u usporedbi koncentracijom te kiseline u janjadi K i P2 skupine u koje je bila 0,001 g/100 g.

Tablica 27. Profil masnih kiselina u trbušnoj maramici (*peritoneum*) janjadi (udio, %)

Masna kiselina	Skupina			SEM	<i>P</i> – vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
C18:1 (<i>cis</i> -9)	32,77 ^b	38,55 ^a	37,60 ^a	0,74	<0,001
C18:2 (<i>trans</i> -9,12)	0,16	0,03	0,07	0,03	0,233
C18:2 (<i>cis</i> -9,12)	0,57	0,17	0,15	0,12	0,309
C20:0	0,18	0,20	0,20	0,01	0,539
C18:3 (<i>cis</i> -6,9,12)	0,06	0,07	0,06	0,001	0,243
C20:1 (<i>cis</i> -11)	0,08 ^a	0,04 ^b	0,05 ^{ab}	0,006	0,037
C18:3 (<i>cis</i> -9,12,15)	0,51	0,50	0,44	0,02	0,207
C21:0	0,59	0,57	0,54	0,01	0,377
C20:2 (<i>cis</i> -11,14)	0,13	0,08	0,07	0,02	0,453
C22:0	0,09	0,03	0,04	0,02	0,246
C20:3 (<i>cis</i> -8,11,14)	0,08	0,03	0,03	0,01	0,067
C20:3 (<i>cis</i> -11,14,17)	0,005	0,02	0,006	0,003	0,169

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ^{a,b} - $P < 0,5$

U trbušnoj maramici janjadi P1 i P2 skupine (38,55 i 37,60 g/100 g) u usporedbi s janjadi K skupine (32,77 g/100 g) utvrđena je statistički značajno ($P < 0,05$) veća koncentracija oleinske kiseline (C18:1, *cis*-9).

Koncentracija mononezasićene eikozenske kiseline (C20:1, *cis*-11) u trbušnoj maramici janjadi P1 skupine bila je statistički značajno ($P < 0,05$) niža (0,04 g/100 g) u usporedbi s janjadi K skupine u koje je bila 0,08 g/100 g.

Statistički značajno ($P < 0,05$) veća koncentracije dugolančane lignocerinske kiseline (C24:0) utvrđena je u trbušnoj maramici janjadi P1 skupine (0,009 g/100 g) u usporedbi s onom utvrđenom u janjadi K skupine u koje je bila 0,002 g/100 g.

Tablica 28. Profil masnih kiselina u trbušnoj maramici (*peritoneum*) janjadi (udio, %)

Masna kiselina	Skupina			SEM	<i>P</i> – vrijednost
	K	P1	P2		
	Mean	Mean	Mean		
C22:1 (<i>cis</i> -13)	0,103	0,004	0,001	0,03	0,204
C20:4 (<i>cis</i> -5,8,11,14)	0,04	0,01	0,004	0,01	0,403
C23:0	0,22	0,11	0,14	0,02	0,080
C22:2 (<i>cis</i> -13,16)	0,89	0,007	0,001	0,27	0,330
C24:0	0,002 ^b	0,009 ^a	0,001 ^b	0,001	0,005
C20:5 (<i>cis</i> -5,8,11,14,17)	0,03	0,02	0,02	0,004	0,481
C24:1 (<i>cis</i> -15)	0,02	0,01	0,006	0,004	0,432
C22:6 (<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19)	0,05	0,04	0,04	0,007	0,761
SCFA	0,45	0,32	0,37	0,025	0,138
MCFA	41,14 ^a	38,59 ^b	38,42 ^b	0,466	0,024
LCFA	58,42 ^b	61,10 ^a	61,21 ^a	0,477	0,022
SFA	60,36	58,67	59,12	0,58	0,511
UFA	39,64	41,33	40,88	0,58	0,511
PUFA	1,02	0,92	0,89	0,04	0,301
MUFA	37,12	39,77	29,99	0,52	0,050

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, SCFA-kratkolančane masne kiseline, MCFA-srednjelančane

masne kiseline, LCFA-dugolančane masne kiseline, SFA – zasićene masne kiseline, UFA – nezasićene masne kiseline, PUFA – polinezasićene masne kiseline, MUFA – mononezasićene masne kiseline, ^{a,b} - $P < 0,05$

Koncentracija MCFA u trbušnoj maramici janjadi bila je statistički značajno manja ($P < 0,05$) u skupinama janjadi P1 i P2 u odnosu na janjad K skupine, dok je koncentracija LCFA bila značajno veća. Koncentracije ukupnih zasićenih (SFA), nezasićenih (UFA), polinezasićenih (PUFA) i mononezasićenih (MUFA) masnih kiselina nisu bile statistički značajne između istraživanih skupina janjadi.

5.7. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil janjadi

5.7.1. Hematološki pokazatelji janjadi

Rezultati hematoloških pokazatelja i diferencijalne krvne slike janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) prikazani su u Tablicama 29. i 30.

Tablica 29. Hematološki pokazatelji u krvi janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Men	Men	Men			
WBC, $\times 10^9/L$	1.	8,40	6,83	8,22	0,51	0,403	5,10-15,19
	33.	12,33	11,86	11,88	0,82	0,967	
	66.	11,26	11,87	12,16	0,50	0,769	
RBC, $\times 10^{12}/L$	1.	9,69	9,07	8,95	0,22	0,340	9,20-13,00
	33.	10,76	10,43	10,30	0,19	0,617	
	66.	10,55	10,36	10,28	0,13	0,715	
HGB, g/L	1.	115,33	104,75	106,00	2,26	0,112	105-137
	33.	122,58	118,42	121,92	2,41	0,760	
	66.	123,00	118,58	122,75	1,73	0,516	
	1.	0,41	0,37	0,36	0,01	0,100	

HCT, L/L	33.	0,43	0,41	0,40	0,01	0,464	0,28-0,47
	66.	0,41	0,40	0,40	0,01	0,618	
MCV, fL	1.	42,32	40,38	40,13	0,43	0,069	27-41
	33.	39,90	39,33	39,03	0,29	0,475	
	66.	38,89	38,58	38,45	0,24	0,744	
MCH, pg	1.	11,93	11,63	11,86	0,12	0,578	10-13
	33.	11,43	11,41	11,81	0,14	0,422	
	66.	11,66	11,46	12,00	0,16	0,396	
MCHC, g/L	1.	284,17	289,67	296,33	4,99	0,622	332-392
	33.	287,33	290,42	303,25	4,88	0,380	
	66.	301,00	292,58	313,50	6,08	0,379	
PLT, x 10 ⁹ /L	1.	782,75	844,25	1066,08	64,96	0,175	426-1142
	33.	810,08	763,55	853,58	48,76	0,767	
	66.	706,58	788,42	765,50	27,77	0,476	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ¹Lepherd i sur. (2009.), WBC - leukociti, RBC - eritrociti, HGB - hemoglobin, HCT - hematokrit; MCV - prosječni volumen eritrocita, MCH - prosječna količina hemoglobina u eritrocitima, MCHC - prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima; PLT - trombociti

Dodavanje PSB u krmne smjese za ovce i janjad nije rezultiralo statistički značajnim utjecajem na hematološke pokazatelje janjadi, odnosno na broj leukocita i eritrocita, koncentraciju hemoglobina, vrijednosti hematokrita, kao ni srednji korpuskularni volumen (MCV), srednji korpuskularni hemoglobin (MCH) i srednju koncentraciju korpuskularnog hemoglobina (MCHC). Također, ni u broju trombocita između istraživanih skupina jaradi nije utvrđena statistički značajna razlika. Te su vrijednosti bile postojane tijekom cijelog razdoblja istraživanja.

Iz tablice 29 vidljivo da je ukupan broj eritrocita bio unutar referentnih vrijednosti za sve skupine janjadi, osim P2 skupinu na 1. dan istraživanja u koje su utvrđene neznatno niže vrijednosti ($P > 0,05$). Eritrocitne konstante, uključujući srednji korpuskularni volumen (MCV), srednji korpuskularni hemoglobin (MCH) i srednju koncentraciju korpuskularnog hemoglobina

(MCHC), također nisu bile značajno različite između skupina, ali je utvrđena MCHC vrijednost bila niža od referentnih vrijednosti.

Analizom diferencijalne krvne slike janjadi (Tablica 30.) utvrđen je neznatno utjecaj hranidbenog tretmana, osim udjela limfocita 33. dana istraživanja u janjadi P1 skupine u odnosu na K skupinu janjadi. Utvrđen je i neznatno niži udio limfocita 1. i 33. dana u krvi janjadi K i P1 skupine te viši udio bazofila u svim skupinama.

Tablica 30. Diferencijalna krvna slika janjadi

Udjel, %	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
Limfociti	1.	47,00	42,33	51,83	2,069	0,175	50-75
	33.	56,00 ^a	42,65 ^b	48,00 ^{ab}	1,675	0,035	
	66.	53,55	50,17	53,83	1,504	0,550	
Segmentirani neutrofili	1.	38,75	51,50	38,75	2,457	0,064	10-50
	33.	37,42	45,58	43,00	1,636	0,113	
	66.	36,82	41,33	37,75	1,609	0,494	
Eozinofili	1.	5,92	2,67	5,92	1,099	0,494	1-8
	33.	2,25	3,33	3,00	0,418	0,570	
	66.	3,73	2,75	3,00	0,343	0,506	
Bazofili	1.	1,92	1,67	1,92	0,213	0,067	0-1
	33.	1,75	2,67	1,75	0,252	0,235	
	66.	2,73	1,75	1,92	0,277	0,326	
Monociti	1.	1,58	1,83	1,58	0,276	0,314	0-4
	33.	2,58	2,17	3,92	0,371	0,132	
	66.	3,18	4,00	3,50	0,346	0,639	

Mean – srednja vrijednost, SEM – standardna pogreška srednje vrijednosti, K– kontrolna skupina, P1– pokusna skupina 7 % PSB, P2 – pokusna skupina 14 % PSB, ¹Latimer i sur. (2003.), ^{a,b} – $P < 0,05$.

5.7.2. Biokemijski pokazatelji krvi janjadi

5.7.2.1. Minerali u krvi janjadi

Koncentracija magnezija, kalcija, anorganskog fosfora i željeza utvrđena u serumu janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom PSB prikazana je u tablici 31.

Tablica 31. Koncentracije minerala u krvi janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	P – vrijednost	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
Mg, mmol/l	1.	0,89	0,91	0,95	0,02	0,364	0,8-1,2
	33.	1,07	1,08	1,17	0,03	0,386	
	66.	1,18	1,15	1,17	0,03	0,931	
Ca, mmol/l	1.	2,54	2,35	2,64	0,06	0,084	2,42 – 2,92
	33.	2,53	2,42	2,50	0,03	0,297	
	66.	2,50	2,49	2,50	0,02	0,968	
P-anorganski, mmol/l	1.	3,20	3,36	2,86	0,09	0,059	1,88 – 3,34
	33.	3,16	3,20	3,44	0,09	0,354	
	66.	3,28	3,38	3,30	0,06	0,780	
Fe, µmol/l	1.	37,73	37,08	35,56	3,89	0,974	25,7–39,7
	33.	39,33	36,03	36,13	2,07	0,771	
	66.	29,37	37,21	30,72	1,87	0,200	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ¹Lepherd i sur. (2009.), Mg - magnezij, Ca - kalcij, P – fosfor-anorganski, Fe – željezo, ^{a,b,c} - P<0.05

Koncentracije analiziranih minerala, uključujući magnezij, kalcij, anorganski fosfor i željezo, nisu bile statistički između istraživanih skupina janjadi tijekom cijelog razdoblja istraživanja. Sve utvrđene vrijednosti minerala, osim koncentracija kalcija u janjadi P1 skupine 1. i 33. dana su bile unutar referentnih vrijednosti.

5.7.2.2. Metaboliti u krvi janjadi

U tablici 32. prikazane su koncentracije metabolita u krvnom serumu janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve.

Tablica 32. Koncentracije metabolita u krvi janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj	Dani	Skupina			SEM	<i>P – vrijednost</i>	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
GUK, mmol/l	1.	5,35	5,87	5,62	0,14	0,332	2,70 – 4,80
	33.	5,18	5,27	5,37	0,11	0,784	
	66.	5,15	4,92	4,43	0,13	0,060	
UREA, mmol/l	1.	5,51 ^a	4,41 ^b	5,23 ^a	0,13	<0,001	5,00 – 9,10
	33.	6,07	6,79	5,83	0,25	0,255	
	66.	6,56	6,86	6,27	0,17	0,384	
Ukupne bjelančevine, g/L	1.	60,26	57,83	59,52	0,54	0,175	51-64
	33.	60,68	60,26	63,33	0,87	0,298	
	66.	62,98	66,46	65,16	0,71	0,131	
ALB, g/L	1.	31,29 ^a	30,01 ^b	29,68 ^b	0,23	0,008	23-37
	33.	31,38	31,43	32,07	0,44	0,782	
	66.	31,43	32,15	30,91	0,33	0,318	
Kolesterol, mmol/L	1.	3,15	2,94	2,75	0,14	0,528	1,35 – 1,97 ²
	33.	2,23	2,19	2,27	0,12	0,966	
	66.	2,13 ^{ab}	2,29 ^a	1,75 ^b	0,08	0,010	
Trigliceridi, mmol/L	1.	0,62	0,80	0,60	0,05	0,174	0,0 – 0,2 ²
	33.	0,31	0,28	0,25	0,02	0,352	
	66.	0,28	0,26	0,31	0,02	0,460	
HDL, g/L	1.	1,35	1,46	1,55	0,06	0,392	0,75-1,48 ³
	33.	1,22	1,09	1,18	0,05	0,600	
	66.	0,94 ^b	1,14 ^a	1,02 ^{ab}	0,03	0,045	

LDL, g/L	1.	1,33	1,12	1,11	0,10	0,586	0,27-0,96 ³
	33.	0,94	0,97	0,91	0,07	0,941	
	66.	0,97 ^a	1,04 ^a	0,69 ^b	0,05	0,004	
NEFA, mmol/L	1.	0,40	0,18	0,18	0,07	0,388	0,1 – 0,5
	33.	nd	0,34	0,29	0,04	nd	
	66.	nd	nd	nd	nd	nd	
BHB, mmol/L	1.	0,30	0,20	0,18	0,04	0,401	0,1– 0,6
	33.	0,32 ^b	0,50 ^a	0,41 ^{ab}	0,03	0,014	
	66.	0,34	0,38	0,31	0,02	0,269	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ¹Lepherd i sur. (2009.); ²Kaneko i sur. (2008.), ³Novoselec i sur., (2022.), ⁴Suttle (2010.); GUK - glukoza, ALB - albumin, HDL – lipoproteini velike gustoće; LDL – lipoproteini niske gustoće, NEFA – neesterificirane masne kiseline, BHB – beta hidroksimaslačna kiselina, ^{a,b} - P<0,05, nd- nije utvrđeno

Iz tablice 32 vidljivo da dodatak PSB nije imao značajan utjecaj na koncentraciju glukoze u krvi koja je tijekom cijelog istraživanja ostala unutar referentnih vrijednosti. Statistički značajno (P<0,05) veća koncentracija uree u krvi utvrđena je u janjadi K i P2 skupine u odnosu na janjad P1 skupine prvog dana istraživanja (5,51 i 5,23 : 4,41 mmol/L). Tijekom rasta janjadi nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji ureje u krvi. Statistički značajno (P<0,05) niža koncentracija albumina utvrđena je u krvi P2 i P1 skupine janjadi u odnosu na janjad K skupine, prvog dana istraživanja (30,01 : 29,68 : 31,29 g/L). Na kraju istraživanja (66. dan), utvrđena je statistički značajno (P<0,05) veća koncentracija kolesterola u krvi janjadi P1 skupine u odnosu na janjad K skupine (2,29 : 1,75 mmol/L), dok razlika s janjadi skupine P2 nije bila statistički značajna. Koncentracija kolesterola u krvi janjadi bila je neznatno veća u odnosu na referentne vrijednosti, iako je uočeno određeno smanjenje koncentracije na kraju u odnosu na početak istraživanja. Statistički značajno (P<0,05) veća koncentracija HDL-a utvrđena je u janjadi P1 skupine za razliku od janjadi K skupine (1,14: 0,94 g/L) 66. dana istraživanja. Najniža koncentracija LDL kolesterola utvrđena je u P2 skupini janjadi (0,69 g/L) na kraju istraživanja. Ta koncentracija bila je statistički značajno niža (P<0,05) u odnosu na onu utvrđenu u janjadi K i P1 skupine (0,97 i 1,04 g/L). Najviša koncentracija BHB utvrđena je u janjadi P1 skupine (0,50 mmol/L) i bila je statistički značajno viša (P<0,05) u odnosu na janjad

K skupine (0,32 mmol/L) 33. dana istraživanja. Također je koncentracija BHB u janjadi P2 skupine (0,41 mmol/L) bila statistički značajno različita od one u janjadi K skupine istog dana. Statistički značajne razlike nisu utvrđene između janjadi P1 i P2 e. Koncentracije NEFA u krvi janjadi nisu se značajno razlikovale ovisno o hranidbenom tretmanu.

5.7.2.3. Enzimi u krvi janjadi

U tablici 33. prikazana je utvrđena aktivnost enzima aspartat aminotransferaza (AST), alanin aminotransferaza (ALT), alkalne fosfataze (ALP), gama-glutamil transferaze (GGT) i kreatinin kinaze (CK) u krvi janjadi hranjene dodatkom PSB.

Tablica 33. Aktivnost enzima u krvi janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB)

Enzim, U/L	Dani	Skupina			SEM	P – vrijednost	Referentne vrijednosti ¹
		K	P1	P2			
		Mean	Mean	Mean			
AST	1.	64,84	67,40	58,51	2,42	0,314	83 – 140
	33.	103,08	132,10	111,95	6,01	0,130	
	66.	151,06	136,96	120,53	7,94	0,289	
ALT	1.	6,51	6,45	4,89	0,51	0,352	6 – 20
	33.	9,32	14,21	8,47	1,13	0,079	
	66.	18,23	17,31	11,53	1,60	0,177	
ALP	1.	843,38	905,38	780,77	51,19	0,624	99–464
	33.	536,73	449,17	477,58	33,66	0,570	
	66.	482,94 ^a	364,43 ^b	397,02 ^{ab}	20,22	0,042	
GGT	1.	103,26	112,64	97,03	4,45	0,364	56 – 110
	33.	95,87	95,94	97,86	3,96	0,975	
	66.	80,83	87,25	82,35	3,81	0,788	
CK	1.	179,00	177,58	184,75	21,74	0,991	180 – 454
	33.	173,58	504,50	160,58	75,64	0,107	

	66.	210,67	198,50	159,42	14,31	0,303	
GPx	1.	216,68	303,55	324,82	20,68	0,074	100-400 ⁴
	33.	196,45 ^b	403,76 ^a	354,16 ^a	29,35	0,006	
	66.	258,41	278,93	274,55	23,08	0,933	

Mean - srednja vrijednost, SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti, K - kontrolna skupina, P1 - pokusna skupina 7 % PSB, P2 - pokusna skupina 14 % PSB, ¹Lepherd i sur. (2009.), AST – aspartat aminotransferaza, ALT – alanin aminotransferaza, ALP – alkalna fosfataza, GGT – gama glutamiltransferaza, CK – kreatinin kinaza, GPx = glutation peroksidaza, ^{a,b} - P<0,05

Iz tablice 33. je vidljivo da je aktivnost ALP bila statistički značajno niža (P<0,05) u skupini P1 janjadi (364,43 U/L) u usporedbi s janjadi K skupine (482,94 U/L) 66. dana istraživanja. Međutim, statistički značajna razlika (P>0,05) nije utvrđena između janjadi K i P2 skupine (397,02 U/L : 482,94 U/L), niti između janjadi P1 i P2 skupine istog dana istraživanja.

Dodavanje PSB u krmne smjese nije imalo značajan utjecaj na aktivnost ostalih jetrenih enzima, uključujući AST, ALT, GGT i CK u krvi janjadi. Aktivnosti AST, ALT i GGT bile su unutar referentnih vrijednosti, dok je aktivnost ALP bila povišena, a CK neznatno niža u odnosu na referentne vrijednosti. Najveća aktivnost antioksidativnog enzima GPx utvrđena je u krvi janjadi P1 skupine (403,76 U/L) i bila je statistički značajno veća (P<0,05) u odnosu na janjad K i P2 skupine (196,45 i 354,16 U/L) 33. dana istraživanja.

6. RASPRAVA

6.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike ovaca

6.1.1. Proizvodna svojstva ovaca

Kvaliteta uzgoja ovaca ogleda se između ostalog i u praćenju postignutih proizvodnih pokazatelja. U sustavima namijenjenih proizvodnji mesa utvrđivanje proizvodnih svojstava temelji se na praćenju tjelesne mase, tjelesne kondicije i dnevnih prirasta, ali i određivanju tjelesnih mjera i indeksa tjelesne razvijenosti ovaca i janjadi.

Hranidba je vrlo važan negenetski čimbenik i odgovarajući obrok (dnevni i godišnji) omogućava realizaciju proizvodnog kapaciteta uzgajanih ovaca (Antunović, 2015.a). Pregledom dostupne literature pronađeno je vrlo malo istraživanja korištenja pogače sjemenki bundeve (PSB) u hranidbi preživača u laktaciji i to samo dva rada s primjenom u mliječnim krava (Li i sur., 2021. i 2023.), tri rada kod mlijećnih koza (Klir i sur., 2017.b; Klir Šalavardić i sur., 2021.; Boldea i sur., 2021.) te jedan rad kod mlijećnih ovaca (Ježek i sur., 2021.).

Predmetnim istraživanjem utvrđeno da je hranidba ovaca P2 skupine s dodatkom od 14 % PSB rezultirala značajnim povećanjem ($P < 0,05$) prosječne tjelesne mase u usporedbi s K skupinom na kraju istraživanja (66. dana; Tablica 7.). Analizom dnevnih prirasta ovaca ostvarenih tijekom istraživanja od 1. do 66. dana utvrđeni su značajno veći dnevni prirasti u P2 skupini ovaca u odnosu na K skupinu. Dobivene negativne vrijednosti dnevnih prirasta ovaca i gubitak tjelesne mase početkom laktaciji tijekom istraživanja bili su očekivani s obzirom na nepodudarnost maksimalnog kapaciteta konzumacije hrane i potreba u hranjivim tvarima zbog značajne sekrecije mlijeka (Chilliard i sur., 2000.; González-García i sur., 2015.). Također, kako navode Avondo i Lutri (2004.) obzirom na smanjen kapacitet konzumacije hrane nakon janjenja u ovaca u laktaciji dolazi do mobilizacije tjelesnih pričuva za zadovoljavanje hranidbenih potreba. Navedene promjene dnevnih prirasta ovaca ukazuju na pozitivan utjecaj primjene PSB u hranidbi ovaca u ranoj laktaciji što se očitovalo bržim postizanjem pozitivnih dnevnih prirasta tijekom razdoblja istraživanja što je rezultiralo većim završnim tjelesnim masama. Navedeno

ukazuje na pozitivan učinak primjene sjemenki bundeve u hranidbi ovaca s obzirom na bogatstvo sjemenki bundeve različitim biopoticajnim tvarima (Rabrenović i sur., 2014.; Brooker i Acamovic, 2005.; Montensano i sur., 2018.).

Pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme sjemenom bundeve u hrani mliječnih ovaca, kada su sjemenke dodane u količini 6,1 % suhe tvari krmne smjese tijekom 70 dana (± 5 dana) nisu utvrđene promjene u tjelesnoj masi ovaca (78,7 : 79,07 kg) niti u konzumaciji hrane (Robles Jimenez i sur., 2024.). U istraživanju provedenom s mliječnim kravama Holstein pasmine Li i sur. (2021) nisu pri potpunoj ili djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSB utvrdili promjene u tjelesnim masama. Neke pasmine ovaca imaju veći fiziološki kapacitet prilagodbe negativnom energetsom statusu za vrijeme rane laktacije, ali isto tako bez obzira na gubitak tjelesne mase i smanjivanje indeksa tjelesne kondicije u laktaciji, prioritet im je proizvesti dovoljne količine mlijeka za janjad (Ribeiro i sur., 2021.).

6.1.2. Eksterijerne odlike ovaca

Analizom rezultata utvrđenih eksterijernih odlika ovaca u predmetnom istraživanju nisu utvrđene značajne promjene ovisno o hranidbenom tretmanu (Tablice 8. i 9.). Međutim, zamjetan je trend povećanja visine grebena, dužine trupa, dubine, širine i opsega prsa, opsega trupa, dužine i širine buta te opsega cjevanice u P2 i P1 skupini ovaca u usporedbi s onima K skupine. Procjenu rasta ovaca moguće je utvrditi i izračunom indeksa tjelesne razvijenosti, a predmetnim istraživanjem utvrđeno je neznatno povećanje indeksa tjelesne razvijenosti i to indeksa tjelesne kondicije (ITK) ovaca tijekom cijelog istraživanja P1 i P2 skupine u usporedbi s ovcima K skupine. Indeks tjelesne kondicije ovaca neosporno je pokazatelj kvalitete hranidbe i pouzdan je pokazatelj hranidbenog statusa ovaca (Antunović i sur., 2019.; Kenyon i sur., 2014.). Cannas (2004.) navodi da je u prva dva mjeseca nakon janjenja logično očekivati smanjenje ITK ovaca te njegovo povećanje nakon drugog mjeseca laktacije. Za to vrijeme prema INRA (1988.) očekivano je smanjenje ITK od optimalnog koji je tijekom janjenja 3,25-3,50 i može se smanjiti na minimalnih (2,0-2,5) od 6. do 8. tjedna laktacije, što ovisi o pasmini, veličini legla, zdravlju, kvaliteti hrane i dr. Utvrđeni indeksi anamorfoznosti, tjelesne kompaktnosti, mišićavosti i tjelesnih proporcija na kraju istraživanja (66. dan) su bili značajno veći u ovaca P2 skupine za razliku od ovaca skupine K i P1. Navedene promjene su bile i za

očekivati s obzirom na ostvarene bolje tjelesne mase i dnevne priraste ovaca P2 skupine u odnosu na K skupinu 66. dana istraživanja. Također, nije utvrđen značajan utjecaj hranidbenog tretmana na indeks prsa, indeks širine prsa niti indeks dužine nogu ovaca.

6.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na osnovni kemijski sastava i mikrobiološke pokazatelje ovčjeg mlijeka

Istraživanje kemijskog sastava i ovčjeg mlijeka vrlo je važno zbog lakšeg pojašnjenja rasta i razvoja janjadi, osobito u prvim danima i tjednima života dok je mlijeko jedina hrana sisajuće janjadi. Tijekom istraživanja nisu utvrđene znatnije razlike u osnovnom kemijskom sastavu ovčjeg mlijeka ovisno o hranidbenom tretmanu (Tablica 10.), osim značajno nižeg udjela mliječne masti u ovčjem mlijeku P1 skupine na kraju istraživanja što može ukazati i na nedovoljno izmuženost vimena jer je poznato da se udio mliječne masti povećava od prvih do zadnjih pomuzenih mlazova mlijeka iz vimena ovaca (Gómez-Cortés i sur., 2011.). Naime, sastav ovčjeg mlijeka ovisi o velikom broju čimbenika (Mioč i sur. 2004.), a između ostalih i o kvalitetno i potpunoj mužnji. U ovčjem mlijeku P1 skupine, također, je utvrđen i najviši sadržaj ureje što ukazuje na određene dušične pregradnje pri sintezi mlijeka i možebitni utjecaj manjih količina PSB u krmnoj smjesi. Nadalje, kako navodi Cannas (2004.) sadržaj uree u mlijeku ovaca viši od 40 do 50 mg/dL povezan je s prekomjernim unosom bjelančevina hranom, dok sadržaj niži od 25 do 30 mg/dL ukazuje na nedostatan unos bjelančevina i nižu proizvodnju mlijeka. Autor nadalje navodi da konzumacija kvalitetne paše, s visokim udjelom bjelančevina često rezultira visokim razinom uree u ovčjem mlijeku, često i iznad 60 mg/dL, što treba izbjegavati zbog narušavanja zdravlja, reproduksijskih odlika, ali i povećanja energetske potreba. Klir i sur. (2021.) su utvrdili neznatno povećanje sadržaja ureje u mlijeku koza hranjenih krmnom smjesom s udjelom PSB (51,0 do 59,7 mg/dL). Predmetnim istraživanjem nisu utvrđene značajne promjene u sadržaju osnovnih kemijskih sastojaka ovčjeg mlijeka, kao niti pokazatelja mikrobiološke kvalitete, tijekom istraživanja. Međutim, svi dobiveni rezultati bili su u skladu s Pravilnikom o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN, 136, 2020). Poznato je da je organizam životinje u ranoj laktaciji pod velikim opterećenjem. Piccione i sur. (2009.) naglašavaju da tijekom laktacije u ovaca sekretorne stanice mliječne žlijezde iskorištavaju 80 % metabolita koji cirkuliraju krvlju za potrebe sinteze mlijeka, ovisno o brzini infiltracije

slobodnih aminokiselina, glukoze, masnih kiselina i drugih sastojaka. Klir i sur. (2017.b) te Klir Šalavardić i sur. (2021.) su u koza alpina pasmine u ranoj laktaciji utvrdili pri hranidbi krmnom smjesom koja je sadržavala 16 % PSB slične rezultate sadržaja osnovnih kemijskih sastojaka i pokazatelja mikrobiološke kvalitete mlijeka (broj somatskih stanica i ukupnih bakterija) te su autori predložili dodavanje PSB u obroke koza u laktaciji kao alternativu soji. Uz dodatak 12,1 % PSB umjesto sojine sačme i 3,33 i 5,78 DDGS-a u hranu koza pasmine Murciano-Granadina u laktaciji utvrđene su također neznatne promjene kemijskog sastava mlijeka (Boldea i sur., 2021.). Li i sur. (2023.) uz potpunu ili djelomičnu zamjenu sojine sačme (100 i 50 %) PSB (5,5 % i 12 % suhe tvari) u hranidbi mliječnih krava holštajn pasmine nisu utvrdili značajne promjene osnovnog kemijskog sastav mlijeka kao ni pokazatelja mikrobiološke kvalitete mlijeka. Pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme sjemenom bundeve u hrani mliječnih ovaca, kada su sjemenke dodane u količini 6,1 % suhe tvari krmne smjese tijekom 70 dana Robles Jimenez i sur. (2024.) također nisu utvrdili značajne promjene kemijskog sastava mlijeka, osim neznatnog smanjenja udjela mliječne masti i značajnog povećanja sadržaja ureje (10,7 do 16,2 mg/dl), što je u suglasju s rezultatima predmetnog istraživanja. Navedene promjene autori povezuju sa značajnim varijacijama sadržaja masti u PSB kao posljedice različitosti sadržaja masti u sjemenkama bundeve, ali i načinu dobivanja pogače, jer su pogače nastale hladnim prešanjem bogatije mastima. Li i sur. (2021.) su u istraživanju kojim su bile obuhvaćene mliječne krave pri djelomičnoj ili potpunoj zamjeni sojine sačme PSB, kada je ona dodana u smjesu sa 4,4 i 8,3 % suhe tvari, također nisu utvrdili promjene kemijskog sastava mlijeka tijekom istraživanja koje je trajalo 27 dana. Sadržaj ureje u mlijeku krava pokusne skupine kojoj je sojina sačma bila potpuno zamijenjena PSB bio je neznajno viši u usporedbi s kontrolnom skupinom. Na osnovi dobivenih rezultata navedeni autori predlažu potpunu zamjenu sojine sačme s PSB u hrani mliječnih krava bez negativnog utjecaja na mliječnost, fermentaciju u buragu ili prividnu probavljivost obroka, krvne pokazatelje ali i poboljšan antioksidativni status.

6.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav ovčjeg mlijeka

Iz rezultata predmetnog istraživanja vidljivo je povećanje koncentracije kratkolančane C10:0 masne kiseline u mlijeku P2 skupine ovaca u odnosu na P1 skupinu 33. dana istraživanja.

Povećana koncentracija pojedinih srednjelančanih masnih kiselina (MCFA), kao C11:0 koja je bila veća u ovčjem mlijeku P2 skupine u odnosu na ovčje mlijeko K skupine 33. dana istraživanja, dok je 66. dana povećana bila veća u odnosu na P1 i K skupinu. Koncentracija C12:0 bila je povećana u ovčjem mlijeku P2 skupine u odnosu na P1 skupinu 66. dana istraživanja, dok je koncentracija C13:0 bila povećana u ovčjem mlijeku P2 skupine u odnosu na K skupinu 33. dana te u odnosu na ostale skupine 66. dana. Masne kiseline u mlijeku preživača dolaze iz nastalih masnih kiselina u buragu, masti iz krmiva te masti mobilizirane iz tjelesnih masnoća (Bauman i Grinari, 2003.). Poznato je da su kratkolančane masne kiseline (SCFA) i MCFA, odnosno C4:0 do C14:0, kao i jedan dio C16:0 proizvedene de novo sintezom u mliječnoj žlijezdi, dok je jedan dio C16:0 kao i dugolančanih masnih kiselina (LCFA) podrijetlom iz krmiva i tjelesnih pričuva masnog tkiva (MacGibbon, 2020.). Smanjenje koncentracije C10:0 i pojedinih MCFA ukazuju na smanjenje de novo sinteze masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi (Lokuge i sur., 2024.) ovaca P1 skupine. Međutim, dodavanjem 14 % PSB u obroke ovaca vidljivo je povećanje pojedinih SCFA i MCFA što ukazuje na povećanu sintezu de novo masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi 66. dana istraživanja. Navedeno bi moglo biti posljedica smanjenja absorpcije ukupnih LCFA u ovaca P2 skupine, što je vidljivo i u mlijeku, za razliku od P1 skupine čija je viša koncentracija LCFA mogla inhibirati de novo sintezu C10:0 i MCFA (Sanjayanj i sur., 2022.) u mliječnoj žlijezdi, što je i vidljivo u Tablici 13. Koncentracija C16:0 je bila značajno povećana u ovčjem mlijeku P1 skupine u odnosu na mlijeko K i P2 skupine 33. dana istraživanja. Krmna smjese sa 7 % dodatka PSB doprinosi povećanju C16:0 u mlijeku, ali samo djelomično, s obzirom da 60 % C16:0 dolazi iz konzumiranih krmiva, a preostalih 40 % iz de novo sinteze u mliječnoj žlijezdi (Chilliard i Ferlay, 2004.).

Koncentracija C15:0 i C17:0 je bila povećana u ovčjem mlijeku P2 skupine 66. dana istraživanja. U buragu preživača, neparne masne kiseline, kao što su C15:0 i C17:0, nastaju tijekom elongacije od propionata i valerata, dok se de novo sinteza C15:0 i C17:0 odvija u mliječnoj žlijezdi i adipoznom tkivu od propionata (Kupczyński i sur., 2024.). Prema Jenkins i sur. (2015.) konzumacija mlijeka koje sadrži neparne masne kiseline kao što su C15:0 i C17:0 mogla bi smanjiti rizik od razvoja metaboličkih bolesti u potrošača. Iako se nalaze u niskim koncentracijama, mlijeko je vrlo važan izvor C15:0 i C17:0 masnih kiselina. Bez obzira na to, u znanstvenoj literaturi se raspravlja o zaštitnim učincima C15:0 masne kiseline na zdravlje te

je izgledno da je njen unos hranom jedini način da se omogući njena prisutnost u ljudskom organizmu (Ciesielski i sur., 2024.).

Koncentracija C18:0 u ovčjem mlijeku je bila značajno smanjena u skupini P1 33. dana, dok je 66. dana bila značajno veća u odnosu na mlijeko P2 skupine, iako je koncentracija C18:0 u krmnim smjesama bila podjednaka u svim obrocima (Tablica 6.). Iako je koncentracija oleinske kiseline (C18:1 c9, OA) u obrocima bila viša u krmnim smjesama P1 i P2, u mlijeku je utvrđena niža koncentracija OA u mlijeku ovaca P1 skupine 33. dana istraživanja koja se tijekom laktacije povećala, s obzirom da je 66. dana hranidbe PSB utvrđena numerički povećana koncentracija OA u mlijeku. Povećanje C18:0 je uslijed konzumacije nezasićene C18 kiselina koja se u buragu ovaca konvertira do zasićene masne kiseline, odnosno C18:0, procesom biohidrogenacije (Chilliard i Ferlay, 2004.). Masne kiseline oslobođene lipolizom brzo se i gotovo u potpunosti hidrogeniraju djelovanjem bakterijskih izomeraza praćenih djelovanjem reduktaza (Bionaz i sur., 2020.). S obzirom da je koncentracija izomera linolne kiseline C18:2 t9,12 povećana u mlijeku ovaca P1 i P2 skupine te je C18:0 povećana u mlijeku P1 ovaca 66. dana, vjerojatno je razina biohidrogenacije PUFA u P1 skupini bila najveća. Biohidrogenacija masnih kiselina je prevođenje PUFA, odnosno α -linolenske (C18:3, ALA) i linolne (C18:2, LA), u vakcensku (C18:1 t11), konjugiranu linolnu (C18:2 c9t11, CLA,) i stearinsku (C18:0) masnu kiselinu putem mikroba u buragu preživača (Bauman i sur., 1999.). Koncentracija eikozapentaenske (C20:5, EPA) je povećana u mlijeku ovaca P2 skupine iako ALA nije bila viša u pokusnim skupinama. Naime, ALA je početnica za sintezu LCFA n-3, iako je učinkovitost elongacije i desaturacije u sisavaca vrlo niska (Patterson i sur., 2012.). Međutim, uz krmne smjese, ovce su konzumirale i sijeno djetelinsko travnih smjesa za koje se zna da je bogat izvor n-3 (Ponnampalam i sur., 2021.), odnosno ALA (Tablici 6).

U tablicama 11, 12 i 13 vidljiva je povećana koncentracija koncentracija zasićenih masnih kiselina (SFA) u mlijeku ovaca hranjenih sa 7 % PSB, dok je smanjena koncentracija nezasićenih masnih kiselina (UFA) i mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) 33. dana istraživanja u odnosu na K skupinu. Navedeno je posljedica povećanja C16:0 u mlijeku 33. dana koja je bila najzastupljenija zasićena masna kiselina u ovčjem mlijeku. Koncentracije UFA i MUFA smanjene su uslijed smanjenja koncentracije OA koja je najzastupljenija od svih UFA i MUFA masnih kiselina u ovčjem mlijeku.

6.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil ovaca

6.4.1. Hematološki pokazatelji ovaca

Određivanje hematoloških pokazatelja važno je zbog uočavanja mogućih anomalija hematokrita, morfologije eritrocita ili promjena u ukupnoj te diferencijalnoj krvnoj slici životinja (Kramer, 2000.). Primjena PSB u hranidbi ovaca u ranoj laktaciji nije rezultirala značajnim promjenama hematološki pokazatelja u krvi ovaca, ni u broju krvnih stanica, niti u sadržaju eritrocitnih konstanti (Tablice 14. i 15.). Iako su utvrđena manja odstupanja u odnosu na referentne vrijednosti (Moris i sur., 2022.) za pojedine hematološke pokazatelje, dobiveni rezultati ukazuju na odgovarajući zdravstveni status istraživanih grla. Tijekom cjelokupnog istraživanja utvrđen je niži sadržaj MCHC u krvi ovaca u svim skupinama u usporedbi s referentnim vrijednostima što ukazuje na potrebu redizajniranja postojećih referentnih vrijednosti za taj pokazatelj. Razlog navedenoga može biti i stadij laktacije jer je istraživanje provedeno u ranom stadiju laktacije. Naime, Antunović i sur. (2017.c) su također utvrdili niži sadržaj MCHC u krvi Merinolandschaf ovaca u ranom stadiju laktacije u ekološkom uzgoju. Značajno viši udio limfocita u krvi ovaca P1 skupine u odnosu na K skupinu ukazuje na imunomodulacijski učinak primjene PSB u hranidbi ovaca. Do sličnih rezultata u krvi jaradi pri hranidbi sa 16 % PSB u krmnoj smjesi došli su Klir Šalavardić i sur. (2024.). Niži udio limfocita, ali i viši bazofila u krvi ovaca u usporedbi s referentnim vrijednostima (Latimer i sur., 2003.) mogu biti posljedica rane laktacije. Do sličnih zaključaka došli su Das i Singh (2000.) i Antunović i sur. (2017.b). u ovaca u ranoj laktaciji. Međutim, ukupno gledano utvrđene promjene hematoloških pokazatelja su bile vrlo male u istraživanih ovaca. U istraživanjima s miševima Iwo i sur. (2014.) su pri korištenju ekstrakta sjemenki bundeve (7,6 g/kg), kroz tjedan dana, utvrdili jačanje imunološkog sustava koje se očitovalo povećanjem broja limfocita i fagocitotne aktivnosti. Dodavanjem PSB u krmnu smjesu janjadi u tovu s 10 i 15 % u zamjenu za sojinu sačmu nisu utvrđene promjene hematoloških pokazatelja (Antunović i sur., 2018.).

6.4.2. Biokemijski pokazatelji u krvi ovaca

Utvrđivanje biokemijskih pokazatelja u krvi ovaca (minerali, metaboliti, enzimi) omogućava potpuniji uvid u metabolički profil ali i hranidbeni status ovaca te se često koristi osim za fiziološka istraživanja i za utvrđivanje dijagnoze i prognoze bolesti, ali i dobrobiti životinja (Kholif i sur., 2020.; Antunović i sur., 2011.ab).

6.4.2.1. Minerali u krvi ovaca

Većina minerala u organizmu životinje je čvrsto regulirana homeostatskim mehanizmom te se najčešće koncentracije minerala (osobito makroelemenata) u krvi ne uzimaju kao preslika hranidbe kada homeostatski sustav dobro funkcionira. Međutim, na unos hranom osjetljivije su koncentracije fosfora, kalija, magnezija i sumpora u krvi životinja (Van Saun, 2000., Antunović, 2015.a). Koncentracije Ca i Fe u krvi istraživanih ovaca nisu se značajno razlikovale ovisno u hranidbenom tretmanu dok su koncentracije Mg i P-anorganskog bile značajno različite (Tablica 16.). Naime, utvrđena je značajno više koncentracija Mg u ovaca P2 i K skupine za razliku od P1 skupine ali i značajno niža koncentracija P-anorganskog u P2 skupini u usporedbi s P1 skupinom na kraju istraživanja (66. dan). Usporedbom dobivenih koncentracija minerala s referentnim vrijednostima prema Kaneku i sur. (2008.) vidljivo je da su koncentracije Ca i Fe u krvi istraživanih ovaca tijekom cjelokupnog istraživanja bile niže. Koncentracije Mg u krvi istraživanih ovaca P2 skupine, koje su konzumirale krmnu smjesu s 14 % dodatka PSB bile su povećane prema kraju istraživanja. Navedeno ukazuje na bogatstvo pogače sjemenki bundeve magnezijem (Patel, 2013.; Dowidar i sur., 2020.). Promjene koncentracija Ca i Fe u krvi istraživanih ovaca ukazuju na njihove povećane potrebe s obzirom da je istraživanje provedeno u ranoj laktaciji kada je njihova potreba značajno povećana zbog sekrecije mlijeka i njihovoga izlučivanja mlijekom (Antunović i sur., 2021.; Treacher i Caja, 2002.). Značajno niža koncentracija anorganskog fosfora u krvi ovaca P2 skupine zajedno sa značajno povećanom koncentracijom glukoze u krvi ukazuje na sudjelovanje tog minerala u energetske metabolizmu kada je pri boljoj energetskej opskrbi povećana potrošnja fosfora u međustaničnom prostoru što smanjuje njegovu koncentraciju u krvi (Ribeiro i sur., 2003.).

6.4.2.2. Metaboliti u krvi ovaca

Koncentracije metabolita u krvi istraživanih ovaca važan su pokazatelj u procjeni metaboličkog profila krvi ovaca i usklađivanju kvalitete hranidbe. U P2 skupini ovaca hranjenoj s dodatkom 14 % PSB u krmnoj smjesi utvrđena je značajna viša koncentracija glukoze 66. dana istraživanja, a niža koncentracija NEFA 33. dana istraživanja u usporedbi sa K skupinom (Tablica 17.). U P1 skupini ovaca utvrđena je 66. dana istraživanja značajno niža koncentracija uree u krvi pri usporedbi s K i P2 skupinom. Navedene promjene mogu biti pod utjecajem sadržaja i kvalitete bjelančevina u hrani i energetskeg deficita čime se potiče mobilizacija tjelesnih pričuva bjelančevina što uzrokuje povećanje koncentracije uree u krvi kao posljedice prekomjerne deaminacije aminokiselina što dovodi do povećanja koncentracije uree u mlijeku (Pulina i Nudda, 2004.). Naime, Gonzaga i sur. (2015.) naglašavaju da su promjene u koncentracijama ureje u krvi povezane s koncentracijama amonijaka u buragu koje ovise o metaboličkoj aktivnosti mikroflora buraga koja pretvara dušik iz amonijaka u mikrobnje bjelančevine u procesu u kojem se troši energija. Koncentracije BHB u krvi istraživanih ovaca nisu ovisile o hranidbenom tretmanu. Koncentracije ukupnih proteina, albumina, te lipidne frakcije u krvi istraživanih ovaca nisu bile značajne ovisno o hranidbenom tretmanu. Većina utvrđenih koncentracija biokemijskih pokazatelja u krvi istraživanih ovaca su bile u fiziološkim granicama (Kaneko i sur., 2008.). Viša koncentracija glukoze, kao i niža koncentracija NEFA u skupinama ovaca hranjenih PSB ukazuju na odgovarajući energetske status ovaca. Naime, Lotfollahzadeh i sur. (2016.) su izvijestili da utvrđene koncentracije BHB u krvi ovaca više od 0,86 mmol/L ukazuju na neodgovarajuću energetske opskrbu, što nije potvrđeno predmetnim istraživanjima. Navedeno je u suglasju s istraživanjima Antunovića i sur. (2017.c) koji su u ranoj laktaciji ovaca Merinolandschaf pasmine utvrdili značajno povećanje koncentracija NEFA u krvi. Naime, kako ističe Andrews (1997.) do odstupanja u koncentracijama NEFA i BHB u krvi može doći uslijed negativnog energetskeg balansa u ovaca i pojavi metaboličkih poremećaja nakon janjenja. Utvrđene koncentracije NEFA u krvi ovaca u predmetnom istraživanju (<0,8 mmol/L) pokazatelj su zadovoljavajućeg prijelaza iz gravidnosti u laktaciju (Allen i Piatoni, 2013.). U istraživanju Li i sur. (2011.) pri potpunoj ili djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSB u mliječnih krava utvrđene su slične promjene koncentracije glukoze, ureje i kolesterola u krvi ali bez značajnih razlika. Patel (2013.) također ukazuje na blagotvoran učinak

sjemenki bundeve na koncentracije glukoze u krvi. Antunović i sur. (2018.) su pri dodatku 10 i 15 % PSB u zamjenu za sojinu sačmu u hranidbi janjadi u tovu utvrdili značajne promjene u koncentraciji glukoze (4,33 do 4,82 mmol/L) i NEFA u krvi (0,07 do 0,04 mmol/L) u usporedbi s kontrolnom skupinom. Smanjena koncentracija uree u krvi P1 skupine u odnosu na K skupinu ukazuje na sadržaj i probavljivost bjelanjčevina hrane, ali je povezana i s omjerom energija/bjelanjčevine obroka (Siqueira i sur., 2020.). Većina analiziranih pokazatelja bila je unutar referentnih vrijednosti, uz iznimku neznatno povećane koncentracije ureje, albumina i HDL-a, što je u skladu s referentnim vrijednostima navedenim u literaturi (Kaneko i sur., 2008.; Caldeira i sur., 2007.; Antunović i sur., 2011.a,b; Suttle, 2010.).

6.4.2.3. Enzimi u krvi ovaca

Utvrđena enzimatska aktivnost u krvi istraživanih ovaca nije znatnije odstupala ovisno o hranidbenom tretmanu, izuzev aktivnosti AST i GGT 33. dana (Tablica 18.). Aktivnost AST u krvi istraživanih ovaca 33. dana bila je najviša u K skupini ovaca u usporedbi s P2 skupinom, a aktivnost GGT istoga dana u usporedbi s P1 skupinom. Usporedbom utvrđenih aktivnosti enzima u krvi istraživanih ovaca s referentnim vrijednostima prema Kaneku i sur. (2008.) vidljivo je da su one bile u granicama, osim aktivnosti GGT što ukazuje na opterećenost jetre zbog filtriranja krvi s obzirom na važnu metaboličku aktivnost organizma kao posljedica povećane sekrecije mlijeka naglašenu u početnom razdoblju laktacije u kojem su bile i istraživane ovce. Naime, u prilog tome ide i utvrđena povećana aktivnost GGT u krvi istraživanih ovaca, osobito 33. dana istraživanja. Poznato je da su aktivnost AST i GGT te koncentracija kolesterola u krvi važni za dijagnostiku oštećenja jetre u životinja (Silanikova i Tiomokin, 1992.). Aktivnost ALT u krvi istraživanih ovaca nije bila različita s obzirom na hranidbeni tretman, dok je zamjetan trend smanjenja aktivnosti ALP u krvi ovaca na kraju istraživanja u ovaca P2 skupine, kao i neznatno numeričko smanjenje u P1 skupini, ali bez znatnijih razlika. U krvi mliječnih krava u laktaciji Li i sur. (2021.) također su utvrdili sličan, ali značajan trend smanjenja aktivnosti ALP, kao i neznajno nižu aktivnost ALT i AST u skupinama gdje je sojina sačma u potpunosti bila zamijenjena s PSB. Navedene promjene ukazuju na aktivaciju određenih zaštitnih učinaka na hepatocyte što je u suglasju sa zaključcima istraživanja Nikosi i sur. (2005. i 2010.) i mogu se povezati sa značajnim udjelom bioloških

aktivnih sastojaka koje sadržavaju sjemenke bundeve, primjerice polifenolne spojeve, tokoferole, triterpene, saponine, fitosterole, lignane i karotenoide (Valdez-Arjona i sur., 2019.; Dowidar i sur., 2020.). Li i sur. (2021.) su utvrdili pri potpunoj ili djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSB značajno smanjenje aktivnosti AST s povećanjem udjela PSB u hrani mliječnih krava (od 74,3, 68,3 do 60,0 U/L) te za razliku od predmetnog istraživanja i značajno smanjenje ALP u PSB skupinama u usporedbi s kontrolnom skupinom.

6.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i eksterijerne odlike janjadi

6.5.1. Proizvodna svojstva janjadi

Gospodarska učinkovitost ovčarske proizvodnje uvelike ovisi o zdravlju i hranidbi ovaca, ali i o stupnju preživljavanja i razini iskoristivosti obroka te prevladavanju stresa pri odbiću njihove janjadi (Reintke i sur., 2021.). Analizom proizvodnih svojstava janjadi hranjene krmnim smjesama u kojima je sojina sačma (K) potpuno ili djelomično zamijenjena PSB u skupinama P1 i P2 nije utvrđeno značajno odstupanje. U pokusnim skupinama janjadi P1 i P2 u odnosu na K skupinu utvrđeno je numeričko povećanje tjelesne mase (33,63 i 32,05 kg : 31,63 kg) i dnevnih prirasta (301,23 i 288,51 g : 276,14 g, Tablica 19.).

Keller i sur. (2021.) su u istraživanju kojim je bila obuhvaćena točna muška janjad hranjena kukuruznom silažom te krmnom smjesom sa sojinom sačmom ili PSB na bazi 16 % sirovih bjelančevina u suhoj tvari krmne smjese utvrdili slične neznačajne promjene tjelesne mase pri klanju i dnevnih prirasta te konzumacije i konverzije hrane. U hranidbi tovnih mušaka teladi (u dobi 4,3 mjeseca) gdje je u krmnoj smjesi sojina sačma zamijenjena s 23 % PSB u istraživanju Kurrig i sur. (2019.), kroz 17 tjedana, utvrđeni su neznačajno veći dnevni prirasti te manja konzumacija hrane i konverzija hrane za 1 kg prirasta. U istraživanju Antunovića i sur. (2015.b) pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSB (10 i 15 % suhe tvari) u krmnim smjesama janjadi u tovu tijekom 30 dana utvrđena je, također, neznačajno veća tjelesna masa (32,63 : 34,40 i 32,72 kg) i dnevni prirast janjadi (223,61 : 282,67 i 226,67 g). U hranidbi janjadi u tovu Novoselec i sur. (2017.) su također pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme sa 7 % PSB koja je dodana u krmnu smjesu nisu utvrdili promjene u proizvodnim svojstvima janjadi (tjelesna masa,

dnevni prirasti te konzumacija i konverzija hrane). Klir Šalavardić i sur. (2022.) su u hranidbi sisajuće i odbijene jaradi, u dobi od 32. do 87. dana, hranjenoj krmnom smjesom u kojoj je kao glavni izvor bjelančevina korištena PSB umjesto soje (ekstrudirana soja i sojina sačma) u količini 16 % krmne smjese utvrdili neznajno veću završnu tjelesnu masu (15,49 : 17,92 kg) i dnevni prirast jaradi (145,64 : 163,77 g). Razzaghzadeh i sur. (2007.) su u istraživanju provedenom s teladi bivola u dobi od godinu dana hranjene s različitim razinama silaže od ostataka bundeve (0, 20, 40 i 60 %), kojom je zamijenjen voluminozni dio obroka, utvrdili neznajne razlike između skupina u konzumaciji suhe tvari, konverziji hrane i dnevnim prirastima. U istraživanju Maselema i sur. (2021.) s muškom jaradi u dobi 6 mjeseci utvrđena je značajno viša konzumacija krmne smjese s dodatkom sojine sačme za razliku od PSB, dok završna tjelesna masa i dnevni prirast nisu bili značajni. Nadalje, autori navedene promjene povezuju s većim udjelom masti u PSB jer je poznato da uključivanje u obroke dodatka bogatih mastima može utjecati na smanjenje konzumacije suhe tvari obroka u preživača (Hess i sur., 2008.).

Navedene promjene u ostvarenim proizvodnim svojstvima janjadi u predmetnom istraživanju ukazuju na odgovarajuću opskrbu janjadi hranom te opravdanost uvođenja i zamjene sojine sačme s PSB kao vrijednog ekološkog bjelančevinastog krmiva.

6.5.2. Eksterijerne odlike janjadi

Predmetnim istraživanjem nisu utvrđene značajne promjene eksterijernih odlika janjadi između pokusnih skupina P1 i P2 u odnosu na K skupinu, osim utvrđenog značajno većeg opsega buta 33. dana janjadi P2 skupine u odnosu na P1 skupinu. Utvrđene navedene promjene eksterijernih odlika janjadi su bile zanemarive i nisu potvrda značajnog utjecaja hranidbenog tretmana (Tablica 20.). Analizom indeksa tjelesne razvijenosti janjadi utvrđeni su značajno veći indeksi tjelesne kompaktnosti (ITKO) 33. dana istraživanja sa značajnim povećanjem u janjadi P1 skupine u odnosu na P2 skupinu. Indeks tjelesne kondicije (ITK) je opće prihvaćeni pokazatelj koji ukazuje na tjelesni razvoj i tjelesnu kondiciju životinja (Kenyon i sur., 2014.). Utvrđeni ITK janjadi nije bio značajno različit ovisno o hranidbenom tretmanu, ali je vidljivo njegovo numeričko povećanje u P1 i P2 skupini u odnosu na K skupinu (Tablica 21.). Navedeno ukazuje na kvalitetu hranidbe istraživane janjadi.

Do sličnih promjena eksterijernih odlika (tjelesnih mjera i indeksa tjelesne razvijenosti) janjadi hranjene krmnim smjesama u kojima je sojina sačma djelomično zamijenjena s 10 i 15 % PSB došli su Antunović i sur. (2015.b), sa 7 % dodatka PSB umjesto djelomično zamijenjene sojine sačme u krmne smjese tovne janjadi te Novoselec i sur. (2017.). U istraživanju navedenih autora (Antunović i sur., 2015.b) utvrđena je jedino značajno veća dužina trupa u skupini janjadi hranjene krmnom smjesom s 10 % PSB za razliku od janjadi hranjene s 15 % PSB, kao i manji ITKO u skupini s 10 % PSB u odnosu na skupinu sa sojinom sačmom, dok u istraživanju Novoselec i sur. (2017.) nije bilo značajnih razlika u eksterijernim odlikama janjadi, osim znatno većeg ITKO u kontrolnoj skupini za razliku od pokusne skupine hranjene sa 7 % PSB. Slične promjene u eksterijernim odlikama janjadi pri hranidbi krmnim smjesama gdje je soja zamijenjena s 14 % PSB utvrdili su Klir Šalavardić i sur. (2022.), kada je utvrđena jedino značajno veća visina grebena u PSB skupine. Optimalni ITK ovaca je od 2,5 do 3,5 (Kenyon i sur., 2014.). Naime, poznato je da indeksi tjelesne razvijenosti i tjelesna masa mladih preživača ukazuju na razvijenost respiratornog i probavnog sustava, dok indeks tjelesnih proporcija (ITP) ukazuje na razvoj koštanog sustava u longitudinalnom smjeru (Chiofalo i sur. 2004.). ITKO može se uzeti kao pokazatelj zastupljenosti i raspodjele mišićnog tkiva u trupu janjadi (Yáñez i sur., 2004.).

6.5.3. Klaonički pokazatelji janjadi

Analizom klaoničkih pokazatelja janjadi nisu utvrđene značajne promjene većine pokazatelja ovisno o hranidbenom tretmanu. Utvrđena neznajno veća završna tjelesna masa janjadi P1 i P2 skupine u odnosu na K skupinu rezultirala je neznajno većom klaoničkom masama i masom janječeg trupa, dok je skupini P1 utvrđen i neznajno veći randman (Tablica 22.). Masa kože, nogu, predželudaca i iznutrica te linearne mjere trupa (dužina trupa i buta te opseg buta) nisu se značajno razlikovali ovisno o hranidbenom tretmanu, iako je utvrđeno numeričko povećanje opsega buta u P2 skupini janjadi za razliku od K i P1 skupine.

U istraživanju Antunovića i sur. (2018.) s janjadi hranjenoj krmnim smjesama u kojima je djelomično zamijenjena sojina sačma s 10 i 15 % PSB utvrđene su slične promjene klaoničkih pokazatelja i linearnih mjera janjećih trupova. Autori su utvrdili neznajno veći randman janjadi

hranjene 15 % dodatkom PSB koji je bio 51,33 % za razliku janjadi hranjene 10 % dodatkom PSB (50,00 %) i kontrolne skupine (52,31 %).

Pri hranidbi tovne muške teladi kukuruznom silažom te krmnom smjesom sa sojinom sačmom ili PSB na bazi 16 % sirovih bjelančevina u suhoj tvari krmne smjese Keller i sur. (2021.) su utvrdili slične neznčajne promjene klaoničke mase i mase toplog trupa, mase iznutrica te randmana.

6.5.4. Fizikalna svojstva janječeg mesa

Boja mesa je važan pokazatelj kvalitete mesa koji je potrošačima ključna pri odabiru i kupovini mesa, a ovisi o oksidaciji mioglobina i nakupljanju metamioglobina (Cimmino i sur., 2018.). Analizom fizikalnih svojstava janječeg mesa (*musculus semimembranosus*) utvrđene su slične vrijednosti većine svojstava, osim veće pH₂-vrijednosti mesa nakon 24 sata u trupovima P1 janjadi u odnosu na P2 skupinu te boje (a*) crvenila i chrome u trupovima P2 i K skupine za razliku od trupova P1 skupine (Tablica 23.). Navedene promjene moguće je povezati s različitim udjelima PSB u obroku ovaca i njihove janjadi u P1 i P2 skupine te sadržajem polifenola u njima. Naime, Kaur i Sharma (2018.) zaključuju da sjemenke bundeve sadrže obilje biopoticajnih tvari, između ostalih i polifenola. Utvrđene vrijednosti fizikalnih svojstava janječeg mesa u predmetnom istraživanju su u granicama očekivanih za janjad (Držaić i sur., 2016.). Hasan i sur. (2020.) su u brojlera u tovu hranjenih smjesama u kojima je suncokretova sačma zamijenjena uljem bundeve u količini 0,5, 1 i 1,5 % suhe tvari utvrdili značajno povećanje pH-vrijednosti mesu s najvećim udjelom ulja bundeve u odnosu na kontrolnu skupinu pilića. Antunović i sur. (2018.) nisu utvrdili znatniji utjecaj hranidbenog tretmana u istraživanju s janjadi hranjene djelomičnom zamijenjenom sojine sačme PSB u količini 10 i 15 % u krmnoj smjesi, a utvrđeni pokazatelji boje janječeg mesa su bili vrlo sličnih vrijednosti. Tako su prosječne vrijednosti za svjetloću (L*), crvenilo (a*) i žutilo (b*) janječeg mesa bile od 41,50 do 42,97, 20,44 do 20,74 te 2,14 do 2,85. U navedenom istraživanju utvrđeno je najveće crvenilo mesa u skupini s 10 % PSB. Višu pH_{24h}-vrijednost *longissimusa thoracis et lumborum* u trupu tovne teladi hranjene kukuruznom silažom te krmnom smjesom sa sojinom sačmom ili PSB na bazi 16 % sirovih bjelančevina u suhoj tvari krmne smjese utvrdili su Keller i sur. (2021.). U istraživanjima Bodkowskog i sur. (1995.) provedena je hranidba janjadi tijekom 90 dana gdje

je u pokusnim skupinama u obrok dodano po 50 g/danu/janjetu oljuštenih pripremljenih i nepripremljenih sjemenki bundeve. Istraživanjima je utvrđeno da je u pokusnoj skupini janjadi hranjene s pripremljenim sjemenkama bundeve pri senzorskoj ocjeni janjećih trupova utvrđen jači intenzitet boje u odnosu na kontrolnu i pokusnu skupinu s nepripremljenim sjemenkama bundeve (5,00: 4,02: 4,07), ali i sve druge senzorske pokazatelje mesa (miris, mekoću, sočnost i postojanost okusa).

6.6. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na masnokiselinski sastav janjećeg mesa i trbušne maramice

U tablicama 24. i 25. prikazana je koncentracija masnih kiselina u *m. semimembranosus*-u janjadi zaklane pri prosječnoj dobi od 66 dana. Vidljivo je kako su koncentracije C12:0, C14:0 i C14:1 bile niže u mišićima janjadi P1 i P2 skupine, dok je koncentracija C15:0 bila niža u mesu janjadi P2 skupine u odnosu na K skupinu. Antunović i sur. (2018.) nakon dodavanja 10 i 15 % PSB u obroke janjadi nisu utvrdili značajne razlike C12:0-C16:0. Iz tablice 6. vidljivo je da je koncentracija navedenih masnih kiselina u krmnim smjesama i sijenu bila neznatna, stoga je navedena znatno veća njihova koncentracija u mesu rezultat konzumacije ovčjeg mlijeka, kao i ukupnog unosa energije. Navedeno je doprinijelo i ukupnom smanjenju MCFA u mišićima janjadi P2 skupine u odnosu na K skupinu (Tablice 24 i 25.). Prema Velasco i sur. (2001.) masnokiselinski profil mišića sisajuće janjadi ovisi o masnokiselinskom profilu ovčjeg mlijeka koji može biti izmijenjen dodacima u obroku, a konzumacija obroka obogaćenih mastima dovodi do taloženja nezasićenih masti. Većim unosom ukupne energije obroka potiče se i de novo sinteza C12-C16 (Aurousseau i sur., 2007.). Dominantne masne kiseline, utvrđene predmetnim istraživanjem u mišićnom tkivu janjadi svih skupina bile se oleinska, palmitinska, stearinska i linolna što je u skladu s rezultatima istraživanjima Albenzio i sur. (2016.) te Battacone i sur. (2021.).

U predmetnom istraživanju koncentracija LA bila je veća za 38 % u mesu P2 skupine janjadi u odnosu na K skupinu, što je posljedično rezultiralo i povećanjem PUFA u mesu P2 skupine. Poznato je da je PSB bogata PUFA n-6, odnosno LA (Murković, 1996.; Klir i sur., 2017.b). Činjenica je da je povećanjem količine krmne smjese u hranidbi moguće povećati

koncentraciju n-6 PUFA (Huang i sur., 2023.). Prema tome, janjeći mišići su bogat izvor LA što potvrđuju rezultati predmetnog istraživanja u kojima je vidljiva visoka koncentracija LA u janječim mišićima svih istraživanih skupina, iako je bila statistički značajna samo u mesu P2 skupine. U istraživanju Bodkowski i sur. (1995.) utvrđeno je povećanje LA u skupini janjadi hranjene s 50 g mljevenih sjemenki bundeve u odnosu na kontrolnu skupinu (6,80 u odnosu na 3,96%). Antunović i sur. (2018.) su u obrocima za janjad djelomično zamijenili sačmu soje PSB s 10 i 15 % u krmnim smjesama, pri čemu je navedena hranidba doprinijela povećanju LA koncentracije u *m. semimembranosus*-u. Međutim, zbog biohidrogenacije koju provode mikroorganizmi u buragu janjadi, većina PUFA se konvertira u SFA, a samo mali udio PUFA zaobiđe hidrogenaciju u buragu (Wood i sur., 2008.). Dokaz navedenome je i viša utvrđena koncentracija ALA u obrocima K skupine, u odnosu na P1 i P2 skupinu, koja nije rezultirala povećanjem ALA u mišićnom tkivu, vjerojatno zbog biohidrogenacije većeg dijela ALA iz obroka. Glavni put biohidrogenacija ALA je njena pretvorba u izomer cis-9,trans-11, cis-15 18:3, zatim se prevodi u trans-11, cis-15 18:2 te u trans-11 18:1 te na kraju u C18:0 (Shingfield, 2010.).

Koncentracija dokozaheksaenske kiseline (C22:6, DHA) u mišiću janjadi P2 skupine bila je veća od one u mišiću janjadi K skupine, dok je koncentracija EPA bila numerički veća mišiću pokusne skupine janjadi, iako je bila vrlo niska. U istraživanju Ponnampalam i sur. (2014.) koncentracija dugolančanih PUFA n-3 masnih kiselina (EPA i DHA) bila je najviša u janjadi hranjene pašom, te znatno niža u janjadi hranjene žitaricama tijekom razdoblja niske dostupnosti kvalitetne paše, što ukazuje da su razine EPA i DHA u mišićima janjadi osjetljive na hranidbu. U predmetnom istraživanju, uz krmne smjese, janjad je bila hranjena i sijenom djetelinsko travnih smjesa te ovčjim mlijekom koji su doprinijeli povećanju navedenih LCFA, s obzirom da je ALA početnica za sintezu dugolančanih n-3 masnih kiselina (EPA i DHA; Sinclair, 2007.). Iz tablice 17. vidljivo je da su koncentracije EPA i DHA u ovčjem mlijeku bile više u mišićima P2 skupine janjadi 66. dana istraživanja, što je doprinijelo prijenosu navedenih masnih kiselina u probavni sustav janjadi, a kasnije dijelom i u mišiće. Prema tome, u mesu sisajuće janjadi utvrđen je sastav masnih kiselina koji je pod utjecajem sastava ovčjeg mlijeka (Battacone i sur., 2021.). Mišićno tkivo janjadi ima kapacitet za daljnju metabolizaciju ALA od koje se sintetiziraju EPA i DHA pomoću $\Delta 6$ -desaturaza i $\Delta 5$ -desaturaza (Wachira i sur., 2002.). Prema tome, meso sisajuće janjadi može sadržavati i više koncentracije LCFA n-3 u odnosu na

odbijenu janjad. Povećanje navedenih masnih kiselina rezultiralo je ukupnim povećanjem LCFA u mišiću skupine janjadi hranjene krmnim smjesama s 14 % PSB.

Poznato je da hranidba utječe na razinu buražne fermentacije, što posljedično utječe na sastav masnih kiselina u pričuvama masnog tkiva (Velasco i sur., 2001.). Što se tiče sastava masnih kiselina može se reći da je masnoća u mišićima više pod utjecajem hranidbe u odnosu na potkožno masno tkivo kada janjad uz majčino mlijeko konzumira i krutu hranu (Chestnutt, 1994.). Dominantne masne kiseline u trbušnoj maramici u predmetnom istraživanju su oleinska i palmitinska u svim skupinama janjadi (Tablice 26., 27. i 28.), što je u skladu s istraživanjem Noci i sur. (2011.) u kojem je utvrđena najveća zastupljenost upravo navedenih masnih kiselina u adipoznom janječem tkivu. Abou-Rjeileh i sur. (2025.) navode da dodatak masnih kiselina u hranidbi može povećati skladištenje lipida u adipocitima, kao na primjer dodatak krmiva bogatih oleinskom i palmitinskom kiselinom. Dodatak PSB od 7 i 14 % povećava koncentraciju oleinske kiseline u adipoznom tkivu (za 18 i 15 %) što je utjecaj konzumiranih obroka bogatih OA s obzirom da je njen sadržaj u P1 i P2 krmnoj smjesi bio 51,49 i 56,38 % u odnosu na K skupinu o koje je bila sadržana s 44,36 %. Povećanje OA rezultiralo je i ukupnim povećanjem LCFA u trbušnoj maramici P2 skupine janjadi hranjene s 14 % PSB.

6.7. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve na metabolički profil janjadi

Metabolički je profil krvi pouzdan pokazatelj kvalitete hranidbe janjadi te njihovog zdravlja (Antunović i sur. 2007.; Lepherd i sur. (2009.). Čini ga skup većeg broja analiza krvi u koje se ubraja hematološke pokazatelji koji uključuju broj krvnih stanica, eritrocitnih konstanti i diferencijalnu krvnu sliku te biokemijske pokazatelje koje čine koncentracije minerala, metabolita i aktivnosti enzima (Van Saun i sur. 2023.).

6.7.1. Hematološki pokazatelji janjadi

Predmetnim istraživanjem nisu utvrđene statistički značajne promjene sadržaja hematoloških pokazatelja, broja krvnih stanica, a niti sadržaja eritrocitnih konstanti u krvi janjadi ovisno o hranidbenom tretmanu (Tablice 29. i 30.). Utvrđeni hematološki pokazatelji janjadi bili su u granicama referentnih vrijednosti za janjad (Lepherd i sur., 2009.). Jedino je utvrđena niža

vrijednost MCHC u krvi janjadi svih skupina, čije su se prosječne vrijednosti bile od 284,17 do 303,25 g/L, u usporedbi s referentnim vrijednostima (332-392 g/L). Navedeno ukazuje na potrebu redizajniranja postojećih referentnih vrijednosti za istraživanu eritrocitnu konstantu. Također je utvrđen i neznatno niži udio limfocita 1. i 33. dana u krvi janjadi K i P1 skupine te viši udio bazofila u usporedbi s navedenim referentnim vrijednostima za ovce (Latimer i sur., 2003.), što se može povezati s različitom dobi jer su referentne vrijednosti izražene za odrasla grla-ovce (Tablica 30.). U dostupnoj literaturi malo je istraživanja koja obuhvaćaju utvrđivanje hematoloških pokazatelja u janjadi hranjene obrocima u kojima je sojina sačma zamijenjena PSB. U istraživanju Novoseleca i sur. (2017.) pri zamjeni sojine sačme PSB u krmnoj smjesi za janjad u tovu u količini od 7 % također nisu utvrđene značajne promjene hematoloških pokazatelja (broj krvnih stanica, eritrocitne konstante, diferencijalna krvna slika), što je u suglasju s rezultatima predmetnog istraživanja. Pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme s 10 ili 15 % PSB u krmnim smjesama u hranidbi janjadi Antunović i sur (2018.) također nisu utvrdili znatnije promjene hematoloških pokazatelja. Autori su utvrdili i niži sadržaj MCHC u krvi janjadi u odnosu na referentne vrijednosti, ali i niži prosječni sadržaj hemoglobina tijekom istraživanja koji je bio od 87,75 do 96,67 g/L. Klir Šalavardić i sur. (2024.) u hranidbi jaradi u sisajućem i razdoblju nakon odbića, u dobi od 32. do 87. dana, hranjene krmnom smjesom u kojoj je kao glavni izvor bjelančevina korištena PSB umjesto soje (ekstrudirana soja i sojina sačma) u količini od 16 % krmne smjese također nisu utvrdili značajne promjene hematoloških pokazatelja, osim značajno većeg broja leukocita i manjeg broja limfocita u krvi jaradi pri odbiću u PSB skupine. Navedene promjene autori povezuju sa stresom pri odbiću jaradi te imunomodulacijskim učinkom zastupljenih masnih kiselina i polifenola PSB u životinja, što je u suglasju s rezultatima Kokić i sur. (2024) i El-Saadany i sur. (2022.). Naime, u hranidbi štakora dodatkom sjemena bundeve Adepoju i Adebanjo (2011.) utvrdili su značajne promjene leukocita u krvi pokusnih skupina. Predmetnim istraživanjem također je utvrđeno numeričko povećanje sadržaja leukocita u krvi janjadi P1 i P2 skupine u usporedbi s K skupinom. U istraživanjima na miševima Iwo i sur. (2014.) su pri korištenju ekstrakta sjemenki bundeve (7,6 g/kg) kroz tjedan dana utvrdili jačanje imunološkog sustava koje se očitovalo u povećanju broja limfocita i fagocitne aktivnosti. Navedeno je u suglasju s rezultatima predmetnog istraživanja jer je na kraju istraživanja 66. dana utvrđen sličan udio limfocita u krvi istraživane janjadi.

6.7.2. Biokemijski pokazatelji u krvi janjadi

6.7.2.1. Minerali u krvi janjadi

Predmetnim istraživanjem nije utvrđen značajan utjecaj hranidbenog tretmana na koncentracije minerala u krvi janjadi (Tablica 31.). Utvrđene prosječne koncentracije minerala u krvi janjadi tijekom istraživanja su bile u granicama referentnih vrijednosti za janjad prema Lepherd i sur. (2009.) i kretale su se za Mg (od 0,89 do 1,18 mmol/L), za Ca (od 2,42 do 2,64 mmol/L), za P-anorganski (od 2,86 do 3,44 mmol/L), a za Fe (od 29,37 do 39,33 μ mol/L). Antunović i sur (2018.) također nisu utvrdili značajne promjene koncentracija minerala (Ca, P-anorganski i Fe) u krvi tovne janjadi pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSB koja je u krmne smjese dodana s udjelom 10 i 15 %. Slične promjene u koncentracijama minerala u krvi jaradi pri hranidbi krmnim smjesama u kojima je soja zamijenjena s 14 % PSB utvrdili su Klir Šalavardić i sur. (2024.), kada je utvrđena jedino značajno veća koncentracija Mg u krvi pokusne jaradi pri odbiću što autori povezuju s većim sadržajem Mg u bundevi.

6.7.2.2. Metaboliti u krvi janjadi

Utvrđene koncentracije metabolita u krvi janjadi u predmetnom istraživanju nisu u znatnije odstupale ovisno o hranidbenom tretmanu (Tablica 32.). Naime, 1. dana istraživanja utvrđena je značajno veća koncentracija uree u krvi janjadi K i P2 skupine za razliku od P1 skupine u koje je utvrđena najniža koncentraciju uree (5,51 i 5,23 : 4,41 mmol/L). U idućim mjerenjima tijekom predmetnog istraživanja nisu utvrđene promjene u koncentracijama uree u krvi janjadi. Nadalje, istoga je dana, također, utvrđena značajno manja koncentracija ALB u krvi janjadi P1 i P2 skupine u odnosu na K skupinu. Koncentracije kolesterola u krvi su bile značajno smanjene u P2 skupini u odnosu na P1 skupinu, a koncentracije LDL- kolesterola u P2 skupini u odnosu na K i P1 skupine 66. dana istraživanja. Koncentracije HDL-kolesterola su bile značajno povećane u P1 skupini te numerički povećane u P2 skupini u odnosu na janjad K skupine. Utvrđene su također i povećane koncentracije BHB u krvi janjadi P1 skupine u usporedbi s K skupinom, ali one su bile u dozvoljenim fiziološkim granicama koje su u kvalitetno hranjenih ovaca $>0,80$ mmol/L (Marutsova i Marutsov, 2018.). Također je zabilježeno i neznajno smanjenje koncentracija glukoze te povećanje ukupnih bjelančevina u

krvi janjadi P1 i P2 skupine u odnosu na K skupinu 66. dana istraživanja. Navedene koncentracije glukoze, kolesterola i triglicerida u krvi janjadi su bile neznatno više od navedenih referentnih vrijednosti (Lepherd i sur., 2009.; Kaneko i sur., 2008.). Antunović i sur (2018.) su utvrdili značajno povećanje koncentracija glukoze i albumina te smanjenje koncentracija uree, kolesterola i BHB u krvi tovne janjadi pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSB koja je u krmne smjese dodana s 10 ili 15 %. Pri hranidbi muške tovne teladi kukuruznom silažom i silažom trava te krmnom smjesom sa sojinom sačmom ili PSB (227 g/kg) na bazi 16 % sirovih bjelančevina u suhoj tvari krmne smjese Keller i sur. (2022.) su utvrdili slične neznčajne promjene koncentracije uree u krvi 6., 23. i dan pred klanje kada je bila smanjena.

Utvrđene promjene u lipidnim frakcijama u krvi janjadi P1 i P2 skupine ukazuju na pozitivan utjecaj PSB na metabolizam masti. Naime, Patel (2013.) je naveo da PSB odlikuje visok sadržaj fitosterola koji može utjecati na smanjenje ukupnog i LDL kolesterola u krvi ljudi što je povezano s pojačanom inhibicijom apsorpcije kolesterola iz hrane (Piironen i sur., 2000.). Majid i sur. (2020.) su pri korištenju ulja sjemenki bundeve u prehrani ljudi utvrdili hipolipidemijske učinke kada su na kraju istraživanja značajno smanjene koncentracije LDL-kolesterola, a povećane HDL-kolesterola u krvi. Korištenje sjemenki bundeve u aterogenih štakora rezultiralo je značajnim smanjenjem koncentracija ukupnog i LDL-kolesterola te povećanjem HDL-kolesterola u krvi (Abuelgassim i Al-Showayman, 2012.). Makni i sur. (2008. i 2010.) su, također, u štakora s hiperkolesteremijom, odnosno s dijabetesom pri dodatku hrane sa sjemenkama bundeve i lana utvrdili snažnu hipolipidemijsku (smanjenje LDL i povećanje HDL-kolesterola) i antioksidacijsku reakciju što ukazuje na opravdanost njihova korištenja kod metaboličkog sindroma.

Analizom pokazatelja energetskog statusa (NEFA, BHB) vidljivo je da su njihove koncentracije bile u referentnim vrijednostima i pouzdan su pokazatelj lipidnog statusa i oksidacije masnih kiselina (Wathes i sur., 2009.). U hranidbi kokoši nesilica različitim udjelima PSB (*Cucurbita moscata*) od 0, 3,3, 6,6 i 10 % u hrani, utvrđeno je značajno smanjenje koncentracija triglicerida, kolesterola, LDL-kolesterola i glukoze te značajno povećanje HDL-kolesterola u krvi (Martinez i sur., 2010.). Hajati i sur. (2011.) u krvi brojlera, također, utvrdili smanjenje koncentracija kolesterola, ali koncentracija triglicerida nakon hranidbe s 1 % dodatka ulja bundeve. U studiji koju su proveli Gavril i sur. (2024.) navodi se da antioksidativni spojevi

u sjemenkama bundeve mogu pomoći u regulaciji razine glukoze u krvi životinja s poremećenim glukoznim metabolizmom.

Malo je istraživanja u području hranidbe životinja u kojima se naglašava dobrobit MUFA. Međutim, istraživanjima u humanoj populaciji je utvrđeno je da je primjenom PSB u prehrani moguće smanjiti koncentracije triglicerida zahvaljujući bogatstvu oleinskom kiselinom. Isto tako, značajna zastupljenost linolne kiseline u PSB može utjecati na smanjenje koncentracije LDL kolesterola povećanjem ekspresije LDL receptora u jetri i njihovim zadržavanjem (Mustad i sur., 1996.). Primjerice, pri dodatku 10 % PSB u hranu kokoši nesilica došlo je do smanjenja koncentracija LDL kolesterola u krvi, ali i značajnog smanjenja ukupnog kolesterola (Martinez i sur., 2010.). Naime, sjemenke bundeve sadrže obilje fitosterola, a biljni steroli su hidrofobniji u usporedbi s kolesterolom te ga se može ukloniti kroz apsorpcijske micelle smanjujući apsorpciju kolesterola u tankom crijevu (Child i Kuksis, 1983.). Također, kako navode Palou i sur. (2005.), biljni steroli mogu smanjiti brzinu esterifikacije kolesterola u enterocite što dovodi do smanjenja koncentracija eksportiranog kolesterola u krvi u obliku portomikrona. Značajno povećanje HDL kolesterola u krvi kokoši pri korištenju 10 % PSB u hrani može se povezati s visokim sadržajem α -linolenske i linolne kiseline u PSB. Palou i sur. (2005.) tvrde da HDL kolesterol može imati i obrnuti transport iz tkiva i stjenki arterije do jetre pogodujući njegovom uklanjanju preko žuči. Sattar i sur. (1998.) su izvijestili da su koncentracije HDL kolesterola povezane s antioksidacijskim enzimima (kao što je paraoksonaza) i pomažu u prijenosu hidroperoksida u jetru zbog detoksikacije. Assman i Nofer (2003.) naglašavaju da visoke koncentracije HDL kolesterola mogu potencijalno doprinijeti njegovom anti-aterogenom djelovanju, uključujući sposobnost inhibicije oksidacije LDL kolesterola i zaštite endotelnih stanica od citotoksičnih učinaka oksidiranog LDL kolesterola. Navedene promjene u predmetnom istraživanju vjerojatno su potaknute visokim sadržajem PUFA, fitosterola, tokoferola i β -karotena u PSB (El Adawy i Taha, 2001.). Pri zamjeni kazeina bjelančevinastim izolatom dobivenim od sjemenki bundeve u hrani štakora utvrđeno je da je njegovim korištenjem u intoksiciranih štakora sa CCl₄ oboljelih od bolesti jetre došlo do hepatoprotektivne uloge i pojačanih hipolipidemijskih aktivnosti (Reham i sur., 2009.).

6.7.2.3. *Enzimi u krvi janjadi*

Predmetnim istraživanjem utvrđena aktivnost enzima u krvi janjadi nije znatnije odstupala ovisno o hranidbenom tretmanu, osim aktivnosti ALP. Naime, utvrđeno je značajno smanjenje ALP aktivnosti u krvi janjadi P1 u odnosu na K skupinu, ali i neznčajno smanjenje u P2 skupini 33. i 66. dana istraživanja (Tablica 33.). Aktivnost GPx značajno je bila povećana u P1 i P2 skupini janjadi u odnosu na K skupinu 33. dana istraživanja, a bila je povećana i 66. dana istraživanja, ali bez znatnijih razlika. Većina aktivnosti enzima utvrđenih u krvi janjadi u predmetnom istraživanju bila je u referentnim granicama (Lepherd i sur., 2009.), osim viših aktivnosti ALP u svim skupinama 1. i 33. dana istraživanja te CK u P2 skupini 33. i 66. dana istraživanja ali i nižih aktivnosti AST 1. dana istraživanja. Također je utvrđeno neznatno smanjenje aktivnosti AST, ALT i CK u janjadi P2 skupine u odnosu na K skupinu. Naime, poznato je da je povećane aktivnosti enzima GGT, ALT i AST pouzdan pokazatelj oštećenja jetre. Utvrđene aktivnosti enzima ukazuju na to da pojačana detoksikacija amonijaka do uree u PSB skupinama nije rezultiralo oštećenjem jetrenog tkiva. Do sličnih zaključaka došli su i Keller i sur. (2022.). Naime, hranidbom muške tovne teladi kukuruznom silažom i silažom trava te krmnom smjesom sa sojinom sačmom ili PSB (227 g/kg) na bazi 16 % sirovih bjelančevina u suhoj tvari krmne smjese utvrđene su slične neznčajne promjene aktivnosti ALP i GGT u krvi 6., 23. i dan neposredno prije klanja kada su bile smanjene. Pri djelomičnoj zamjeni sojine sačme PSC dodane u krmne smjese s 10 i 15 % u hranidbi tovne janjadi Antunović i sur. (2018) su također utvrdili neznčajno povećanje aktivnosti GPx, smanjenje aktivnosti AST i slične aktivnosti ALT u krvi janjadi. U istraživanju na štakorima hranjenih dodatkom bjelančevinastog izolata iz sjemenki bundeve utvrđen je njihov hepatoprotektivni učinak uz smanjenje AST i ALT aktivnosti u plazmi (Nkosi i sur., 2005. i 2006.). Također, u hranidbi štakora s dodatkom sjemena bundeve Adepoju i Adebanjo (2011.) su utvrdili značajno smanjenje aktivnosti AST i ALT u krvi pokusnih skupina. Pozitivan učinak na jetrene stanice pri hranidbi jaradi s dodatkom PSB utvrdili su i Klir Šalavardić i sur. (2024.).

Enzimi GPx i SOD su dva ključna antioksidativna enzima u organizmu odgovorna za modulaciju proizvodnje i eliminaciju slobodnih radikala, čime se sprječava oštećenje stanica uzrokovano lipidnim peroksidima (Huchzermeyer i sur., 2022.). Stoga utvrđeno povećanje aktivnosti GPx u krvi janjadi hranjene PSB ukazuje na njihovu zaštitnu ulogu. Li i sur. (2021.)

su pri hranidbi krava krmnim smjesama u kojima je sačma soje zamijenjena s 50 ili 100 % PSB utvrdili povećanje aktivnosti antioksidacijskih enzima u krvi pa i aktivnosti GPx, ali i smanjenje ALP i AST. Navedene promjene ukazuju na opravdanost uporabe PSB u hranidbi krava.

7. ZAKLJUČAK

Istraživanjem utjecaja dodatak pogače sjemenki bundeve na proizvodna svojstva i metabolički profil ovaca i njihove janjadi utvrđeno je sljedeće:

- Dodatak pogače sjemenki bundeve od 7 i 14 % u krmne smjese u zamjenu za soju nije značajnije utjecao na eksterijerne odlike i proizvodne pokazatelje ovaca, osim značajno veće tjelesne mase utvrđene u ovaca P2 skupine u odnosu na kontrolnu skupinu na kraju istraživanja što je rezultat većeg prosječnog dnevnog prorasta te indeksa anamorfoznosti, tjelesne kompaktnosti i mišićavosti. Navedeni indeksi razvijenosti su bili značajni i pri usporedbi P1 i P2 skupine. Tijekom istraživanja nije bilo značajnih odstupanja u količini proizvedenog mlijeka i osnovnom kemijskom sastavu ovčjeg mlijeka ovisno o hranidbenom tretmanu. Navedeno ukazuje na pozitivan učinak primjene sjemenki bundeve u hranidbi ovaca s obzirom na njeno bogatstvo različitim biopoticajnim tvarima.
- Dodatak od 7 i 14 % pogače sjemenki bundeve većinom nije rezultirao značajnijim promjenama masnokiselinskog profila ovčjeg mlijeka, pa tako ni promjenama koncentracije oleinske, linolne i linolenske masne kiseline 66. dana istraživanja. Navedeno ukazuje na to da je mlijeko ovaca hranjenih sa 7 i 14 % pogače sjemenki bundeve u krmnim smjesama dobar izvor navedenih masnih kiselina koje imaju važnu ulogu u organizmu potrošača.
- U ovaca hranjenih dodatkom pogače sjemenki bundeve u krmnim smjesama nisu utvrđene znatnije razlike hematoloških i biokemijskih pokazatelja koji obuhvaćaju koncentracije minerala u krvi, koncentracije metabolita i aktivnosti većine enzima jetre te enzima antioksidativnog statusa u odnosu na kontrolnu skupinu. Navedeno ukazuje na povoljan metabolički status ovaca uslijed hranidbe krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve u količini od 7 i 14 %. Aktivnost enzima u krvi istraživanih ovaca nije znatnije odstupala ovisno o hranidbenom tretmanu, osim aktivnosti AST koja je bila smanjena u skupini ovaca hranjenih dodatkom od 14 % te aktivnosti GGT koja je bila smanjena u skupini sa 7 % dodatka pogače sjemenki bundeve u odnosu na kontrolnu skupinu 33. dana istraživanja. Navedeno ukazuje na hepatoprotektivnu ulogu pogače sjemenki bundeve uslijed smanjenja aktivnosti enzima AST i GGT u krvi ovaca.

- Temeljem rezultata predmetnog istraživanja utvrđeno je kako dodatak pogače sjemenki bundeve od 7 i 14 % u krmnim smjesama nije značajnije utjecao na eksterijerne odlike i indekse tjelesne razvijenosti janjadi kao niti na proizvodne pokazatelje, što ukazuje na očuvanje proizvodnosti pri hranidbi janjadi s krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve kao djelomične zamjene za soju. Analizom klaoničkih pokazatelja i fizikalnih svojstava janječeg mesa nisu utvrđene značajne promjene većine pokazatelja ovisno o hranidbenom tretmanu, osim promjena boje janječeg mesa.
- Iako u ovčjem mlijeku navedeni hranidbeni tretmani nisu rezultirali značajnijim promjenama masnokiselinskog profila, u mišićnom tkivu janjadi P2 skupine hranjene krmnom smjesom sa 14 % dodatka pogače sjemenki bundeve povećali su koncentraciju linolne kiseline i ukupnih PUFA u odnosu na kontrolnu skupinu. Dominantne masne kiseline u mišićnom tkivu janjadi svih skupina tijekom istraživanja bile se oleinska, palmitinska, stearinska i linolna, dok su dominantne masne kiseline u trbušnoj maramici bile oleinska i palmitinska u svim istraživanim skupinama. Dodatak pogače sjemenki bundeve od 7 i 14 % u krmnu smjesu janjadi pokusnih skupina P1 i P2 povećao je koncentraciju oleinske kiseline u trbušnoj maramici, što je doprinijelo povećanju koncentracije ukupnih dugolančanih masnih kiselina u trbušnoj maramici janjadi hranjene krmnom smjesom s dodatkom pogače sjemenki bundeve.
- Koncentracije kolesterola u krvi janjadi, kao i koncentracija LDL-a, bile su značajno smanjene 66. dana istraživanja u P2 skupini janjadi hranjene dodatkom pogače sjemenki bundeve od 14 %, ukazujući na hipolipidemijski učinak pogače sjemenki bundeve. Hranidba janjadi krmnom smjesom s dodatkom pogače sjemenki bundeve od 7 i 14 % ukazuje na antioksidativni potencijal s obzirom na utvrđenu povećanu aktivnost enzima GPx u obje pokusne skupine 33. dana istraživanja.

Na temelju dobivenih rezultata istraživanja vidljiva je mogućnost dodavanja pogače sjemenki bundeve, kao djelomične zamijene za soju, u količini od 7 i 14 % u krmne smjese za ovce i janjad, kao izvor sirovih bjelančevina i poželjnih masnih kiselina.

8. LITERATURA

1. Abuelgassim, O.A., Al-Showayman, S.I.A. (2012). The effect of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds and L-arginine supplementation on serum lipid concentrations in atherogenic rats. *African Journal of Traditional Complement Alternative Medicine*, 9(1), 131-137.
2. Abou-Rjeileh, U., Lock, A.L., Contreras, G.A. (2025). Oleic acid promotes lipid accumulation in bovine adipocytes: The role of peroxisome proliferator-activated receptor alpha (PPAR α) Signaling. *Animal*, 101505.
3. Achilonu, M. C., Nwafor, I. C., Umesiobi, D. O., Sedibe, M. M. (2018). Biochemical proximates of pumpkin (*Cucurbitaeae spp.*) and their beneficial effects on the general well-being of poultry species. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 5-16.
4. Adepoju, G.K.A., Adebajo, A.A. (2011). Effect of consumption of *Cucurbita pepo* seeds on haematological and biochemical parameters. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(1), 18–22
5. Aghaei S, Nikzad H, Taghizadeh M, Tameh AA, Taherian A, Moravveji A. (2014). Protective effect of pumpkin seed extract on sperm characteristics, biochemical parameters and epididymal histology in adult male rats treated with Cyclophosphamide. *Andrologia*, 46(8), 927–935.
6. Adeyemi, K. D., Ismail, M., Karim, R., Ebrahimi, M., Sabow, A. B., Sazili, A. Q., Shittu, R. M. (2016). Fatty acids, lipid and protein oxidation, metmyoglobin reducing activity and sensory attributes of biceps femoris muscle in goats fed a canola and palm oil blend. *South African Journal of Animal Science*, 46(2), 139-151.
7. Albenzio, M., Santillo, A., Avondo, M., Nudda, A., Chessa, S., Pirisi, A., Banni, S. (2016). Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health. *Small Ruminant Research*, 135, 3–12.
8. Allen, M.S., Piantoni, P. (2013). Metabolic Control of Feed Intake: Implications for Metabolic Disease of Fresh Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29, 2, 279-297.
9. Andrews, A.H., Holland-Howes, V.E., Wilkinson. J.I.D. (1997). Naturally occurring pregnancy toxemia in the ewe and treatment with recombinant bovine somatotropin. *Small Ruminant Research*, 23, 191–197.

10. Antunović, Z., Senčić, Đ., Šperanda, M. (2007). Body growth and metabolic profile of Tsigai lambs. *Proceeding of the Interantiona Conference*. Ruse, Bulgaria, 152-157.
11. Antunović, Z., Klir, Ž., Šperanda, M., Sičaja, V., Čolović, D., Mioč, B., Novoselec, J. (2018). Partial replacement of soybean meal with pumpkin seed cake in lamb diets: effects on carcass traits, haemato-chemical parameters and fatty acids in meat. *South African journal of Animal Science*, 48(4), 695-704.
12. Antunovic, Z., Novoselec, J., Sauerwein, H., Speranda, M., Vegara, M., Pavic, V. (2011a). Blood metabolic profile and some of hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(5), 687-695.
13. Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Vegara, M., Pavić, V., Mioč B., Đidara, M. (2011b). Changes in biochemical and haematological parameters and metabolic hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation. *Archiv Tierzucht*, 54, 535-545.
14. Antunović Z., Novoselec J., Klir Ž. (2012a). Ovčarstvo i kozarstvo u Republici Hrvatskoj – stanje i perspektive. *Krmiva*, 54(3), 99-109.
15. Antunović, Z., Šperanda, M., Senčić, Đ., Novoselec, J., Steiner, Z., Djidara, M. (2012b). Influence of age on some blood parameters of lambs in organic production. *Macedonian Journal of Animal Science*, 1(2), 11–15.
16. Antunović, Z. (2015a). Hranidba ovaca. U: *Specijalna hranidba domaćih životinja*. Domaćinović, M. (ur.) Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, str.197.
17. Antunović, Z., Novoselec, J., Sičaja, V., Stainer, Z., Klir, Ž., Matanić, I. (2015b). Primjena pogače sjemenki bundeve u hranidbi janjadi u ekološkom uzgoju. *Krmiva*, 57(1), 3-9.
18. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž., Mioč, B., Pavić, V. (2016). Ovčarstvo i kozarstvo u istočnoj Hrvatskoj–stanje i potencijali razvitka. *Stočarstvo*. 70(1), 13-24.
19. Antunović, Z., Šperanda, M., Novoselec, J., Đidara, M., Mioč, B., Klir, Ž., Samac, D. (2017a). Blood metabolic profile and acid-base balance of dairy goats and their kids during lactation. *Veterinarski arhiv*, 87, 43–55.
20. Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Steiner, Z., Čavar, S., Pavlović, N., Valek Lendić, K., Mioč, B., Paćinovski, N., Klir, Ž. (2017b). Monitoring of blood metabolic profile and milk quality of ewes during lactation in organic farming. *Mljekarstvo*, 67(4), 243-252.

21. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž. (2017c). Hematological parameters in ewes during lactation in organic farming. *Poljoprivreda*, 23(2), 46-52.
22. Antunović, Z., Klir, Ž., Šperanda, M., Sičaja, V., Čolović, D., Mioč, B., Novoselec, J. (2018). Partial replacement of soybean meal with pumpkin seed cake in lamb diets: Effects on carcass traits, haemato-chemical parameters and fatty acids in meat. *South African Journal of Animal Science*, 48(4), 695–704.
23. Antunović, Z., Šperanda, M., Senčić, Đ., Liker, B. (2002). Influence of the season and reproductive status of ewes on blood parameters. *Small Ruminant Research*, 45, 39-44.
24. Antunović, Z., Marić, I., Klir, Ž., Mioč, B., Novoselec, J. (2019). The effect of concentrates on production traits, biochemical parameters and thyroid hormones concentration in Dubrovnik sheep fed forage based-diets. *Veterinarski arhiv*, 89(4), 505-518.
25. Antunović, Z., Mioč, B., Lončarić, Z., Klir Šalavardić, Ž., Širić, I., Držaić, V., Novoselec, J. (2021). Changes of macromineral and trace element concentration in the blood of ewes during lactation period. *Czech Journal of Animal Science*, 66, 129–136.
26. Antunović, Z., Mioč, B., Klir Šalavardić, Ž., Širić, I., Držaić, V., Jukić Grbavac, M., Novoselec, J. (2022). Correlation between milk composition and selected blood indicators of liver function in ewes during lactation. *Mljekarstvo*, 72(1), 3-10.
27. AOAC (2006). Official methods of analysis of AOAC International. Association of Analytical Communities, Arlington, Virginia, USA.
28. Assmann, G., Nofer, J.R. (2003). Atheroprotective effects of high-density lipoproteins. *Annual Review Medicine*, 54, 321-341.
29. Aurousseau, B., Bauchart, D., Faure, X., Galot, A. L., Prache, S., Micol, D., Priolo, A. (2007): Indoor fattening of lambs raised on pasture: (1) Influence of stall finishing duration on lipid classes and fatty acids in the longissimus thoracis muscle. *Meat Science*. 76, 241–252.
30. Avondo, M., Lutri, L. (2004). Feed intake. U: Dairy sheep nutrition (ur.) Pulina, G. CABI International, USA, str. 65-77.
31. Babić-Alagić, J. (2017). Utjecaj dodatka bučine pogače u krmnu smjesu na proizvodne rezultate brojlerskih pilića. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

32. Babnik, D., Verbič, J. (2022). Bjelančevinasta vrijednost pogača sjemenki bundeve za preživače. *Krmiva*, 44(3), 117-124.
33. Bakeer, M.R., Saleh, S.Y., Gaziab, N., Abdelrahman, H.A., Elolimy, A., Abdelatty, A.M. (2021). Effect of dietary pumpkin (*Cucurbita moschata*) seed oil supplementation on reproductive performance and serum antioxidant capacity in male and nulliparous female V-Line rabbits. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 419–425.
34. Barać, Z., Bedrica, L., Čačić, M., Dražić, M., Dadić, M., Ernoić, M., Fury, M., Horvath, Š., Ivanković, A., Janječić, Z., Jeremić, J., Kezić, N., Marković, D., Mioč, B., Ozimec, R., Petanjek, D., Poljak, F., Prpić, Z., Sindičić, M. (2011). Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske/Green book of indigenous breeds of Croatia. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode. str 174. 318.
35. Barbić, F., Cvrtila, Ž., Kozačinski, L., Njari, B., Pleadin, J., Vugrovečki, A. S., Šimpraga, M. (2017). Kakvoća paštete od janjetine. *Meso*, 19(1), 48-52.
36. Battacone, G., Lunesu, M.F., Rassu, S.P.G., Pulina, G., Nudda, A. (2021). Effect of dams and suckling lamb feeding systems on the fatty acid composition of suckling lamb meat. *Animals*, 11, 3142.
37. Bauman, D.E., Baumgard, L.H., Corl, B.A., Griinari, J.M. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, 1-15.
38. Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 23, 203–227.
39. Bendall, J.R. i Swatland, H.J. (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, 24: 85–126.
40. Berendika, M., Krivec, G., Zglavnik, T., Sokolović, M. (2023). Procjena kvalitete soje i sojinih proizvoda i njihove primjene u hranidbi. *Veterinarska stanica*, 54(4), 361-373.
41. Bergamo, P., Fedele, E., Iannibelli, L., Marzillo, G. (2003). Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food chemistry*, 82(4), 625-631.
42. Bernard, L., Rouel, J., Leroux, C., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Legrand, P., Chilliard, Y. (2005). Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids. *Journal of Dairy Science*, 88(4), 1478-1489.

43. Bionaz, M., Vargas-Bello-Pérez, E., Busato, S. (2020). Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11, 110.
44. Bodkowski, R., Patkowska-Sokola, B., Szamanko, T., Jarosz, L. (1995). Lammfleischqualität: Verbesserung durch Verfütterung präparierter Kürbissamen. *Die Fleischwirtschaft*, 75 (5), 722-728.
45. Boldea, I. M., Dragomir, C., Gras, M. A., Ropotă, M. (2021). Inclusion of rapeseed and pumpkin seed cakes in diets for Murciano-Granadina goats alters the fatty acid profile of milk. *South African Journal of Animal Science*, 51(2), 262-270.
46. Brkan, B. (2013). Katalog bučinog ulja. Udruga proizvođača bučinog ulja Hrvatske. Ivanić-Grad.
47. Brondani, W.C., Lemes, J.S., Del Pino, F.A.B., Kröning, A.B., Debortoli, E.C., Silveira, F.A., Evangelho, L.A., Ferreira, O.G.L., Vaz, R.Z. (2022). Different prepartum feeding systems on ewe metabolic profile and lamb growth. *Semina: Ciência Agrárias Londrina*, 43(3), 1007-1016.
48. Brooker, J. D. i Acamovic, T. (2005). Phytochemicals in livestock production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 121, 1-4.
49. Bučko, S., Katona, J., Popović, L., Vaštag, Ž., Petrović, L., Vučinić-Vasić, M. (2015). Investigation on solubility, interfacial and emulsifying properties of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed protein isolate, *LWT – Food Science. Technology*, 64(2), 609–615.
50. Caldeira, R. M., Belo, A. T., Santos, C. C., Vazques, M. I., Portugal, A. V. (2007). The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 68(3), 233-241.
51. Cannas, A. (2004). Feeding of lactating ewes. U: *Dairy sheep nutrition*. (ur.) Pulina, G. CABI Internationa, USA, str. 79-108.
52. Cardoso-Gutiérrez, E., Narváez-López, A. C., Robles-Jiménez, L. E., Morales Osorio, A., Gutierrez-Martinez, M. D. G., Leskinen, H., Mele, M., Vargas-Bello-Pérez, E., González-Ronquillo, M. (2020). Production performance, nutrient digestibility, and milk composition of dairy ewes supplemented with crushed sunflower seeds and sunflower seed silage in corn silage-based diets. *Animals*, 10(12), 2354.

-
53. Chenni, A., Cherif, F. Z. H., Chenni, K., Elius, E. E., Pucci, L., Ait Yahia, D. (2022). Effects of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed protein on blood pressure, plasma lipids, leptin, adiponectin, and oxidative stress in rats with fructose-induced metabolic syndrome. *Preventive Nutrition and Food Science*, 27(1), 78.
54. Chestnutt, D.M.B. (1994). Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcass fat levels. *Animal Production*, 58, 77–85.
55. Child, P. i Kuksis, A. (1983). Critical role of ring structure in the differential uptake of cholesterol and plant sterols by membrane preparations in vitro. *Journal of Lipid Research*, 24, 1196.
56. Chilliard, Y., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Bonnet, M., Rouel, J., Bocquier, F. (2000). Adipose Tissue Metabolism and Its Role in Adaptations to Undernutrition in Ruminants. *Proceedings of Nutrition Society*, 59, 127–134.
57. Chilliard, Y. i Ferlay, A. (2004). Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development*, 44, 467-492.
58. Chilliard, Y., Martin, C., Rouel, J., Doreau, M. (2009). Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 5199-5211.
59. Chiofalo, V., Liotta, L., Chiofalo, B. (2004). Effects of the administration of *Lactobacilli* on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goat kids *Reproduction Nutrition Development*, 44, 449-457.
60. Ciesielski, V., Legrand, P., Blat, S., Rioux, V. (2024). New insights on pentadecanoic acid with special focus on its controversial essentiality: A mini-review. *Biochimie*, 227, 123e129.
61. Cimmino, R., Barone, C.M.A., Claps, S., Varricchio, E., Rufrano, D., Caroprese, M., Albenzio, M., De Palo, P., Campanile, G., Neglia, G. (2018). Effects of dietary supplementation with polyphenols on meat quality in Saanen goat kids. *BMC Veterinary Research*, 14, 181.
62. Colorimetry, C. I. E. (1986). Official recommendations of the International Commission on Illumination. Publication CIE No. 15.2.

63. Coshman, S., Danilov, A., Petcu, I., Titei, V., Coshman, V., & Bahcivanji, M. (2023). Diversification of the fodder base through the study and exploitation of new and less-known fodder resources in the Republic of Moldova. Maximovca, MD: Print-Caro SRL.
64. Cvrtila, Ž., Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Zdolec, N., Filipović, I. (2007). Kakvoća janječeg mesa. *Meso*, 9(2), 114-120.
66. Ćinkulov, M., Krajinović, M., Pihler, I. (2003). Phenotypic differences between two types of Tsigai breed of sheep. *Lucrari știintifice Zootehnie și Biotehnologii*, XXXVI, 295-299.
66. Das, M., Singh, M. (2000). Variation in blood leucocytes, somatic cell count, yield and composition of milk crossbred goats. *Small Ruminant Research*, 35, 169-174.
67. Davenel, A., Riaublanc, A., Marchal, P., Gandemer, G. (1999). Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. *Meat Science*, 51(1), 73-79.
68. Demirel, G., Ozpinar, H., Nazli, B., Keser, O. (2006). Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*, 72(2), 229-235.
69. Della Badia A, Hervás G, Toral PG, Frutos P. (2021). Individual differences in responsiveness to diet-induced milk fat depression in dairy sheep and goats. *Journal of Dairy Science*, 104: 11509–11521.
70. Dickerson, G. E. (1978). Animal size and efficiency: basic concepts. *Animal Science*, 27(3), 367-379.
71. DLG (1993). Futterwerttabellen für wiederkäuer, 6. Auflage, Frankfurt am Main
72. Domaćinović, M. (2006). Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Str. 207-242.
73. Dowidar, M., Ahmed, A., Mohamed, A. (2020). The Critical Nutraceutical Role of Pumpkin Seeds in Human and Animal Health: An Updated Review. *Zagazig Veterinary Journal*, 9, 48(2), 199-212.
74. Držaić, V., Kaić, A., Širić, I., Antunović, Z., Mioč, B. (2016). Boja i pH vrijednost mesa istarske janjadi. *Poljoprivreda*. 22(1), 39-45.
75. Dumanovski, F., Milas, Z. (2004). Priručnik o proizvodnji i upotrebi stočne hrane – krme. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb. str. 760.
76. El-Adawy, T. i Taha, K. (2001). Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chemistry*, 74, 47-54.

-
77. Eleiwa, N.Z.H.; Bakr, R.O.; Mohammed, S.A. (2014). Phytochemical and pharmacological screening of seeds and fruits pulp of *Cucurbita moschata* Duchesne cultivated in Egypt. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 29, 2051–7858.
78. Elmore, J. S., Cooper, S. L., Enser, M., Mottram, D. S., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., Wood, J. D. (2005). Dietary manipulation of fatty acid composition in lamb meat and its effect on the volatile aroma compounds of grilled lamb. *Meat science*, 69(2), 233-242.
79. El-Saadany, A.S., El-Barbary, A.M., Shreif, E.Y., Elkomy, A., Khalifah, A.M., El-Sabrou, K. (2022). Pumpkin and garden cress seed oils as feed additives to improve the physiological and productive traits of laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 21, 1047–1057.
80. Frank, D., Joo, S.T., Warner, R. (2016). Consumer acceptability of intramuscular fat. *Food Science of Animal Resources*, 36: 699–708.
81. Garibović, Z., Pavić, V., Mioč, B., Prpić, Z., Vnućec, I. (2006). Važnost ovčarstva u hrvatskim priobalnim područjima. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 68(6), 509-522.
82. Gavril, R.N., Stoica, F., Lipsa, F.D., Constantin, O.E., Stănciuc, N., Aprodu, I., Râpeanu, G. (2024). Pumpkin and Pumpkin By-Products: A Comprehensive Overview of Phytochemicals, Extraction, Health Benefits, and Food Applications. *Foods*, 13, 2694.
83. Gómez-Cortés, P., Bodas, R., Mantecón, A.R., de la Fuente, M.A., Manso, T. (2011). Milk composition and fatty acid profile of residual and available milk from ewes fed with diets supplemented with different vegetable oils. *Small Ruminant Research*, 97(1-3), 72-75.
84. Gonzaga, N.S., Oliveria, R.L., Lima, F.H.S., Medeiros, A.N., Bezerra, L.R., Viegas, J., Nascimento, N.G.J., Freitas Neto, M.D. (2015). Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with byproducts from the biodiesel industry. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 191–200.
85. González-García, E., Tesniere, A., Camous, S., Bocquier, F., Barillet, F., Hassoun, P. (2015). The effects of parity, litter size, physiological state, and milking frequency on the metabolic profile of Lacaune dairy ewes. *Domestic Animal Endocrinology*, 50(1), 32-44.
86. Grela, E.R. and Gunter, K.D. (1995). Fatty acid composition and tocopherol content of some legume seeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 52, 325–331.
87. Greiling, A. M., Schwarz, C., Gierus, M., Rodehutschord, M. (2018). Pumpkin seed cake as a fishmeal substitute in fish nutrition: effects on growth performance, morphological traits

- and fillet colour of two freshwater salmonids and two catfish species. Archives of animal nutrition, 72(3), 239-259.
88. Halliwell, B., and Gutteridge, J. M. (1990). The antioxidants of human extracellular fluids. Archives of biochemistry and biophysics, 280(1), 1-8.
 89. Hajati, H., Hasanabadi, A., Waldroup, P.W. (2011). Effects of dietary supplementation with pumpkin oil (*Cucurbita pepo*) on performance and blood fat of broiler chickens during finisher period. American Journal of Animal and Veterinary Science, 6, 40–44.
 90. HAPIH (2024). Godišnje izvješće za 2023. godinu: Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Osijek, 2024. str. 12-76.
 91. Hasan, M.O., Hasa, T.K., Naji, S.A.H. (2020). Effect of adding pumpkin and flax oil to diets on the meats physical and chemical traits of broilers. IOP Conference Series: Earth Environment Science, 553 012009
 92. Hess, B.W., Moss, G.E., Rule, D.C. (2008). A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. Journal of Animal Science, 86(14 Suppl), 188-204.
 93. Hoffmann, I. (2011). Livestock biodiversity and sustainability. Livestock science. 139(1-2), 69-79.
 94. Hopkins, D.L., Ferrier, G.R., Channon, H.A. MacDonald, B.A. (1995). Assessment of lamb meatquality in Sydney and Melbourne. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 55: 114-116
 95. Hossein, Yazdi, M., Mahjoubi, E., Kazemi-Bonchenari, M., Afsarian, O., Khaltabadi-Farahani, A. H. (2019). Effect of increasing dosage of a multi-mineral-vitamin supplement on productive performance and blood minerals of fattening male Ghezel× Afshar lambs. Tropical Animal Health and Production, 51, 2559-2566.
 96. Huang, Y., Liu, L., Zhao, M., Zhang, X., Chen, J., Zhang, Z., Cheng, X., Ren, C. (2023). Feeding regimens affecting carcass and quality attributes of sheep and goat meat — A comprehensive review. Animal Bioscience, 36, 1314-1326.
 97. Huchzermeyer B, Menghani E, Khardia P, Shilu A. (2022). Metabolic pathway of natural antioxidants, antioxidant enzymes and ROS providence. Antioxidants, 11, 761.
 98. Institut de la Recherche Agronomique -INRA (1988). Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris.

99. Išasegi, I. (2020). Metabolički profil-pokazatelj hranidbenog statusa ovaca i koza. Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
100. Iwo, M.I., Insanu, M., Dass, C.A.S. (2014). Development of immunonutrient from pumpkin (*Cucurbita moschata duchense* ex. lamk.) seed, *Procedia Chemical*, 13, 105–111.
101. Jenkins, B., West, J.A., Koulman, A. (2015). A review of odd-chain fatty acid metabolism and the role of pentadecanoic acid (C15:0) and heptadecanoic acid (C17:0) in health and disease. *Molecules*, 30, 20(2), 2425-44.
102. Ježek, J., Mirtič, K., Rešetič, N., Hodnik, J.J., Vergles Rataj, A. (2021). The effect of pumpkin seed cake and ground cloves (*Syzygium aromaticum*) supplementation on gastrointestinal nematode egg shedding in sheep *Parasite*, 28, 78.
103. Josić, I. (2019). Kvaliteta mesnih pripravaka od janjećeg mesa. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet.
104. Kaić, A., Mioč, B., Kasap, A., Pavić, V., Barać, Z. (2012). Boja, pH i kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke. Zbornik radova 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma. Opatija, Hrvatska, str. 693-695.
105. Kaić, A. (2013). Fizikalno-kemijska svojstva mesa i sastav trupa janjadi ličke pramenke. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
106. Kaić, A. i Mioč, B. (2016). Fat tissue and fatty acid composition in lamb meat Masno tkivo i masnokiselinski sastav janjećeg mesa. *Journal of Central European Agriculture*, 17(3), 856-873.
107. Kaneko, J. J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, Elsevier/Academic Press, Amsterdam, Netherlands, str. 932.
108. Karlović, Đ., Andrić, N., Jakovljević, J.B., Tanasković, V.R., Berić, B. (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Savezno ministarstvo za nauku tehnologiju i razvoj, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
109. Kaur, M. i Sharma, S. (2018). Development and nutritional evaluation of cake supplemented with pumpkin seed flour. *Asian Journal of Dairy & Food Research*, 37(3), 232-236.
110. Keller, M., Reidy, B., Scheurer, A., Eggerschwiler, L., Morel, I., Giller, K. (2021). Soybean Meal Can Be Replaced by Faba Beans, Pumpkin Seed Cake, Spirulina or Be

- Completely Omitted in a Forage-Based Diet for Fattening Bulls to Achieve Comparable Performance, Carcass and Meat Quality. *Animals*, 11, 1588.
111. Keller, M., Kreuzer, M., Reidy, B., Scheurer, A., Liesegang, A., Giller, K. (2022). Methane emission, nitrogen and energy utilisation of beef cattle when replacing or omitting soybean meal in a forage-based diet. *Animal Feed Science and Technology*, 290, 115362.
 112. Kenyon, P. R., Maloney, S. K., Blache, D. (2014). Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57(1), 38-64.
 113. Khliji, S., Van de Ven R., Lamb, T.A., Lanza, M., Hopkins, D.L. (2010). Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Science*. 85:224–229.
 114. Kholif, A.E., Hassan, A.A., El Ashry, G.M., Bakr, M.H., El-Zaiat, H.M., Olafadehan, O.A., Matloup, O.H. (2020). Phytogenic feed additives mixture enhances the lactational performance, feed utilization and ruminal fermentation of Friesian cows. *Animal Biotechnology*, 32, 6, 708-718.
 115. Kim, M. Y., Kim, E. J., Kim, Y. N., Choi, C., Lee, B. H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts. *Nutrition research and practice*. 6(1), 21-27.
 116. Klir, Ž. (2017a). Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u hrani koza na proizvodna svojstva, masnokiselinski sastav mlijeka i metabolički profil. Doktorska disertacija. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
 117. Klir, Z., Castro-Montoya, J. M., Novoselec, J., Molkentin, J., Domacinovic, M., Mioc, B., Antunovic, Z. (2017b). Influence of pumpkin seed cake and extruded linseed on milk production and milk fatty acid profile in Alpine goats. *Animal*, 11(10), 1772-1778.
 118. Klir Šalavardić, Ž., Novoselec, J., Antunović, Z. (2017c). Upotreba bundeve u hranidbi životinja. *Krmiva*, 59, 21-30.
 119. Klir Šalavardić, Ž., Novoselec, J., Castro-Montoya, J. M., Šperanda, M., Đidara, M., Molkentin, J., Antunović, Z. (2021). The effect of dietary pumpkin seed cake and extruded linseed on blood haemato-chemicals and milk quality in Alpine goats during early lactation. *Mljekarstvo*, 71(1), 13-24.

120. Klir Šalavardić, Ž., Novoselec, J., Ronta, M., Antunović, Z. (2022). Utjecaj pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodne pokazatelje jaradi. *Krmiva*, 64(1), 13–22.
121. Klir Šalavardić, Ž., Novoselec, J., Đidara, M., Antunović, Z. (2024). Blood Parameter Response in Growing Alpine Goat Kids Fed Diets Containing Extruded Flaxseed or Pumpkin Seed Cake. *Agriculture*, 14, 1667.
122. Kokić, B., Rakita, S., Vujetić, J. (2024). Impact of using oilseed industry by products rich in linoleic and alpha-linolenic acid in ruminant nutrition on milk production and milk fatty acid profile. *Animal*, 14(4), 539.
123. Kopic, I. (2016). Utjecaj procesnih parametara na svojstva kruha s dodatkom bučine pogače proizvedenog u industrijskim uvjetima. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
124. Kovačević, D. (2001). Kemija i tehnologija mesa i ribe. Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera Osijek, Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek. str. 18-50.
125. Kozačinski, L., Šimpraga, M., Vugrovečki, A. S., Njari, B., & Cvrtila, Ž. (2017). Kvaliteta mesnih pripravaka od janjećeg mesa. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu*, 19(6.), 508-512.
126. Kramer, J. W. (2000). Normal hematology of cattle, sheep and goats. *Schalm's veterinary hematology*, 5, 1075-1084.
127. Krvavica, M., Kegelj, A., Đugum, J. (2013). Fats and fatty acids of sheep meat. *Meso*, 15(2), 111-121.
128. Kulaitienė, J., Černiauskienė, J., Jarienė, E., Danilčenko, H., Levickienė, D. (2018). Antioxidant activity and other quality parameters of cold pressing pumpkin seed oil. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(1), 161-166.
129. Kulaitienė, J., Jarienė, E., Danilčenko, H., Kita, A., & Venskutonenė, E. (2007). Oil pumpkins seeds and their quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4B), 349-352.
130. Kupczyński, R., Pacyga, K., Lewandowska, K., Bednarski, M., Szumny, A. (2024). Milk odd- and branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen fermentation. *Animals*, 14, 1706.

131. Kurrig, M., Kreuzer, M., Reidy, M., Scheurer, A., Giller, K. (2019). Replacing soybean meal by alternative protein sources in forage-based diets for growing bulls. U: Energy and protein metabolism and nutrition, 138, 171–172.
132. Landim, A. V., Castanheira, M., Fioravanti, M. C. S., Pacheco, A., Cardoso, M. T. M., Louvandini, H., McManus, C. (2011). Physical, chemical and sensorial parameters for lambs of different groups, slaughtered at different weights. Tropical Animal Health and Production, 43, 1089-1096.
133. Lans, C., Turner, N., Khan, T., Brauer, G., Boepple, W. (2007). Ethnoveterinary medicines used for ruminants in British Columbia, Canada. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 3, 11.
134. Latimer, K.S., Maheffey, E.A., Prasse, K.W. (2003). Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology, 4th ed. Plumb's Veterinary Drug Handbook, 5th edition, pp. 1241-1249.
135. Latoch, A., Stasiak, D. M., Libera, J., Junkuszew, A. (2023). Assessment of suitability and lipid quality indicators of lamb meat of Polish native breeds. Annals of Animal Science, 23(3), 897-908.
136. Lee, M. Y. (2002). Effects of Na_2SO_3 on the activities of antioxidant enzymes in geranium seedlings. Phytochemistry, 59(5), 493-499.
137. Leder F. i Molnar, I. (1993). A nagy taperteku olajtokmag-presmaradek hasznositasi lehetosege, Gabonaipar.
138. Lepherd, M. L., Canfield, P. J., Hunt, G. B., Bosward, K. L. (2009). Haematological, biochemical and selected acute phase protein reference intervals for weaned female Merino lambs. Australian Veterinary Journal, 87(1-2), 5-11.
139. Li, Y., Zhang, G. N., Fang, X. P., Zhao, C., Wu, H. Y., Lan, Y. X., Che, L., Sun, Y.K., Lv, J.Y., Zhang, Y.G., Pan, C. F. (2021). Effects of replacing soybean meal with pumpkin seed cake and dried distillers grains with solubles on milk performance and antioxidant functions in dairy cows. Animal, 15(3), 100004.
140. Li, Y., Gao, J., Lv, J., Lambo, M. T., Wang, Y., Wang, L., Zhang, Y. (2023). Replacing soybean meal with high-oil pumpkin seed cake in the diet of lactating Holstein dairy cows modulated rumen bacteria and milk fatty acid profile. Journal of Dairy Science, 106(3), 1803-1814.

141. Lokuge, G.M.S., Kaysen, C., Maigaard, M., Lund, P., Wiking, L., Poulsen, N.A. (2024). Effects of feeding whole-cracked rapeseeds, nitrate, and 3-nitrooxypropanol on composition and functional properties of the milk fat fraction from Danish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 107(8), 5330-5342.
142. Lotfollahzadeh, S., Zakian, A., Tehrani-Sharif, M., & Watson, D. G. (2016). Assessment the alterations of some biochemical parameters in Afshari sheep with possible metabolic disorders. *Small Ruminant Research*, 145, 58-64.
143. Luna, P., Bach, A., Juárez, M., De La Fuente, M. A. (2008). Effect of a diet enriched in whole linseed and sunflower oil on goat milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid isomer profile. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 20-28.
144. MacGibbon, A.K.H. (2020). Composition and structure of bovine milk lipids. Iz knjige: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., O'Mahony, J.A. (Ed) *Advanced dairy chemistry*. Springer: New York, NY, USA, 2, str. 1–32.
145. Mađarević Pavetić, T. (2015). Utjecaj uvjeta prerade koštice buče na iskorištenje i oksidacijsku stabilnost ulja. Doktorska disertacija. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
146. Majid, A.K., Ahmed, Z., Khan, R. (2020). Effect of Pumpkin Seed Oil on Cholesterol Fractions and Systolic/Diastolic Blood Pressure. *Food Science and Technology*, 40, 769–777.
147. Makni, M., Fetoui, H., Gargouri, N.K., Garoui, E.M., Jaber, H., Makni, J., Boudawara, T. & Zeghal, N. (2008). Hypolipidemic and hepatoprotective effect of flax and pumpkin seed mixture rich in ω -3 and ω -6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. *Food Chemical Toxicology*, 46, 3714-3720.
148. Makni, M., Sefi, M., Fetoui, H., Garoui, E.M., Gargouri, N.K., Boudawara, T., Zeghal, N. (2010). Flax and pumpkin seeds mixture ameliorates diabetic nephropathy in rats. *Food Chemical Toxicology*, 48, 2407-2412.
149. Markiewicz-Kęszycka, M., Czyżak-Runowska, G., Lipińska, P., Wójtowski, J. (2013). Fatty acid profile of milk-a review. *Bulletin of The Veterinary Institute in Pulawy*, 57(2), 135-139.
150. Martinez, Y., Valdivie, M., Estarron, M., Solano, G., Cordova, J. (2010). Serum lipid profile of laying hens fed pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed level. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 44, 392–393.

151. Marutsova, V. i Marutsov, P. (2018). Sublinical and clinical ketosis in sheep – relationships between body condition scores and blood β hydroxybutyrate and non-esterified fatty acids concentrations. *Tradition and modernity in veterinary medicine*, 3, 1(4), 30-36.
152. Maselema, D., Chigwa, F., Chingala, G. (2021). Effect of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed meal as a supplementing diet to free-ranging goats on growth performance and semen quality. *Livestock Research for Rural Development*, 33.
153. Matthews, K.K., O'Brien, D.J., Whitley, N.C., Burke, J.M., Miller, J.E, Barczewski, R.A. (2016). Investigation of possible pumpkin seeds and ginger effects on gastrointestinal nematode infection indicators in meat goat kids and lambs. *Small Ruminant Research*, 136, 1-6.
154. Mioč, B., Pavić, V., Posavi, M., Sinković, K. (1999). Program uzgoja i selekcije ovaca u Republici Hrvatskoj. Hrvatski stočarsko selekcijski centar, Zagreb.
155. Mioč, B., Pavić, V., Havranek, J., Vnućec, I. (2004). Čimbenici proizvodnosti i kemijskog sastava ovčjeg mlijeka. *Stočarstvo*, 58(2), 103-115.
156. Mioč B., Pavić V., Sušić, V. (2007). *Ovčarstvo*. Zagreb: Hrvatska mljekarska udruga, str. 424.
157. Mioč, B., Prpić, Z., Vnućec, I., Sušić, V., Pavić, V. (2011). Kritične faze u uzgoju ovaca i janjadi. Zbornik predavanja 13. Savjetovanja uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, str. 31-46.
158. Mioč, B., Leto, J. Kiš, G. (2017). Hranidba ovaca i koza. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. str. 160.
159. Montesano, D., Blasi, F., Simonetti, M.S., Santini, A., Cossignani, L. (2018). Chemical and nutritional characterization of seed oil from *Cucurbita Maxima*, L. (Var. Berrettina) pumpkin. *Foods*, 7, 3, 30.
160. Morris, D.D. (2002.a). Alterations in the Clotting Profile. In: *Large animal internal medicine* (Smith, Bradford P. 3rd ed.). Mosby Inc. A Harcourt Health Sciences Company 11830 Westline Industrial Drive St. Louis, Missouri, str. 434 – 439.
161. Morris, D.D. (2002.b). Alterations in the Leukogram. In: *Large animal internal medicine* (Smith, Bradford P. 3rd ed.). Mosby Inc. A Harcourt Health Sciences Company 11830 Westline Industrial Drive St. Louis, Missouri. str. 420 – 426.

162. Murković, M., Hillebrand, A., Winkler, A., Leitner, E., Pfannhauser, W. (1996). Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 203, 216-219.
163. Murković, M., Piironen, V., Lampi, A. M., Kraushofer, T., Sontag, G. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food chemistry*, 84(3), 359-365.
164. Murray, D. S., Hager, H., Tocher, D. R., Kainz, M. J. (2014). Effect of partial replacement of dietary fish meal and oil by pumpkin kernel cake and rapeseed oil on fatty acid composition and metabolism in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, 431, 85-91.
165. Mustad, V.A., Ellsworth, J.L., Cooper, A.D., Kris-Etherton, P.M., Etherton, T.D. (1996). Dietary linoleic acid increases and palmitic acid decreases hepatic LDL receptor protein and mRNA abundance in young pigs. *Journal of Lipid Research*, 37, 2310.
166. Neetika, J., Hundal, S., Wadhwa, M., Kaswan, S., Sharma, A. (2019). Potential of chia oil to enrich goats' milk with omega-3 fatty acids in comparison to linseed oil under tropical climate. *Indian Journal of Animal Sciences*, 89(3), 269-275.
167. Nkosi, C.Z., Opoku, A.R., Terblanche, S.E. (2005). Effect of pumpkin seed (*Cucurbita pepo*) protein isolate on the activity levels of certain plasma enzymes in CCl₄-induced liver injury in low-protein fed rats. *Phytotherapy Research*, 19, 341-345.
168. Nkosi, C.Z., Opoku, A.R., Terblanche, S.E. (2006). In Vitro antioxidative activity of pumpkin seed (*Cucurbita pepo*) protein isolate and its In Vivo effect on alanine transaminase and aspartate transaminase in acetaminophen-induced liver injury in low protein fed rats. *Phytotherapy Research*, 20, 780-783.
169. Noci, F., Monahan, F. J., Moloney, A. P. (2011). The fatty acid profile of muscle and adipose tissue of lambs fed camelina or linseed as oil or seeds. *Animal*, 5(1), 134-147.
170. Novoselec, J., Steiner, Z., Klir, Ž., Matanić, I., Antunović, Z. (2015). Influence of dietary selenium supplementation to ewes and lambs on production performance and exterior characteristics of lambs. *Krmiva*, 57(1), 11-16.
171. Novoselec, J., Klir, Ž., Steiner, Z., Ronta, M., Sičaja, V., Antunović, Z. (2017a). Proizvodno-hematološki pokazatelji janjadi hranjene obrocima s dodatkom pogače sjemenki bundeve. *Krmiva*, 59(2), 85-94.

-
172. Novoselec, J., Šperanda, M., Klir, Ž., Mioč, B., Steiner, Z., Antunović, Z. (2017b). Blood biochemical indicators and concentration of thyroid hormones in heavily pregnant and lactating ewes depending on selenium supplementation. *Acta Veterinaria Brno*, 86(4), 353-363.
173. Novoselec, J., Šramek, L., Klir, Ž., Ronta, M., Antunović, Z. (2018). Fenotipske odlike Merinolandschaf ovaca tijekom sisajućeg razdoblja u ekološkom uzgoju. Zbornik 11. Međunarodni znanstveno-stručni skup. "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša", str. 111-115.
174. Novoselec, J., Klir Šalavardić, Ž., Đidara, M., Novoselec, M., Vuković, R., Čavar, S., Antunović, Z. (2022). The effect of maternal dietary selenium supplementation on blood antioxidant and metabolic status of ewes and their lambs. *Antioxidants*, 11(9), 1664.
175. Nyam, K. L., Tan, C. P., Lai, O. M., Long, K., Man, Y. C. (2009). Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils. *LWT-Food Science and technology*, 42(8), 1396-1403.
176. Offor, I. F., Ehiri, R. C., & Njoku, C. N. (2014). Proximate nutritional analysis and heavy metal composition of dried *Moringa oleifera* leaves from Oshiri Onicha LGA, Ebonyi State, Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 57-62.
177. Onwuka, G.I. (2005). *Food Analysis and Instrumentation: Theory and Practice*. Naphthali Print, Lagos, str. 133-137.
178. Padarariu, A., Daraban, S.V., Miresan, V. (2021). Evolution of blood metabolic profile and antioxidant enzymes activities in ewes during different physiological status. *Scientific Papers. Series D. Animal Science.*, LXIV, 2.
179. Paglia, D.E. and Valentine, W.N. (1967) Studies on the Quantitative and Qualitative Characterization of Erythrocyte Glutathione Peroxidase. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 70, 158-169.
180. Palmquist, D. L., Jenkins, T. C. (2003). Challenges with fats and fatty acid methods. *Journal of animal science*, 81(12), 3250-3254.
181. Palou, A., Picó, C., Bonet, M. A., Oliver, P., Serra, F., Rodríguez, A., Guerrero, J., Ribot, R. (2005). *Lípidos. U: El libro blanco de los esteroides vegetales*. Unilever Foods S.A. España. str. 85.

-
182. Patel, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutic: a review on status quo and Agrawal and Shahani *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6(3), 183-189.
183. Piironen V., Lindsay, D.G., Mieyyinen, T.A., Toivo, J., Lampi, A.M. (2000). Plant sterol: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of Science Food Agriculture*, 80, 939-966.
184. Patterson, E., Wall, R., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P., Stanton, C. (2012). Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 539426.
185. Perna, M. i Hewlings, S. (2022). Saturated fatty acid chain length and risk of cardiovascular disease: a systematic review. *Nutrients*, 15(1), 30.
186. Pearson, D. (1976). *Chemical Analysis of Foods*. 7th Edition, J. & A. Churchill, London, str. 7-11.
187. Piccione, G., Caola, G., Giannetto, C., Grasso, F., Runzo, S. C., Zumbo, A., Pennisi, P. (2009). Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, postparturition, lactation and dry period. *Animal Science Papers and Reports*, 27(4), 321-330.
188. Piccione, G., Messina, V., Scianó, S., Assenza, A., Orefice, T., Vazzana, I., Zumbo, A. (2012). Annual changes of some metabolical parameters in dairy cows in the Mediterranean area. *Veterinarski arhv*, 82(3), 229-238.
189. Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J., Lampi, A. M. (2000). Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 939-966.
190. Polizopoulou, Z. S. (2010). Haematological tests in sheep health management. *Small Ruminant Research*, 92: 88-91.
191. Ponnampalam, E.N., Butler, K.L., Pearce, K.M., Mortimer, S.I., Pethick, D.W., Ball, A.J., Hopkins, D.L. (2014). Sources of variation of health claimable long chain omega-3 fatty acids in meat from Australian lamb slaughtered at similar weights. *Meat Science*, 96(2), B.
192. Ponnampalam, E. N., Sinclair, A. J., Holman, B. W. (2021). The sources, synthesis and biological actions of omega-3 and omega-6 fatty acids in red meat: An overview. *Foods*, 10(6), 1358.
193. Posavi, M., Ozimec, R., Ernoić, M., Poljak, F. (2004). *Enciklopedija hrvatskih domaćih životinja*. Katarina Zrinski, Varaždin, Hrvatska. str. 107-135.

194. Prache, S., Schreurs, N., Guillier, L. (2022). Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. *Animal*, 16, 100330.
195. Priolo A., Micol D., Agabriel J., Prache S., Dransfield E. (2002). Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science*, 62: 179–185.
196. Pulina, G., Nudda, A. (2004). Milk production. U: Dairy sheep nutrition. (ur.) Pulina, G. CABI Internationa, USA, str. 1-12.
197. Rabrenović, B. B., Dimić, E. B., Novaković, M. M., Tešević, V. V., Basić, Z. N. (2014). The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 55(2), 521-527.
198. Radman, I., Vodanović, M. (2015.). Anemije. U: Klinička kemija i molekularna dijagnostika u kliničkoj praksi, drugo, dopunjeno i obnovljeno izdanje. Sertić, J. (ur.), Medicinska naklada, Zagreb, 445-466.
199. Ragab, A.A., El-Reidy, K.F.A., Gaffar, H.M.A. (2016). Effect of diet supplemented with pumpkin (*Cucurbita moschata*) and black seed (*Nigella sativa*) oils on performance of rabbits: 3-productive and reproductive traits, puberty, sexual activity and semen characteristics of New zealand white male rabbits. *Egypt Journal of Agriculture Research*, 94(1), 149–169.
200. Razzaghzadeh, S., Amini-jabalkandi, J., Hashemi, A. (2007). Effects of different levels of Pumpkin (*Cucurbita Pepo*) residue silage replacement with forage part of ration on male buffalo calves fattening performance. *Italian Journal of Animal Science*, 6(suppl. 2), 575-577.
201. Reham, A., Reham, M., Ramadan, S., Lamiaa A.A. (2009). Effect of Substituting Pumpkin Seed Protein Isolate for Casein on Serum Liver Enzymes, Lipid Profile and Antioxidant Enzymes in CCl₄-intoxicated Rats. *Advances in Biological Research*, 3(1-2), 9-15.
202. Reintke, J., Brügemann, K., Yin, T., Wagner, H., Wehrend, A., Müller, A., König, S. (2021). Associations between minerals and metabolic indicators in maternal blood pre- and postpartum with ewe body condition, methane emissions, and lamb body weight development. *Animal*, 15, 100034.
203. Ribeiro, L.A.O., González, F.H.D., Conceição, T.R., Brito, M.A., La Rosa, V.L., Campos, R. (2003). Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Acta Scientiae Veterinariae*, 31(3), 167-170.

-
204. Ribeiro, E.L.A., de Castro, F.A.B., Bumbieris, V.H.J., Prado-Calixto, O.P., da Silva, L.D.F., de Freitas Pena, A., González-García, E. (2021). Body condition score at lambing and performance of Santa Inês ewes with an offspring during lactation. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, 42(2), 809-826.
205. Ripoll, G., Joy, M., Muñoz, F., Albertí, P. (2008). Meat and fat colour as a tool to trace grass-feeding systems in light lamb production. *Meat Science*, 80: 239–248.
206. Robles Jimenez, L. E., Aguirre, E. A., Cruz, M. D. L. A. C., Schettino-Bermúdez, B., Gutiérrez-Tolentino, R., Chay-Canul, A. J., Garcia-Herrera, R.A., Ghavipanje, N., Castelan Ortega, O. A., Vargas-Bello-Pérez, E., Gonzalez-Ronquillo, M. (2024). Inclusion of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*) in dairy sheep diets. *Plos one*, 19(4), e0300864.
207. Rosenvold, K. i Andersen, H. J. (2003). Factors of significance for pork quality—a review. *Meat science*, 64(3), 219-237.
208. Russel A. (1991). Body condition scoring of sheep. In: *Sheep and goat practice*. Boden E. (ed.). str. 3. Bailliere Tindall, Philadelphia.
209. Saavedra, M.J., Aires, A., Dias, C., Almeida, J.A., De Vasconcelos, M.C.B.M., Santos, P., Rosa, E.A. (2015). Evaluation of the Potential of Squash Pumpkin By-Products (Seeds and Shell) as Sources of Antioxidant and Bioactive Compounds. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 1008–1015.
210. Sanjayaranj, I., Lopez-Villalobos, N., Blair, H.T., Janssen, P.W.M., Holroyd, S.E., MacGibbon, A.K.H. (2022). Fatty acid composition of dairy milk: A case study comparing once- and twice-a-day milking of pasture-fed cows at different stages of lactation. *Dairy*, 3(1), 174-189.
211. Sañudo, C., Sierra, I., Olleta, J. L., Martin, L., Campo, M. M., Santolaria, P., Nute, G. R. (1998). Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Animal Science*, 66(1), 175-187.
212. Sattar, N., Petrie, J.R., Jaap, A.J. (1998). The atherogenic lipoprotein phenotype and vascular endothelial dysfunction. *Atherosclerosis*, 138, 229.
213. Scislowski, V., Bauchart, D., Gruffat, D., Laplaud, P. M., Durand, D. (2005). Effects of dietary n-6 or n-3 polyunsaturated fatty acids protected or not against ruminal hydrogenation

- on plasma lipids and their susceptibility to peroxidation in fattening steers. *Journal of Animal Science*, 83(9), 2162-2174.
214. Shingfield, K.J., Bernard, L., Leroux, C., Chilliard, Y. (2010). Role of trans fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. *Animal*, 4(7), 1140–1166.
 215. Sičaja, V. (2011). Hranidba janjadi žitaricama u ekološkom uzgoju. Završni rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
 216. Sierra, I. (1973). Contributions to the study Blanco Belga x Landrace: productive characteristics of the channel and the meat quality. *Revista del Instituto de Economia y Producciones Ganaderas del Ebro*, 16. p.43.
 217. Simopoulos, A. P. (1999). Evolutionary aspects of omega-3 fatty acids in the food supply. *Prostaglandins, Leukotrienes and essential fatty acids*, 60(5-6), 421-429.
 218. Simopoulos, A.P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* (Maywood), 233(6): 674-88.
 219. Sies, H. (2015). Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. *Redox biology*, 4, 180-183.
 220. Sinclair, L.A. (2007). Nutritional manipulation of the fatty acid composition of sheep meat: A review. *Journal of Agricultural Science*, 145, 419-434.
 221. Silanikove, N., Tiomokin, D. (1992). Toxicity induced by poultry litter consumption: Effect on parameters reflecting liver function in beef cows. *Animal Production*, 54, 203–209.
 222. Sinkovič L. i Kolmanič A. (2021). Elemental composition and nutritional characteristics of *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* seeds, oil cake and pumpkin oil. *Journal of Elementology*, 26(1), 97-107.
 223. Siqueira, M.T.S., Jesus, T.A.V., Silva, A.L., Araújo, M.J.P., Sousa, L.F., Macedo Júnior, G.L. (2020). Suplementação nutricional para ovelhas em final de gestação: parâmetros nutricionais e metabólicos. *Caderno de Ciências Agrárias*, 12(1), 1-9.
 224. Sito, S., Barčić, J., Ivančan, S. (1998). Influence of various air temperature on duration of drying pumpkin seed with higher water content after washing (*Cucurbita pepo* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 63(4), 285-290.

-
225. Statistički ljetopis Republike Hrvatske (1997). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo, str. 250-275.
226. Stevenson, David, G., Fred, J. Eller, L. W., Jay-Lin, J., Tong W., George E. I. (2007). Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(10), 4005-4013.
227. Suttle, N.F. (2010). Selenium. In: *Mineral Nutrition of Livestock*, 4th Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK. pp. 377- 425.
228. Treacher, T.T., Caja, G. (2002). Nutrition during lactation. In: *Sheep nutrition*. CABI, Wallingford, United Kingdom, str. 213-236.
229. Toscas, P.J., Shaw, F.D., Beilken, S.L. (1999). Partial least squares (PLS) regression for the analysis of instrument measurements and sensory meat quality data. *Meat Science*, 52, 173–178.
230. Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G.B.K.S., Yadav, H. (2007). Medicinal and biological potential of pumpkin: An updated review. *Nutrition Research Review*, 23, 184–190.
231. Yañez, E.A., Resende, K.T., Ferreira, A.C.D., Medeiros, A.N., Silva Sobrinho, A.G., Pereira Filho, J.M., Teixeira, I.A.M.A., Artoni, S.M.B. (2004). Utilization of biometric measures for prediction of Saanen goats carcass traits. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 1564-1572.
232. Valdez-Arjona, L.P., Ramírez-Mella, M. (2019). Pumpkin Waste as Livestock Feed: Impact on Nutrition and Animal Health and on Quality of Meat, Milk, and Egg. *Animals*, 8-9(10), 769.
233. Van der Linden, D.S., Kenyon, P.R., Jenkinson, C.M.C., Peterson, S.W., Lopez-Villalobos, N., Blair, H.T. (2007). The effects of ewe size and nutrition during pregnancy on growth and onset of puberty in female progeny. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 67, 126–129.
234. Van Saun, R.J. (2000). Blood profiles as indicators of nutritional status. Department of Large Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA, str. 97331-4802.
235. Van Saun, J. (2023). Metabolic Profiling in Ruminant Diagnostics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 39, 1, 49-71.

236. Velasco, S., Caneque, V., Perez, C., Lauzurica, S., Diaz, M.T., Huidobro, F., Manzanares, C., Gonzalez, J. (2001). Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production system. *Meat Science*, 56(3), 325-333.
237. Vnućec, I. (2011). *Odlike trupa i kakvoća mesa janjadi iz različitih sustava uzgoja*. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
238. Zdunczyk, Z., Minakowski, D., Frejnagel, S., Flis, M. (1999). Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed cake, soybean meal and casein. *Food/Nahrung*, 43(6), 392-395.
239. Zvekić, D. i Popović, J. (2005). *Hranidba stoke na obiteljskom gospodarstvu*. Nakladnik: Neron doo, Bjelovar, 5(154), 10.
240. Wachira, A.M., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., Enser, M., Wood, J.D., Fisher, A.V. (2002). Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *British Journal of Nutrition*, 88, 697–709.
241. Wathes, D.C., Cheng, Z., Chowdhury, W., Fenwick, M.A., Fitzpatrick, R., Morris, D.G., Patton, J., Murphy, J. (2009). Negative energy balance alters global gene expression and immune responses in the uterus of postpartum dairy cows. *Physiology Genomics*, 39, 1-13.
242. Whetsell, M. S. i Rayburn, E. B. (2003). Human health effects of fatty acids in beef. Faculty & Staff Scholarship. 3250 Faculty & Staff Scholarship
https://researchrepository.wvu.edu/faculty_publications/3250
243. Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I., Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 78, 343-358.
244. FAOSTAT (2022). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
245. FAOSTAT (2025): <https://www.fao.org/statistics/en> (preuzeto 20.1.2025.).
246. <https://poljoprivreda.gov.hr/>
247. <https://www.iso.org/standard/28897.html>
248. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+ISO+6492:2001>
249. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+ISO+2171%3A1999>
250. <https://www.iso.org/standard/28897.html>

9. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu „Sičaja“ u Gašincima na 36 ovaca i njihove janjadi pasmine Merinolandschaf. Odabrane ovce bile su prosječne dobi 5 godina, u četvrtoj laktaciji, zdrave i u dobroj kondiciji. Prosječna dob janjadi na početku istraživanja bila je 45 dana. Tijekom istraživanja, koje je trajalo 66 dana, ovce i janjad su bile hranjene krmnim smjesama i sijenom uz vodu i stočnu sol koje su uzimali po volji. Kontrolnoj skupini (K) ovaca i janjadi bjelančevinasta komponenta krmne smjese je bila sačma soje i ekstrudirana soja. Prvoj skupini (P1) ovaca i janjadi sojina sačma i ekstrudirana soja djelomično je zamijenjena sa 7 % pogače sjemenki bundeve (PSB) bez ljuske, a drugoj skupini (P2) ovaca i janjadi ekstrudirana soja je potpuno, a sojina sačma djelomično zamijenjena sa 14 % PSB bez ljuski. Utvrđivanje proizvodnih pokazatelja, uzimanje uzoraka krvi i mlijeka provedeno je 1., 33. i 66. dana istraživanja, dok su klaonički pokazatelji i pokazatelji kvalitete mesa utvrđeni 66. dana istraživanja. U uzorcima ukupne krvi utvrđeni su hematološki pokazatelji (broj krvnih stanica, eritrocitne konstante i diferencijalna krvna slika), a u krvnom serumu biokemijski pokazatelji (minerali, metaboliti i enzimi). Proizvodni pokazatelji i metabolički profil ovaca i janjadi hranjenih obrocima P1 i P2 nisu se značajno razlikovali u odnosu na kontrolnu (K) skupinu. Međutim, uočen je porast završne tjelesne mase, prosječnog dnevnog prirasta te određenih indeksa tjelesne razvijenosti u ovaca iz pokusnih skupina. Također, 33. dana istraživanja uočeno je smanjenje aktivnosti AST u skupini P2 te aktivnosti GGT u krvi ovaca skupine P1. Koncentracije ukupnog kolesterola i LDL-kolesterola u krvi janjadi bile su značajno smanjene u skupini P2 66. dana istraživanja. Istodobno, 33. dana istraživanja zabilježena je povećana aktivnost enzima glutation-peroksidaze (GPx) u janjadi skupina P1 i P2, što upućuje na mogući antioksidativni učinak PSB-a. Iako hranidba ovaca obrocima P1 i P2 nije dovela do značajnih promjena u masnokiselinskom profilu ovčjeg mlijeka, u mišićnom tkivu janjadi skupine P2 zabilježena je povećana koncentracija linolne kiseline i ukupnih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u odnosu na kontrolnu (K) skupinu. U P1 i P2 skupinama povećana je koncentracija oleinske kiseline u trbušnoj maramici kao i koncentracija ukupnih dugolančanih masnih kiselina. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost uključivanja pogače sjemenki bundeve u udjelima od 7 % i 14 % u krmne smjese za ovce i janjad, pri čemu ona može poslužiti kao vrijedan izvor sirovih bjelančevina i poželjnih masnih kiselina.

Ključne riječi: pogača sjemenki bundeve, ovce, janjad, proizvodni pokazatelji, metabolički profil, kvaliteta mlijeka, kvaliteta mesa

10. SUMMARY

The research was conducted on the family farm “Sičaja” in Gašinci on 36 Merinolandschaf ewes and their lambs. The selected ewes had average age of 5 years, and were in their fourth lactation, healthy, and in good condition. Lambs were 45 days on average at the beginning of the research. During the 66-day trial, the ewes and lambs were fed with a feed mixture and hay, with free access to water and mineral salt. In the control group (K), the protein component of the diet consisted of soybean meal and extruded soybean. In the first group (P1) of ewes and lambs, soybean meal and extruded soybean were partially replaced with 7% dehulled pumpkin seed cake (PSC). In the second group (P2), extruded soybean was completely, and soybean meal partially, replaced with 14% dehulled PSC. Production indicators were monitored, and blood and milk samples were collected on days 1, 33, and 66 of the research, while slaughter and meat quality indicators were determined on day 66. Hematological parameters (blood cell counts, erythrocyte indices, and differential blood count) were determined from whole blood samples, and biochemical indicators (minerals, metabolites, and enzymes) were analyzed in blood serum. Production performance and metabolic profiles of ewes and lambs fed P1 and P2 diets did not differ significantly from those of the control (K) group. Increase in final body weight, average daily gain, and certain body development indices in ewes from the experimental groups was observed. On day 33 of the study, a decrease in AST activity was observed in the P2 group, and a decrease in GGT activity was observed in the blood of ewes from the P1 group. The concentrations of total cholesterol and LDL-cholesterol in the blood of lambs were significantly reduced in the P2 group on day 66 of the study. On day 33 of the study, increased activity of the enzyme glutathione peroxidase (GPx) was recorded in lambs from both P1 and P2 groups, indicating a potential antioxidant effect of PSC. Feeding ewes with P1 and P2 diets did not result in significant changes in the fatty acid profile of ewe milk, increased concentrations of linoleic acid and total polyunsaturated fatty acids (PUFAs) were observed in the muscle tissue of lambs from the P2 group compared to the control (K) group. In both P1 and P2 groups, there was an increased concentration of oleic acid in the omental fat as well as an increased concentration of total long-chain fatty acids. The obtained results suggest the possibility of including pumpkin seed cake at 7% and 14% levels in concentrate mixtures for ewes and lambs, where it may serve as a valuable source of crude proteins and desirable fatty acids.

Keywords: pumpkin seed cake, ewes, lambs, production performance, metabolic profile, milk quality, meat quality

ŽIVOTOPIS

Vinko Sičaja rođen je 01. srpnja 1988. godine u Đakovu. Nakon završetka srednje Poljoprivredne i veterinarske škole u Osijeku 2007. godine, upisuje preddiplomski studij Zootehnike na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Na istom fakultetu 2011. godine upisuje diplomski studij Ekološke poljoprivrede. Diplomirao je 28. ožujka 2014., čime je stekao zvanje magistar inženjer ekološke poljoprivrede. Doktorski studij „Poljoprivredne znanosti“, smjer „Hranidba životinja i tehnologija stočne hrane“ upisuje 2015. godine također na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Iste godine otvara vlastito Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo, u kojem je stalno zaposlen. Do sada je u koautorstvu objavio 8 izvorno znanstvenih radova i 2 sažetaka sa znanstvenih skupova. Navedeni radovi mogu se svrstati u kategoriju indeksiranih u WoS bazi, tzv. A1 radovi gdje pripada 1 rad, u CAB-bazu, tzv. A2 radovi gdje pripadaju 4 rada, a u kategoriju tzv. A3 radova objavljenih u zbornicima radova s međunarodnih skupova pripadaju 3 rada. Vinko Sičaja je sudjelovao u radu 3 međunarodna simpozija koji su održani u Republici Hrvatskoj. Na međunarodnim simpozijima do sada je usmeno prezentirao 3 rada na hrvatskom jeziku.

