Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u hrani koza na proizvodna svojstva, masnokiselinski sastav mlijeka i metabolički profil

Klir, Željka

Doctoral thesis / Disertacija

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:304811

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Željka Klir, mag. ing. agr.

UTJECAJ DODATKA POGAČE SJEMENKI BUNDEVE I EKSTRUDIRANOG LANA U HRANI KOZA NA PROIZVODNA SVOJSTVA, MASNOKISELINSKI SASTAV MLIJEKA I METABOLIČKI PROFIL

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Željka Klir, mag. ing. agr.

UTJECAJ DODATKA POGAČE SJEMENKI BUNDEVE I EKSTRUDIRANOG LANA U HRANI KOZA NA PROIZVODNA SVOJSTVA, MASNOKISELINSKI SASTAV MLIJEKA I METABOLIČKI PROFIL

-Doktorska disertacija-

Osijek, 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Željka Klir, mag. ing. agr.

UTJECAJ DODATKA POGAČE SJEMENKI BUNDEVE I EKSTRUDIRANOG LANA U HRANI KOZA NA PROIZVODNA SVOJSTVA, MASNOKISELINSKI SASTAV MLIJEKA I METABOLIČKI PROFIL

- Doktorska disertacija -

Mentor: Prof. dr. sc. Zvonko Antunović

Povjerenstvo za ocjenu:

1. **Prof. dr. sc. Marcela Šperanda, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik**
2. **Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentor i član**
3. **Prof. dr. sc. Boro Mioč, redoviti profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**

Osijek, 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Željka Klir, mag. ing. agr.

UTJECAJ DODATKA POGAČE SJEMENKI BUNDEVE I EKSTRUDIRANOG LANA U HRANI KOZA NA PROIZVODNA SVOJSTVA, MASNOKISELINSKI SASTAV MLIJEKA I METABOLIČKI PROFIL

- Doktorska disertacija -

Mentor: Prof. dr. sc. Zvonko Antunović

Javna obrana doktorske disertacije održana je 12. travnja 2017. godine pred Povjerenstvom za obranu:

1. **Prof. dr. sc. Marcela Šperanda, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik**
2. **Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentor i član**
3. **Prof. dr. sc. Boro Mioč, redoviti profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti
Smjer: Stočarstvo

UDK: 636.085:637.12.04/.07'639+591.133.2

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda
Grana: Stočarstvo

Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u hrani koza na proizvodna svojstva, masnokiselinski sastav mlijeka i metabolički profil

Željka Klir, mag. ing. agr.

Disertacija je izrađena na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Mentor: Prof. dr. sc. Zvonko Antunović

Istraživanje je provedeno s 28 koza pasmine francuska alpina, na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Đurković, tijekom 75 dana. Hranidba koza temeljila se na sijenu *ad libitum* i 1 kg/dan krmne smjese. Jarad je sisala tijekom dva mjeseca i hranjena je krmnom smjesom i sijenom *ad libitum*. Koze su bile hranjene smjesom koja je sadržavala sačmu soje i ekstrudiranu soju (Kontrolna), zatim smjesom koja je sadržavala pogaču sjemenki bundeve (PSB; 160 g/kg) uz potpunu zamjenu soje te smjesom koja je sadržavala ekstrudirani lan (ELS; 90 g/kg) uz djelomičnu zamjenu soje. Nakon 20., 48. i 75. dana istraživanja utvrđene su fenotipske odlike koza i njihove jaradi, kao i količina te kemijski sastav mlijeka. Također, uzeti su i uzorci krvi za hematološku analizu na hematološkom analizatoru te je utvrđena i diferencijalna krvna slika. U uzorcima krvnog seruma utvrđeni su biokemijski pokazatelji, aktivnost enzima jetre te enzima glutation peroksidaze (GPx) i superoksid dismutaze (SOD). U uzorcima mlijeka utvrđen je i masnokiselinski profil, 20. i 75. dana istraživanja, plinsko-tekućom kromatografijom. Dodaci PSB i ELS u hranidbi koza i jaradi nisu uzrokovali značajnije promjene fenotipskih odlika koza i njihove jaradi. Količina i osnovni kemijski sastav mlijeka nisu se značajno razlikovali između skupina. Dodatak PSB smanjio je koncentraciju linolne kiseline (LA, C18:2 n-6) pri čemu je zadržana koncentracija poželjnih C6:0, C8:0, C10:0, C18:1 *cis*-9, C18:1 *trans*-11 i CLA masnih kiselina. Dodatak ELS doveo je do povećanja koncentracije C18:3 n-3 (ALA) u odnosu na kontrolnu skupinu. Ista je hranidba dovela do smanjenja omjera LA/ALA u mlijeku. Metabolički profil koza i njihove jaradi nije se značajnije mijenjao, osim povećanja aktivnosti GPx u jaradi 75. dana istraživanja. Navedeni rezultati ukazuju na mogućnost implementacije PSB i ELS u obroke koza bez narušavanja proizvodnih svojstava, metaboličkog profila te uz poboljšanje masnokiselinskog profila s dodatkom ELS.

Broj stranica: 158
Broj slika: 3
Broj tablica: 45
Broj literaturnih navoda: 286
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: pogača sjemenki bundeve, ekstrudirani lan, proizvodni pokazatelji, masnokiselinski sastav mlijeka, metabolički profil, koze, jarad

Datum obrane: 12. travnja 2017.
Povjerenstvo za obranu:
1. **Prof. dr. sc. Marcela Šperanda** – predsjednik
2. **Prof. dr. sc. Zvonko Antunović** – mentor i član
3. **Prof. dr. sc. Boro Mioč** – član

Disertacija je pohranjena u:
Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agriculture in Osijek
Postgraduate university study: Agricultural sciences
Course: Animal breeding

UDK: 636.085:637.12.04/.07'639+591.133.2
Scientific Area: Biotechnical Sciences
Scientific Field: Agriculture
Branch: Animal breeding

Influence of pumpkin seed cake and extruded linseed addition in feed of goats on production traits, fatty acid composition of milk and metabolic profile

Željka Klir, mag. ing. agr.

Thesis performed at Faculty of Agriculture in Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Supervisor: Prof. dr. sc. Zvonko Antunović

The research was carried out with 28 goats of French Alpine breed on family farm Đurković, during 75 days. Feeding of goats was based on hay *ad libitum* and 1 kg/day of feed mixture. Goat kids were suckling during two months, and were fed with feed mixture and hay *ad libitum.* Goats were fed with feed mixture containing soybean meal and extruded soybeen (Control), as well as feed mixture containing pumpkin seed cake (PSB; 160 g/kg) completely replacing soybeen, and extruded linseed (ELS; 90 g/kg) partially replacing soybeen. After 20, 48 and 75 days of research, phenotypic characteristics of goats and their kids, as well as yield and chemical composition of milk, were determined. Likewise, blood samples were taken for haematology parameters on hematology analyser. Also, differential blood picture was observed. Biochemical parameters, enzyme activity of liver as well as glutathion peroxidase (GPx) and superoxide dismutase (SOD) were detemined in blood serum. The fatty acid profile of milk samples was carried out 20th and 75th day of research with liquid-gas chromatography. Addition of PSB and ELS in feed mixtures did not influence sharp changes in phenotypic characteristics of goats and their kids. Yield and gross composition of milk did not differ significantly between groups. Addition of PSB lowered concentration of linoleic acid (C18:2 n-6), and maintained concentration of diserable C6:0, C8:0, C10:0, C18:1 *cis*-9, C18:1 *trans*-11 and CLA fatty acids. Addition of ELS increased concentration of C18:3 n-3 (ALA) compared to Control group. The same feed mixture decreased LA/ALA ratio in milk. Metabolic profile of goats and their kids did not differ much between groups, except higher GPx activity of kids 75th day of research. Abovementioned results indicate the posibility of PSB and ELS implementation in goats diets without any sharp changes in production traits and metabolic profile, with improvement of fatty acids profile when ELS was added.

Number of pages: 158
Number of figures: 3
Number of tables: 45
Number of references: 286
Original in: croatian

Key words: pumpkin seed cake, extruded linseed, production traits, fatty acid profile, metabolic profile, goats, kids

Date of the thesis defense: 12th of April 2017
Reviewers:

1. **PhD Marcela Šperanda, professor** – president
2. **PhD Zvonko Antunović, professor** – mentor and member
3. **PhD Boro Mioč, professor** – member

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

Zahvala

Ovom doktorskom disertacijom najsrdačnije zahvaljujem svojemu mentoru prof. dr. sc. Zvonku Antunoviću na pruženoj prilici i prenesenom znanju koji su obilježili jedno važno razdoblje mojega života. Hvala Vam što ste vjerovali u mene i omogućili mi ostvarivanje zadanih ciljeva. Zahvaljujući Vama otvaram novo poglavlje i radujem se novim izazovima u znanstvenom radu.

Iskreno zahvaljujem prof. dr. sc. Marceli Šperandi te prof. dr. sc. Bori Mioču na izdvojenom vremenu, strpljenju i korisnim savjetima koji su pridonijeli kvaliteti ove doktorske disertacije. Hvala Vam i na raspravama koje su mi pomogle razumijeti pojedine nedoumice u znanstvenom sadržaju.

Srdačno zahvaljujem svim kolegicama i kolegama Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku koji su mi na bilo koji način pomogli u izradi doktorske disertacije, osobito kolegama sa Zavoda za stočarstvo i Zavoda za Agroekologiju. Velika hvala Joži, Mariju i Mislavu koji su me vjerno pratili tijekom terenskih istraživanja.

Iskreno zahvaljujem obitelji Đurković na svakodnevnoj brizi i nadzoru nad životinjama tijekom istraživanja. Zahvaljujem i kolegama sa Sveučilišta u Hohenheimu, osobito prof. dr. sc. Uti Dickhöfer na brojnim sugestijama koje su mi pomogle u stjecanju novih spoznaja i na pomoći tijekom laboratorijskih analiza koje su važan dio ove disertacije.

Osobito zahvaljujem Mami, Tati, Ani i Stjepanu što su mi neizmjerna potpora, izvor snage i putokaz za bolji život!

„Čovjek postaje najbliži sebi kada postigne onakvu
ozbiljnost koju ima dijete dok se igra.“
Heraklit

KAZALO

1. UVOD 1
   1.1. Pregled literature 4
      1.1.1. Općenito o kozjem mlijeku 4
      1.1.2. Kemijski sastav i hranidbena vrijednost pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana 9
      1.1.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva koza 12
         1.1.3.1. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka 12
         1.1.3.2. Proizvodna svojstva jaradi 14
      1.1.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na masnokiselinski sastav kozjeg mlijeka 16
         1.1.4.1. Temeljne odlike masnih kiselina 16
         1.1.4.2. Biohidrogenacija masnih kiselina u buragu 21
         1.1.4.3. Masne kiseline u mliječnoj žlijezdi 23
         1.1.4.4. Kratkolančane, srednjelančane i razgranate masne kiseline 25
         1.1.4.5. Dugolančane i konjugirane masne kiseline 28
      1.1.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil koza 33
         1.1.5.1. Hematološki i biokemijski pokazatelji 33
         1.1.5.2. Antioksidativni status koza 37
   1.2. Cilj istraživanja 40
2. MATERIJAL I METODE RADA 41
   2.1. Značajke područja na kojem je provedeno istraživanje 41
   2.2. Plan provedbe istraživanja 43
   2.3. Hranidba i sastav obroka tijekom istraživanja 43
      2.3.1. Kemijska analiza krmiva 45
   2.4. Vaganje i fenotipske odlike koza i jaradi 49
   2.5. Uzimanje uzoraka mlijeka 50
      2.5.1. Osnovna kemijska analiza mlijeka 50
      2.5.2. Analiza masnih kiselina mlijeka 51

2.6. Uzimanje uzoraka krvi 53
2.6.1. Hematološki pokazatelji krvi 53
2.6.2. Biokemijski pokazatelji krvi 53
2.6. Statistička obrada podataka 55
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 56
3.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva koza 56
3.1.1. Fenotipske odlike i indeksi tjelesne razvijenosti 56
3.1.2. Količina i kemijski sastav mlijeka 59
3.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na masnokiselinski sastav mlijeka 61
3.2.1. Masne kiseline s parnim brojem ugljikovih atoma 61
3.2.2. Neparne i razgranate masne kiseline 65
3.2.3. Izomeri oleinske i linolne kiseline 68
3.2.4. Pojedine skupine masnih kiselina i indeksi aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze 71
3.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil koza 76
3.3.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika 76
3.3.2. Biokemijski pokazatelji 79
3.3.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima 81
3.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva jaradi 84
3.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil jaradi 87
3.5.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika 87
3.5.2. Biokemijski pokazatelji 89
3.5.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima 92
4. RASPRAVA 95
4.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva koza 95
4.1.1. Fenotipske odlike i indeksi tjelesne razvijenosti 95
4.1.2. Količina i kemijski sastav mlijeka 96

4.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na masnokiselinski sastav mlijeka 99
4.2.1. Masne kiseline s parnim brojem ugljikovih atoma 99
4.2.2. Neparne i razgranate masne kiseline 103
4.2.3. Izomeri oleinske i linolne kiseline 105
4.2.4. Pojedine skupine masnih kiselina i indeksi aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze 107
4.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil koza 111
4.3.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika 111
4.3.2. Biokemijski pokazatelji 113
4.3.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima 116
4.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva jaradi 119
4.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil jaradi 121
4.5.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika 121
4.5.2. Biokemijski pokazatelji 122
4.5.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima 124
5. ZAKLJUČCI 127
6. LITERATURA 129
7. SAŽETAK 157
8. SUMMARY 158

TUMAČ KRATICA

AA	arahidonska kiselina
ACP	proteinski nosač acila
AdA	adrenska kiselina
ADF	kisela deterdžentna vlakna
ADL	lignin
AI	aterogeni indeks
ALA	alfa-linolenska kiselina
ALT	alanin aminotransferaza
AST	aspartat aminotransferaza
BHB	beta-hidroksi butirat
BCFA	razgranate masne kiseline
CFU	broj kolonija bakterija
CLA	konjugirana linolna kiselina
CoA	koenzim A
DGLA	dihomo-gama-linolna kiselina
DHA	dokozaheksaenska kiselina
DPA	dokozapentaenska kiselina
EE	ekstrakt etera
ELS	ekstrudirani lan
EPA	eikozapentaenska kiselina
ES	ekstrudirana soja
ETA	eikozatetraenska kiselina
FAME	metil esteri masnih kiselina
GGT	gama-glutamil transferaza
GLA	gama-linolenska kiselina
GLM	generalni linearni model

GPx	glutation peroksidaza
GUK	glukoza
HDL	lipoproteini visoke gustoće
HNO_3	dušična kiselina
H_2O_2	vodikov peroksid
ICAR	International Committee for Animal Recording
K_3EDTA	kalij etilendiamintetraoctena kiselina
LA	linolna kiselina
LCFA	dugolančane masne kiseline
LDL	lipoproteini niske gustoće
MCFA	srednjelančane masne kiseline
MCH	prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima
MCHC	prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima
MCV	prosječni volumen eritrocita
ME	metabolička energija
MSL	mljevene sjemenke lana
MUFA	mononezasićene masne kiseline
NADPH	nikotinamid adenin dinukleotid fosfat
NDF	neutralna deterdžentna vlakna
NEFA	neesterificirane masne kiseline
NE_L	neto energija za laktaciju
NRC	National Research Council
NU	nije utvrđeno
NZMK	niža koncentracija zasićenih masnih kiselina
OBCFA	razgranate masne kiseline
OFA	neparne masne kiseline
POT	probavljiva organska tvar

Pp	proizvodnja plina
PPARγ	peroksisomalni proliferacijski aktivirani receptor gama
PSB	pogača sjemenki bundeve
PUFA	polinezasićene masne kiseline
RV	relativna vlaga zraka
SB	sirove bjelančevine
SCFA	kratkolančane masne kiseline
SD	standardna devijacija
SDA	stearidonska kiselina
SEM	standardna pogreška srednje vrijednosti
SFA	zasićene masne kiseline
SL	sjemenke lana
SM	sirova mast
SOD	superoksid dismutaza
SP	sirovi pepeo
SS	somatske stanice
ST	suha tvar
THI	temperaturno-humidni indeks
TI	trombogeni indeks
UFA	nezasićene masne kiseline
VLDL	lipoproteini vrlo niske gustoće
VZMK	viša koncentracija zasićenih masnih kiselina

1. UVOD

Proizvodnja kozjih proizvoda karakteristična je za zemlje Azije i Bliskog Istoka, ali i vrlo važan dio gospodarstva mediteranskih zemalja, osobito Francuske, Italije, Grčke, Španjolske i Albanije (Klir i sur., 2015.). Povećanje proizvodnje u navedenim državama prati i ukupno povećanje potrošnje kozjih proizvoda u svijetu što je posljedica povećanja uzgoja koza za 37,91% od 90-ih godina (FAOSTAT, 2016.). Pozitivan trend uzgoja koza prati i povećana proizvodnja kozjeg mlijeka za 43,36% (FAOSTAT, 2016.), koja je veća u odnosu na proizvodnju mlijeka ostalih domaćih životinja. U ukupnoj količini mlijeka u svijetu, kozje je mlijeko zastupljeno s 2,34%, a najveći je proizvođač Indija, zatim Bangladeš i Sudan te Pakistan (FAOSTAT, 2016.). U ruralnim područjima izražena je proizvodnja kozjeg mlijeka za potrebe domaćinstva, osobito u područjima gdje su kozji proizvodi temeljni izvor hrane za siromašnu populaciju (Haenlein, 2004.). Uzgoj koza nije karakterističan samo za nerazvijena i siromašna područja svijeta, već i za mediteranske zemlje koje sudjeluju s 18% u ukupnoj proizvodnji kozjeg mlijeka u svijetu (Pandya i Ghodke, 2007.), koje se većim dijelom prerađuje u kvalitetne sireve (Slačanac i sur., 2010.). Važnost proizvodnje kozjih proizvoda prema Haenleinu (2004.) proizlazi iz tri značajne uloge u prehrani ljudi: 1) proizvodnja kozjeg mlijeka karakteristična je za ruralne krajeve i proizvodnju za vlastite potrebe, što je ključno s obzirom na porast broja stanovnika u svijetu; 2) primjetne su sve veće pojave alergija na kravlje mlijeko, kao i pojave gastroeneroloških problema u humanoj populaciji; 3) kozje mlijeko je vrlo važan dio gastronomske ponude, stoga je vrlo traženo u razvijenim zemljama.

Nusproizvodi proizvodnje ulja se koriste za zadovoljavanje potreba za energijom i bjelančevinama u preživača, a istovremeno i kao izvor nezasićenih masnih kiselina. Zbog visoke i promjenjive cijene zrna soje (Vasta i sur., 2008.), kao i prisutnost genetski modificirane soje na tržištu (Nabradi i Popp, 2011.), u različitim istraživanjima nastoji se djelomično ili potpuno zamijeniti udio soje, kao bjelančevinastog dijela obroka,, alternativnim krmivima u hranidbi preživača (Chirstodoulou i sur., 2005.; Masucci i sur., 2006.; Antunović i sur., 2015.a). Jedno od vrlo važnih krmiva za koze je i pogača sjemenki bundeve zbog visokog udjela sirovih bjelančevina (Zdunczyk i sur., 1999.). Udio ulja u sjemenkama bundeve je 41,8-54,9%, a 98,1-98,7% ulja čine linolna (35,6-60,8%), oleinska (21,0-46,9%), palmitinska (9,5-14,5%) i stearinska (3,1-7,4%) masna kiselina s

povoljnim omjerom između polinezasićenih (polyunsaturated fatty acids-PUFA) i zasićenih (saturated fatty acids-SFA) masnih kiselina (Murković i sur., 1996.). Istraživanje Nudda i sur. (2007.) ukazuje i na visoku nutritivnu vrijednost ekstrudiranih sjemenki lana čiji je dodatak u obroke koza povećao sadržaj alfa-linolenske kiseline (alpha-linolenic acid-ALA, C18:3 n-3), konjugirane linolne (conjugated linoleic acid-CLA, C18:2 *cis*-9 *trans*-11) i vakcenske kiseline (vaccenic acid-VA, C18:1 *trans*-11). Laneno ulje je vrlo bogat izvor ALA čiji je sadržaj u ulju, prema Li i sur. (2012.) 62,2 ± 1,24 g/100 g od ukupnog sadržaja masnih kiselina.

Brojna su istraživanja potvrdila utjecaj masnih kiselina na ljudsko zdravlje, uslijed modeliranja masnokiselinskog sastava hrane tijekom dnevne konzumacije s ciljem snižavanja rizika od pojave različitih bolesti. Masne kiseline mogu djelovati štetno ali i povoljno za ljudsko zdravlje, ovisno o dužini ugljikovodičnog lanca, broju dvostrukih veza, njihovoj konfiguraciji kao i omjeru između pojedinih masnih kiselina. Stoga je visoki udio SFA (Siri-Tarino i sur., 2010.), *trans* masnih kiselina (Mozaffarian i sur., 2006.) kao i nizak udio PUFA (Goede i sur., 2013.) u dnevnom obroku povezan s povećanjem rizika od nastanka kardiovaskularnih bolesti. Prema Siri-Tarino i sur. (2010.) najvažnija dnevna preporuka za prevenciju kardiovaskularnih bolesti je smanjenje konzumacije zasićenih masnih kiselina, prvenstveno zbog smanjenja koncentracije LDL-kolesterola. Unatoč navedenom štetnom utjecaju, pojedine masne kiseline esencijalne su za ljudsko zdravlje, posebice masne kiseline iz skupine n-3 PUFA. Prema Simopoulos i sur. (2000.), preporučena konzumacija n-3 masnih kiselina, kao što su dokozaheksaenska (docosahexaenoic acid-DHA, C22:6 n-3) i eikozapentaenska (eicosapentaenoic acid-EPA, C20:5 n-3), za humanu populaciju iznosi 0,65 g, ALA 2,22 te n-6 masnih kiselina kao što je linolna (linoleic acid-LA, C18:2 n-6) 4,44 g. Istraživanja su ukazala da dnevna konzumacija visokog udjela n-6 masnih kiselina dovodi do nepovoljnog fiziološkog stanja organizma koje potiče trombozu, povećava viskoznost krvi, vazokonstrikciju kao i smanjenje krvarenja. Naprotiv, n-3 masne kiseline imaju protuupalnu, antiaritmičku, hipolipidnu i vazodilatatornu ulogu kao i utjecaj na smanjenje pojave od tromboze (Simopoulos, 1999.). S obzirom na postojanje konkurencije između enzima koji sudjeluju u elongaciji i desaturaciji LA i ALA, Simopoulos i sur. (1999.) su predložili povoljan omjer između istih masnih kiselina koji bi trebao biti 4:1 ili manji. Prema Academy of Nutriton and Dietetics (Vannice i Rasmussen, 2014.) konzumacija masti, u cilju održavanja

zdravlja odraslih osoba, trebala bi osigurati 20-36% energije, veću konzumaciju n-3 PUFA te ograničenu konzumaciju SFA i *trans* masnih kiselina. Goyens i sur. (2006.) su utvrdili povećani udio ALA i EPA u fosfolipidima plazme pri smanjenom udjelu LA te povećanom udjelu ALA u prehrani ljudi. Prema tome, udio pojedinih masnih kiselina mogao bi biti ključan čimbenik, s obzirom na različite funkcionalne karakteristike, za poboljšanje kvalitete hrane kao i zdravlja ljudi.

Hranidba utječe na masnokiselinski sastav mlijeka preživača pri čemu dodatak određenog izvora masnoće u obrocima može promijeniti profil masnih kiselina mliječne masti, ovisno o udjelu pojedinih masnih kiselina u obroku, biohidrogenaciji i aktivnosti mikroorganizama u buragu (Mele i sur., 2008.). Iako bogat n-3 masnim kiselinama, dodatak nezasićenih masnih kiselina u obroke preživača može dovesti do povećanja oksidativnog stresa, zbog smanjenja aktivnosti enzima superoksid dismutaze (SOD) i povećanja koncentracije malondialdehida (Wang i sur., 2010.). Nudda i sur. (2015.a) nisu utvrdili značajne razlike hematoloških pokazatelja ni aktivnosti enzima gama-glutamil transferaze (GGT), aspartat aminotransferaze (AST) i alanin aminotransferaze (ALT) u krvi ovaca hranjenih obrocima s dodatkom sjemenki lana u odnosu na ovce hranjene obrocima bez dodatka sjemenki lana. Danesh-Mesgaran i sur. (2012.) nisu utvrdili značajne razlike u krvi krava u laktaciji tijekom konzumacije obroka s dodatkom ekstrudirane soje i skupine krava koje su konzumirale obroke s dodatkom sjemenki lana ili mljevenog lana u koncentraciji beta-hidroksi butirata (β-hidroxybutyrate-BHB) i neesterificiranih masnih kiselina (non-esterified fatty acids-NEFA). Autori su zaključili kako sjemenke lana (97 g/kg suhe tvari) mogu biti dodane u obroke bez štetnog utjecaja na zdravlje krava u laktaciji.

1.1. Pregled literature

1.1.1. Općenito o kozjem mlijeku

Kozje je mlijeko po kemijskom sastavu vrlo slično kravljem, premda sadrži neznatno više bjelančevina, masti i minerala, ali i manje laktoze i kazeina (Park i Haenlein, 2010.; tablica 1.). Kemijski sastav kozjeg mlijeka ovisi o genotipu, hranidbi, menadžmentu na farmi, načinu držanja, stadiju i rednom broju laktacije, veličini legla, zdravstvenom stanju mliječne žlijezde te sezoni uzgoja (Park i sur., 2007.; Mioč i sur., 2008.; Bhosale i sur., 2009.; Carnicella i sur., 2008., Antunović i sur., 2013.a).

U odnosu na druge pasmine, sanska koza proizvodi najveću količinu mlijeka, ali s niskim sadržajem masnoće (Haenlein i Caccese, 1984.), dok nubijska koza daje manje mlijeka s vrlo visokim sadržajem masti i bjelančevina (Park i Haeinlein, 2010.). U hrvatskoj populaciji koza najveća ukupna količina mlijeka u laktaciji (724,4 kg) utvrđena je u sanske pasmine, dok je u mlijeku pasmine francuska alpina utvrđen najveći prosječni sadržaj mliječne masti (3,55%; Mioč i sur., 2007.). Hranidba koza ima značajan utjecaj na količinu i kemijski sastav proizvedenog mlijeka. Visok sadržaj energije u obroku dovodi do povećanja proizvodnje ali i značajnog povećanja sadržaja dušika za 0,1-0,2%, dok se udio mliječne masti može smanjiti za 0,2-0,4% osobito pri hranidbi obrocima niskog udjela masti ili vlakana (Park i Haenlein, 2010.). U istraživanju Decandia i sur. (2007.) utvrđeno je da držanje koza u stajama te hranidba krmnim smjesama i sijenom lucerne dovodi do povećanja dnevne količine mlijeka u odnosu na koze napasivane na pašnjacima i prihranjivane sijenom i krmnim smjesama. U navedenom istraživanju utvrđeno je povećanje proizvodnje mlijeka koza držanih u staji (1258 u odnosu na 1065 ml) kao i povećanje koncentracija ureje u odnosu na koze napasivane na pašnjacima (62,89 u odnosu na 36,70 mg/dl) zbog većeg sadržaja sirovih bjelančevina u obrocima koza hranjenih krmnim smjesama i držanim u staji. Decandia i sur. (2007.) su utvrdili i veći sadržaj bjelančevina u mlijeku koza držanih u staji i hranjenih krmnim smjesama te povećani sadržaj mliječne masti u mlijeku koza hranjenih pašom.

Laktacija u koza pasmine alpina traje u prosjeku devet mjeseci (271,20 dana; Klir i sur., 2015.). Poznato je kako kemijski sastav mlijeka ovisi o stadiju laktacije, pri čemu je utvrđen vrlo visok sadržaj suhe tvari u mlijeku u fazi izlučivanja kolostruma (Marounek i

sur., 2012.), dok tijekom najveće proizvodnje, odnosno do 60. dana laktacije, sadržaj masti i bjelančevina opada, a odmicanjem laktacije se povećava uz smanjenje količine mlijeka (Strzalkowska i sur., 2009.). Sadržaj laktoze u mlijeku alpina pasmine koza je najveći u ranom stadiju laktacije, u srednjem stadiju opada, te se isti sadržaj laktoze zadržava do kraja laktacije (Mioč i sur., 2008.). Najveću količinu mlijeka, prema Macciotta i sur. (2008.), koze ostvaruju od drugog tjedna do oko 60. dana laktacije, ovisno o pasmini. Park i Haenlein (2010.) te Macciotta i sur. (2008.) su utvrdili najveću proizvodnju mlijeka koza alpina pasmine oko 60. dana laktacije, dok su Rojo-Rubio i sur. (2016.) u alpina koza utvrdili najveću proizvodnju mlijeka 38. ± 4,6 dana laktacije (2,68 ± 0,15 kg/dan).

Redni broj laktacije i veličina legla također utječu na proizvodnju kozjeg mlijeka. Ciappesoni i sur. (2004.) su utvrdili u prvoj laktaciji prosječnu dnevnu proizvodnju mlijeka od 2,91 kg, čija se količina povećavala do treće laktacije (3,42 kg), dok je u preostalim laktacijama prosječna količina bila 3,37 kg. Koze, koje jare blizance, proizvode veću količinu mlijeka u odnosu na koze s jednim jaretom. Ciappesoni i sur. (2004.) su utvrdili povećanu količinu mlijeka proporcionalnu veličini legla, stoga je količina mlijeka koza u leglu s tri jareta iznosila 3,71 kg/dan, u leglu s dva jareta 3,59 kg/dan i jednim jaretom 3,49 kg/dan, dok je sadržaj mliječne masti i bjelančevina bio neznatno smanjen povećanjem veličine legla.

Sezona jarenja značajno utječe na količinu i kemijski sastav mlijeka. Naime, većina jarenja odvija se u veljači i ožujku, dok je količina mlijeka najveća pri jarenju u ožujku i travnju (2,73 kg/dan), a nešto manja pri jarenju u prosincu, siječnju (2,67 kg/dan) ili veljači (2,70 kg/dan), što je posljedica neodgovarajuće hranidbe tijekom zimskih mjeseci (Ciappesoni i sur., 2004.). U navedenom istraživanju utvrđen je najviši sadržaj mliječne masti i bjelančevina u mlijeku koza od mjeseca svibnja do studenoga (3,89 i 2,93%). Salari i sur. (2016.) su u mlijeku koza početkom ljeta utvrdili povećanje koncentracije CLA, VA, C18:0 i ALA u odnosu na proljeće. Navedene su promjene prema navedenim autorima nastale uslijed različitog sastava pašnjaka.

Tablica 1. Prosječna koncentracija hranjivih tvari, minerala i vitamina u kozjem mlijeku u usporedbi s kravljim, humanim (100 g) i ovčjim mlijekom (kg)

Kemijski sastav	*Mlijeko*			
	***Kozje*[1]**	*Kravlje*[1]	*Humano*[1]	*Ovčje*[2]
Mast, g	**3,8**	3,6	4,0	6,8
Bjelančevine, g	**3,5**	3,3	1,2	5,6
Laktoza, g	**4,1**	4,6	6,9	4,9
Suha tvar, g	**12,2**	12,3	12,3	18,1
Minerali				
Ca, mg	**134,0**	122,0	33,0	195 - 200
P, mg	**141,0**	119,0	43,0	124 - 158
Mg, mg	**16,0**	12,0	4,0	18 - 21
K, mg	**181,0**	152,0	55,0	136 - 140
Na, mg	**41,0**	58,0	15,0	44 - 580
Cl, mg	**150,0**	100,0	60,0	110 - 112
S, mg	**2,9**	NU	NU	NU
Fe, mg	**0,07**	0,08	0,20	0,07 - 0,12
Cu, mg	**0,05**	0,06	0,06	0,04 - 0,07
Zn, mg	**0,56**	0,53	0,38	0,52 - 0,75
I , mg	**0,02**	0,02	1,52	0,01
Se, µg	**1,33**	0,96	1,52	3,1
Vitamini				
Vitamin A, I.U.	**185,0**	126,0	190,0	266,7
Vitamin D, I.U.	**2,3**	2,0	1,4	7,2
Tiamin, mg	**0,07**	0,05	0,02	0,08
Riboflavin, mg	**0,21**	0,16	0,02	0,35
Niacin, mg	**0,27**	0,08	0,17	0,42
Pantotenska kiselina, mg	**0,31**	0,32	0,20	0,41
Vitamin B6, mg	**0,05**	0,04	0,01	0,08
Folna kiselina, µg	**1,0**	5,0	5,5	5,0
Biotin, µg	**1,5**	2,0	0,4	NU
Vitamin B12, µg	**0,07**	0,36	0,03	0,71
Vitamin C, mg	**1,29**	0,94	5,00	5,00

[1]Park i Haeinlein (2010.); [2]Raynal-Ljutovac i sur. (2008.); NU-nije utvrđeno.

Kozje mlijeko sadrži pet vrsta bjelančevina i to αs_2-kazein, ß-kazein, κ-kazein, ß-laktoglobulin i α-laktoalbumin. Prema Park i sur. (2007.), kozje mlijeko sadrži više ß-kazeina i αs_2-kazeina u odnosu na kravlje mlijeko koje sadrži većinom αs_1-kazein. S obzirom na nizak sadržaj αs_1-kazeina, kozje je mlijeko hipoalergeno, stoga i preporučeno

kao zamjena za kravlje mlijeko u prehrani alergičara (Sabbah i sur., 1997.). Prema Jenness (1980.) kazeinske se micele značajno razlikuju u odnosu na kravlje mlijeko zbog veće koncentracije kalcija i fosfora, bolje topljivosti ß-kazeina, manje veličine micela, slabije toplinske stabilnost, a osim toga imaju i slabiju razinu sedimentacije. Kozje mlijeko bogatije je esencijalnim aminokiselinama kao što su treonin, izoleucin, lizin, cistin, tirozin i valin.

Relativni sadržaj mliječne masti u kozjem mlijeku vrlo je varijabilan i kreće se od 3,60 do 9,97% ovisno o pasmini, rednom broju i stadiju laktacije te sezoni i hranidbi (Raynal-Ljutovac i sur., 2008.). Ono što je karakteristično za masnoću kozjeg mlijeka je masnokiselinski sastav koji se znatno razlikuje u odnosu na kravlje i humano mlijeko s obzirom na različiti udio kratkolančanih i srednjelančanih masnih kiselina (C4-C14) čiji je sadržaj viši i do 42% (Park i Haeinlein, 2010.). Navedene masne kiseline se oslobađaju iz triglicerida uz pomoć želučane i gušteračine lipaze u duodenumu te se apsorbiraju intestinalnim stanicama, bez esterifikacije, nakon čega se prenose, većim dijelom portalnom venom (ovisno o dužini lanca) u jetru, gdje oksidiraju (Raynal-Ljutovac i sur., 2008.). Upravo ovakav masnokiselinski sastav omogućuje manji promjer masnih kapljica (3,5 μm) u kozjem mlijeku u odnosu na mlijeko ostalih vrsta, kao što su kravlje (4,6 μm) i bivolje (5,9 μm) mlijeko (Park, 1990.). Manji promjer masnih kapljica omogućuje boju disperziju i homogenizaciju mliječne masti te bolju probavljivost u usporedbi s mlijekom koje sadrži masne kapljice većeg promjera (Jenness, 1980.).

Laktoza je najvažniji ugljikohidrat mlijeka. Ona je disaharid građen od molekule glukoze i molekule galaktoze u mliječnoj žlijezdi, čiji je sadržaj neznatno manji u kozjem mlijeku u odnosu na kravlje (Kalyankar i sur., 2016.) što je vidljivo i u tablici 1. Kozje mlijeko sadrži deset puta više oligosaharida u odnosu na kravlje mlijeko, pri čemu je svojim kemijskim sastavom slično humanom mlijeku, stoga ima vrlo važnu funkcionalnu ulogu u prehrani djece i odraslih (Park i Haenlein, 2010.; Zenebe i sur., 2014.).

Kozje mlijeko sadrži višu koncentraciju kalcija, fosfora, kalija, magnezija i klora te nižu koncentraciju natrija i sumpora u odnosu na kravlje mlijeko dok, u odnosu na humano mlijeko, sadrži četiri puta više kalcija i šest puta više fosfora (tablica 1.). Koncentracija vitamina A je također viša u kozjem mlijeku u odnosu na kravlje. Sukladno tome, boja kozjeg mlijeka je izrazito bijela s obzirom da se ß-karoten prevodi u vitamin A koji

mu daje bijelu boju u odnosu na svijetložutu karakterističnu za kravlje mlijeko, a javlja se uslijed višeg udjela ß-karotena (Božanić i sur., 2002.). Kao što je prikazano u tablici 1., kozje mlijeko ima niži sadržaj vitamina B_{12} u odnosu na kravlje i ovčje te niži sadržaj vitamina C u odnosu na humano i ovčje mlijeko kao i najniži sadržaj folne kiseline.

Kozje mlijeko je namirnica čija se kvaliteta ogleda u sadržaju brojnih bioaktivnih sastojaka koji imaju potencijalno pozitivnu ulogu u nutritivnom i zdravstvenom smislu. Potencijalno bioaktivnu ulogu imaju peptidi nastali od bjelančevina kozjeg mlijeka koja je prema navedenim istraživanjima antihipertenzivna, imunostimulirajuća (Lamothe i sur., 2007.), antioksidativna, protuupalna (Hsieh i sur., 2015.) i antimikrobna (Lopez-Exposito i sur., 2006.). U dječje obroke, za poboljšanje apsorpcije željeza, dodaje se laktoferin, aminokiselina koja je esencijalna za prijevremeno rođenu djecu (Chierici i sur., 1992.), a kojom kozje mlijeko, kao i taurinom, obiluje (Hiss i sur., 2008.; Belewu i Adewole, 2009.). Kozje mijeko je bogato i kratkolančanim masnim kiselinama koje se očituju u bržoj probavljivosti (Božanić i sur., 2002.), ali i drugim masnim kiselinama povoljnim za ljudsko zdravlje kao što su razgranate masne kiseline, n-3 i konjugirana linolna kiselina (Mele i sur., 2008.).

S obzirom na pozitivne učinke na zdravlje ljudi, posljednjih je godina aktualno modeliranje obroka koza u cilju poboljšanja masnokiselinskog profila mlijeka (Klir i sur., 2012.). Kozje mlijeko sadrži manje oligosaharida u odnosu na humano mlijeko, ali više u odnosu na ovčje i kravlje mlijeko, pritom su oligosaharidi kozjeg mlijeka slični onima u humanom mlijeku (Zenebe i sur., 2014.) te su povoljni za ljudsko zdravlje zbog prebiotičke i antiinfektivne uloge (Hsieh i sur., 2015.). Istraživanja su pokazala pozitivan utjecaj na zdravlje ljudi i hipoalergenost kozjeg mlijeka kao i mogućnost konzumacije u zamjenu za kravlje mlijeko zbog sadržaja bioaktivnih sastojaka (Dejenie i Adugna, 2014.). Fermentirano kozje mlijeko ima dobar potencijal za proizvodnju funkcionalne hrane s obzirom na visoku bioraspoloživost aktivnih sastojaka (Salva i sur., 2011.), ali i dostupnost većem broju ljudi uz realizaciju odgovarajuće ekonomske i komercijalne prepoznatljivosti (Morand-Fehr, 1996.).

1.1.2. Kemijski sastav i hranidbena vrijednost pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana

U Sloveniji, Austriji, Mađarskoj i Hrvatskoj sjemenke bundeve (*Cucurbita pepo* L.) koriste se za proizvodnju jestivog ulja, koje je specifičnog okusa i izvrsne kvalitete (Pirman i sur., 2007.). Hranidbena vrijednost sjemenki bundeve temelji se na visokom udjelu bjelančevina i energije iz čega proizlazi visoki potencijal za proizvodnju ulja (Bavec i sur., 2007.). Zbog visokog udjela ukupno probavljive organske tvari (97,3%), probavljive (16,90 MJ/kg suhe tvari) i metaboličke energije (14,81 MJ/kg suhe tvari) bundeva je vrlo kvalitetno krmivo za koze (Enishi i sur., 2004.). Pogača sjemenki bundeve preživačima je ukusna te poboljšava ješnost krmnih smjesa (Babnik i Verbič, 2002.). Osim toga, u proizvodnji bundeve poštuju se principi ekološke proizvodnje, bundevu se ne tretira pesticidima, a sjemenke se proizvode bez ostataka kemikalija (Pospišil, 2013.).

Pogača sjemenki bundeve dobiva se hladnim prešanjem koje se odvija djelovanjem tlaka na sirove i suhe sjemenke, većinom bez ljuski (Rabrenović i sur., 2014.). S obzirom da se tijekom prešanja stvara temperatura manja od 50 °C (Dimić i sur., 2005.), većina je bioaktivnih sastojaka očuvana, osobito vitamini, provitamini, fitosteroli, fosfolipidi, skvaleni, koji su kao i masne kiseline ključan čimbenik hranidbene kvalitete ulja (Rabrenović i sur., 2014.). Udio ulja u sjemenkama je 41,8-54,9% (Murković i sur., 1996.) u kojem je linolna masna kiselina (47,01 ± 3,73%) sadržana u najvišoj koncentraciji, zatim slijede oleinska (34,75 ± 4,04%), palmitinska (11,97 ± 0,48%) i stearinska kiselina (5,24 ± 0,61%; Nađeral-Nakić i sur., 2006.).

Zdunczyk i sur. (1999.) su proveli istraživanje u kojem su usporedili kemijski sastav pogače sjemenki bundeve, sačme soje i kazeina. Autori su koristili uzorke pogače sjemenki bundeve (PSB) pri čemu su sjemenke bile tretirane na temperaturi od 80 do 100 °C i prešane podtlakom od 15 MPa. Sadržaj sirovih bjelančevina u suhoj tvari (ST) PSB bio je 598,0 g/kg, što je više u odnosu na sačmu soje (474,2 g/kg). Pogača sjemenki bundeve sadržavala je i viši udio ekstrakta etera u odnosu na sačmu soje (124,6 : 28,3 g/kg ST) što je posljedično dovelo i do veće bruto energije (21,9 : 19,7 MJ/kg ST). Najzastupljenije masne kiseline u PSB bile su oleinska i linolna, koje su činile 80% ukupnih masnih kiselina. Ukupna koncentracija nezasićenih masnih kiselina (unsaturated fatty acids-UFA) bila je slična kao i u sačmi soje (Zdunczyk i sur., 1999.), ali

ujedno viša od zrna ostalih legumonoza (Grela i Günter, 1995.). Sličan masnokiselinski sastav PSB, kao i sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina (MUFA; 37,1-43,6g/100g masnih kiselina) i PUFA (37,6-44,7 g/100g masnih kiselina), utvrdili su i Rabrenović i sur. (2014.). Zdunczyk i sur. (1999.) su u PSB utvrdili vrlo nizak udio antinutritivnih tvari kao što su polifenoli, inozitol fosfati i oligosaharidi. U navedenom je istraživanju utvrđena viša koncentracija metionina, sumpornih aminokiselina i tirozina, ali i niža koncentracija lizina u PSB u odnosu na sačmu soje. Navedenim istraživanjem utvrđeno je više metaboličke energije (ME) u PSB u odnosu na sačmu soje (17,8 : 16,4 MJ/kg), kao i višu probavljivost sirovih bjelančevina (496 : 396 g/kg). Pogača sjemenki bundeve se može koristiti kao hrana za domaće životinje, osobito izvan sezone ispaše (Peričin i sur., 2007.), iako prema Sánchez i sur. (2002.) njena primjena u hranidbi domaćih životinja može biti ograničena s obzirom na određeni udio antinutritivnih tvari, kao što su fenoli, koji inhibiraju mikroorganizme simbiote u buragu. Od antinutritivnih tvari, sjemenke bundeve sadrže i fitate koji vežu minerale i na taj način mogu smanjiti apsorpciju minerala u probavnom sustavu životinja (Bello i sur., 2008.). Pogača sjemenki bundeve bogata je magnezijem (67,41 mg), fosforom (47,68 mg), kalcijem (9,78 mg), željezom (3,75 mg), cinkom, bakrom i kalijem (Elinge i sur., 2012.; Patel, 2013.).

Lan je jednogodišnja (*Linum usitatissimum* L.), jedna od najstarijih kultiviranih biljaka za proizvodnju jestivih ulja ili vlakana za tekstilnu industriju (Imran i sur., 2013.). Sjeme lana sadrži 36-40% ulja koje je jedno od najbogatijih izvora esencijalnih PUFA n-3 (Popa i sur., 2012.). Prema Leontowicz i sur. (2001.) hranidbena vrijednost sjemenki lana se može poboljšati procesom ekstrudiranja. Ekstrudirane sjemenke lana sadrže 24,22% sirovih bjelančevina te 37,95% ekstrakta etera, pri čemu je najznačajnija koncentracija linolenske (53,15%), zatim oleinske (19,24%) i linolne (16,17%) masne kiseline (Pezzi i sur. 2007.). Sličan kemijski sastav ekstrudiranih lanenih sjemenki utvrdili su Nudda i sur. (2013.), pritom je sadržaj ST iznosio 927 g/kg, kao i 224 g/kg ST sirovih bjelančevina te 345 g/kg ST ekstrakta lipida od kojih je najzastupljenija α-linolenska kiselina (56 g/100g ukupnih masnih kiselina). Kemijski sastav i koncentracija masnih kiselina pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana prikazan je u tablici 2.

Ekstrudiranje je proces oblikovanja sjemenki uz pomoć sile kroz specifično dizajnirane otvore nakon prethodne toplinske obrade (Harper, 1978.). Općenito, ekstrudiranje je tehnologija toplinske obrade sjemenki koja se često koristi u prehrambenoj

industriji i proizvodnji krmiva (Imran i sur., 2013.). Imran i sur. (2013.) su utvrdili kako je ekstrudiranje lanenih sjemenki učinkovit proces u svrhu očuvanja koncentracije masnih kiselina. Zbog visokog udjela PUFA laneno je ulje slabije oksidativne stabilnosti (Rudnik i sur., 2001.). Nudda i sur. (2007.) su utvrdili visoku hranidbenu vrijednost ekstrudiranog lana koji u hranidbi preživača dovodi do značajnih povećanja koncentracije ALA, CLA, VA, ali i smanjenja koncentracije SFA kao što su miristinska i palmitinska. Navedeno ukazuje na povoljan masnokiselinski profil ekstrudiranih lanenih sjemenki.

Tablica 2. Kemijski sastav i koncentracija masnih kiselina pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana iz različitih istraživanja

Kemijski sastav	*Pogača sjemenki bundeve (Zdunczyk i sur., 1999.)*[1]	*Ekstrudirani lan (Nudda i sur., 2013.)*[2]
Suha tvar (ST) g/kg	930,1	927,0
Sirove bjelančevine, g/kg ST	598,0	224,0
Lipidni ekstrakt, g/kg ST	124,6	345,0
Pepeo, g/kg ST	90,9	45,0
Sirova vlakna, g/kg ST	31,7	NU
NDF, g/kg ST	105,1	546,0
ADF, g/kg ST	NU	361,0
ADL, g/kg ST	NU	24,0
Masne kiseline, g/kg EE (FAME)		
C16:0	8,0	5,5
C18:0	3,6	4,5
C18:1 *cis*-9	50,4	18,0
C18:2 n-6	29,9	15,0
C18:3 n-3	5,0	56,3

[1]Koncentracija je izražena u g/kg eter ekstrakta (EE); [2]Koncentracija masnih kiselina je izražena u g/kg ukupnih metil estera masnih kiselina (FAME); ST-suha tvar; NDF-neutralna deterdžentna vlakna; ADF-kisela deterdžentna vlakna; ADL-lignin; NU-nije utvrđeno.

1.1.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva koza

Iako je pogača sjemenki bundeve vrlo kvalitetno krmivo za koze (Enishi i sur., 2004.), zbog visokog sadržaja bjelančevina i bogatog izvora poželjnih MUFA (Zdunczyk i sur., 1999.), pregledom i analizom literature nisu pronađena istraživanja utjecaja dodatka pogače sjemenki bundeve u obroke koza i ostalih preživača na količinu, kemijski sastav i masnokiselinski profil mlijeka kao ni na pokazatelje krvi i proizvodna svojstva koza i jaradi. Suprotno tome, utjecaj dodatka ekstrudiranog lana na proizvodnju mlijeka i masnokiselinski sastav kozjeg mlijeka i ostalih preživača, posljednjih je godina često bio predmet istraživanja.

1.1.3.1. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka

Većina rezultata istraživanja dodatka ekstrudiranog lana u hranidbi preživača nije dovela do značajnih promjena u proizvodnji i kemijskom sastavu mlijeka ili je pak dovela do neznatnih razlika. Proizvodnja i kemijski sastav mlijeka koza u laktaciji iz različitih istraživanja prikazani su u tablici 3. Nudda i sur. (2006.) su istraživali dodatak ekstrudiranog lana u iznosima od 5 i 10% u krmnoj smjesi za hranidbu koza (2 kg/dan) u odnosu na kontrolnu skupinu koja je kao bjelančevinasti sastojak u obroku konzumirala 10% graška bez dodatka ekstrudiranog lana u križanaca alpske i sanske koze. Nakon pokusa koji je trajao 21 dan, količina proizvedenog mlijeka te sadržaj mliječne masti i bjelančevina u mlijeku nisu se razlikovali između skupina. Slično su utvrdili Renna i sur. (2013.) koji su u obroke sanskih koza, u srednjem stadiju laktacije, dodavali 3g/100g ST ekstrudiranog lana u krmnoj smjesi koja je kao bjelančevinasti sastojak sadržavala 14,7% sačme soje u odnosu na kontrolnu skupinu bez dodatka. Obroci su bili izoenergetski s 6,30 MJ/kg ST NE_L-a. Autori nisu utvrdili značajne razlike u količini mlijeka između skupina, niti u sadržaja bjelančevina i laktoze ($P>0,05$), dok je istovremeno utvrđen značajno viši sadržaj mliječne masti u skupini koza s dodatkom ekstrudiranog lana u obroku (34,6 : 31,5 g/kg ST; $P=0,009$). Suprotno navedenom, Jozwik i sur. (2010.) su utvrdili povećanje količine kozjeg mlijeka uslijed hranidbe pogačom sjemenki lana (19,9% ST) u odnosu na kontrolnu skupinu čiji je bjelančevinasti sastojak obroka bila sačma uljane

repice (11,2 % ST). U istom se istraživanju sadržaj mliječne masti koza nije značajno promijenio dodatkom pogače sjemenki lana. Martinez-Marin i sur. (2011.) utvrdili su veći udio mliječne masti pri dodatku lana u obliku ulja ili pri dodatku zaštićenog, formaldehidom tretiranog, lana u istraživanju Bernard i sur. (2005.). U istraživanju Renna i sur. (2013.) povećanje sadržaja mliječne masti je vjerojatno uslijedilo zbog konzumacije krmnih smjesa s dodatkom ekstrudiranog lana koje su imale viši sadržaj ekstrakta etera u odnosu na kontrolnu skupinu (40 u odnosu na 30 g/kg ST). Delmotte i sur. (2009.) nisu utvrdili značajan utjecaj ekstrudiranog lana u obrocima koza na proizvodnju mlijeka (P=0,945), sadržaj mliječne masti i bjelančevina te na koncentraciju ureje i broj somatskih stanica u mlijeku (P≥0,623).

Tablica 3. Proizvodnja i kemijski sastav kozjeg mlijeka

Količina / kemijski sastav	*Renna i sur. (2013.)*			*Nudda i sur. (2013.)*		
	Kontrola	*ELS*	*P-vrijednost*	*Kontrola*	*ELS*	*P-vrijednost*
Količina mlijeka, kg/dan	22,5*	24,3*	>0,05	2,05	2,37	<0,01
Mast, g/kg	31,5	34,6	0,009	33,4	37,7	<0,01
Bjelančevine, g/kg	33,2	33,8	>0,05	29,1	30,7	<0,05
Laktoza, g/kg	42,9	43,7	>0,05	42,9	43,6	>0,01

*kg, po skupini; ELS-skupina koza s dodatkom ekstrudiranog lana u krmnim smjesama.

Bernard i sur. (2015.) nisu utvrdili značajne razlike u količini mlijeka koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana (216 g/kg ST) u odnosu na koze hranjene krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana (147 g/kg ST) u kombinaciji s ribljim uljem. Prema tome, autori zaključuju kako izvor masnoće u krmnim smjesama nema značajan utjecaj na količinu proizvedenog mlijeka. U navedenom istraživanju utvrđeno je značajno povećanje sadržaja mliječne masti u skupini koza s dodatkom ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu (91 : 83 g/dan; P=0,008). Autori navode kako je navedeno povećanje sadržaja mliječne masti vjerojatno bilo posljedica kemijskog sastava osnovnog obroka, a osobito izvora i količine škroba koji je jedan od

čimbenika koji određuje odgovor na sastav masti u krmivima (Shingfield i sur., 2010.). Naime, u navedenom je istraživanju sadržaj ekstrakta etera bio viši u krmoj smjesi skupine koza hranjene s dodatkom ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu (69 : 17 g/kg ST).

Nudda i sur. (2013.) navode značajno povećanje proizvodnje mlijeka ($P<0,01$) u skupini koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom 180 g/dan ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu. Obroci su se temeljili na 1,2 kg sijena ljulja i 520 g krmne smjese i napasivanja 3 h/dan. U istom je istraživanju utvrđen viši sadržaj mliječne masti ($P<0,01$) u odnosu na kontrolnu skupinu. Autori zaključuju kako bi navedeno moglo biti uslijed hranidbe lipogenim obrocima (s visokim udjelom masti ili topljivih i lako probavljivih vlakana) u odnosu na glikogene obroke (s višim udjelom škroba ili šećera) jer, prema Bernard i sur. (2009.), lipogeni obroci ne stimuliraju inzulin, što usmjerava hranjive tvari više prema mliječnoj žlijezdi i aktivaciji lipogenih enzima umjesto prema pohranjivanju u adipozno tkivo.

1.1.3.2. Proizvodna svojstva jaradi

Hranidba jaradi krepkim krmivima i krmivima s višim sadržajem bjelančevina, dovodi do većeg i bržeg prirasta te bolje konformacije trupova (Troskot i Pavičić, 2007.). Abuelfatah i sur. (2013.) su u obroke burske jaradi u dobi od 5 mjeseci, dodavali 10 i 20% lanenih sjemenki u obroke pri čemu su istraživali utjecaj hranidbe na proizvodne pokazatelje rasta, probavljivost obroka i odlike trupa. U obroke, čiji je bjelančevinasti sastojak bio sačma soje, dodavano je sjeme lana u cilju sastavljanja izoenergetskih i izodušičnih obroka. Nakon tova od 110 dana, nisu utvrđene značajne razlike u početnoj i završnoj tjelesnoj masi ni u prosječnim dnevnim prirastima između skupina jaradi hranjenih različitim udjelima lanenih sjemenki u obrocima. U skupini s dodatkom od 20% sjemenki lana vidljivo je značajno ($P<0,05$) smanjenje konzumacije hrane, što je posljedica većeg sadržaja masti u obroku (7,38% ST u odnosu na 5,09 ili 4,86%), s obzirom da dodatak masti u obroku preživača može imati negativan utjecaj na rast mikroorganizama i probavu vlakana (Palmquist, 1984.). Omjer između prirasta i utrošenog krmiva bio je veći s povećanjem udjela lanenih sjemenki u obroku, iako je dnevna konzumacija bila značajno smanjena. Maddock i sur. (2006.) su u istraživanju s tovnim govedima hranjenim krmnim

smjesama s dodatkom sjemenki lana utvrdili kako je navedeno vjerojatno posljedica veće energetske vrijednosti lanenih sjemenki.

Nudda i sur. (2015.b) su proveli istraživanje sa sisajućom janjadi, pritom su ovce u laktaciji bile hranjene krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana (150 g/kg). Kao i u prethodnom istraživanju, nisu utvrđene značajne razlike u proizvodnim svojstvima janjadi, kao ni u prosječnim dnevnim prirastima (P>0,10) u odnosu na kontrolnu skupinu janjadi čije su majke bile hranjene bez dodatka ekstrudiranog lana. Slično su istraživanje s tovnom janjadi proveli Atti i sur. (2013.) dodavajući ekstrudirani lan u obroke janjadi 15 i 30% krmne smjese u odnosu na kontrolnu skupinu bez dodatka u kojoj je bjelančevinasto krmivo bilo zrno soje (20,5%). Nakon tova od 85 dana, autori nisu utvrdili značajne razlike u proizvodnim svojstvima istraživane janjadi, pri čemu su vidljiva neznatna povećanja tjelesne mase u skupini s 15% ELS i to 30 kg u odnosu na 28,8 kg u kontrolnoj ili 27,9 kg u skupini s 30% ELS. Prosječni dnevni prirasti također nisu bili značajno različiti, premda je vidljiva tendencija povećanja u skupini s 15% ELS i to 118 g/dan u odnosu na 96 g/dan u skupini s 30% ELS ili 90 g/dan u kontrolnoj skupini. Navedeni autori nisu utvrdili ni značajne razlike u konverziji hrane kao ni u masi hladnog janjećeg trupa. U navedenom istraživanju obroci su bili dobro izbalansirani, izoenergetski i zadovoljili sve potrebe janjadi za hranjivim tvarima. U istraživanju Bas i sur. (2007.) janjad je bila hranjena s dodatkom 3, 6 i 9% ekstrudiranog lana u krmnoj smjesi tijekom sedam tjedana. Tjelesna se masa pri klanju janjadi nije značajno razlikovala između skupina, pri čemu su tjelesne mase bile od 39,2 kg u kontrolnoj skupini te 36,7 kg u skupini s 3% ELS, 38,0 kg u skupini s 6% ELS i 38,2 kg u skupini s 9% ELS (P=0,681). Autori su utvrdili da su trupovi janjadi, hranjene ekstrudiranim lanom, bili mršaviji s obzirom da je utvrđena tendencija smanjenja masnoće trupa (P=0,08).

U istraživanju Antunovića i sur. (2015.a) u janjadi hranjene dodatkom od 10% pogače sjemenki bundeve u krmnoj smjesi, vidljivo je povećanje prosječnih dnevnih prirasta i to 282,67g u odnosu na 223,61g u kontrolnoj skupini, premda nisu utvrđene značajne razlike (P>0,05). Autori su ukazali na mogućnost korištenja pogače sjemenki bundeve kao vrijednog nusproizvoda podrijetlom iz ekološkog uzgoja u hranidbi janjadi.

1.1.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na masnokiselinski sastav kozjeg mlijeka

Ekstrudirani lan vrlo je važno krmivo u hranidbi koza osobito za modeliranje masnokiselinskog sastava mliječnih proizvoda (Nudda i sur., 2007.). U novije vrijeme provode se istraživanja s ciljem modeliranja masnokiselinskoga sastava mliječne masti, odnosno povećanja sadržaja poželjnih polinezasićenih masnih kiselina i smanjenja zasićenih masnih kiselina odgovarajućom hranidbom koza (Chilliard i sur., 2003.; Sanz-Sampelayo i sur., 2007.; Klir i sur., 2012.).

Brojni su autori istraživali utjecaj dodataka ekstrudiranog lana u obroke koza na koncentraciju masnih kiselina u mlijeku, osobito n-3 PUFA (Nudda i sur., 2006.; Nudda i sur., 2007.; Renna i sur., 2013.; Bernard i sur., 2015.).

1.1.4.1. Temeljne odlike masnih kiselina

Masti su skupina različitih kemijskih spojeva kojima je zajedničko svojstvo topljivost, pri čemu nisu topljive u vodi već u organskim otapalima, a većinom ih čine trigliceridi, masne kiseline, kolesterol, fosfolipidi i steroli (Dunnet, 2005.). Prema O´Keefe (2002.) klasifikacija lipida se temelji na njihovim fizikalnim svojstvima na sobnoj temeperaturi (ulja i masti), prema polaritetu (polarni i neutralni), esencijalnosti (esencijalni i neesencijalni) kao i strukturi (jednostavni i složeni). Lipidi su topljivi u organskim otapalima kao što su benzen, eter, kloroform ili smjesa klorofom-metanola. Masne kiseline kao što su metanska, etanska i propanska topljive su u vodi i većinom se ne nalaze u mastima u prirodi, stoga se ne klasificiraju u lipide (O´Keefe, 2002.).

Masne kiseline pripadaju skupini alifatskih karboksilnih kiselina koje sadrže od 2 do 24 ugljikova atoma, većinom su linearne, mogu biti zasićene i nezasićene, a u manjem dijelu razgranate, hidroksilne i ciklične (Chestworth i sur., 1998.). Masne kiseline se klasificiraju prema zasićenosti i dužini ugljikovodičnog lanca, dok se nezasićene masne kiseline klasificiraju prema broju dvostrukih veza i lokacije prve dvostruke veze u ugljikovom lancu (tablica 4. i 5.; O´Keffe, 2002.). Omega (ω) ili n-broj u nomenklaturi

PUFA označava položaj prve dvostruke veze u ugljikovodičnom lancu počevši od metilne skupine (CH_3). Masne su kiseline građene iz ugljikovog lanca s terminalnom metilnom skupinom (CH_3-) na jednom i karboksilnom skupinom (-COOH) na drugom kraju lanca (Dunnet, 2005.). Zasićene masne kiseline su s maksimalnim brojem vodikovih atoma, većinom linearnog ugljikovodičnog lanca (Rustan i Drevon, 2005.). Masne kiseline s jednom dvostrukom vezom između ugljikovih atoma, a koja može biti na različitim pozicijama, su mononezasićene, dok su one s dvije ili više dvostrukih veza polinezasićene masne kiseline (Rustan i Devon, 2005.). Prema Rustan i Devon (2005.), kada su vodikovi atomi sa svake strane dvostruke veze isto orijentirani, radi se o *cis* konfiguraciji dvostruke veze, dok suprotno označava *trans* konfiguraciju koja je termodinamički stabilnija. U većini nezasićenih masnih kiselina u prirodi dvostruka veza je *cis* konfiguracije, iako *trans* konfiguracija potječe iz masnih kiselina bakterijskih lipida, a *cis* i *trans* konfiguracija dvostruke veze može nastati iz *cis* nezasićenih masnih kiselina kemijskom hidrogenacijom biljnih ulja tijekom proizvodnje margarina i tijekom biohidrogenacije PUFA u buragu preživača (Chestworth i sur., 1998.).

Masne kiseline s kraćim ugljikovodičnim lancem imaju nižu točku topljenja i na sobnoj temperaturi su tekuće, dok su one s dužim lancem kruće i imaju višu točku topljenja (Dauqan i sur., 2011.). Nezasićene masne kiseline imaju nižu točku topljenja u odnosu na zasićene masne kiseline s jednakim brojem ugljikovih atoma ili nezasićene *trans* masti (Chayanoot i sur., 2005.). Osnovne klasifikacije zasićenih i nezasićenih masnih kiselina prikazane su u tablicama 4. i 5.

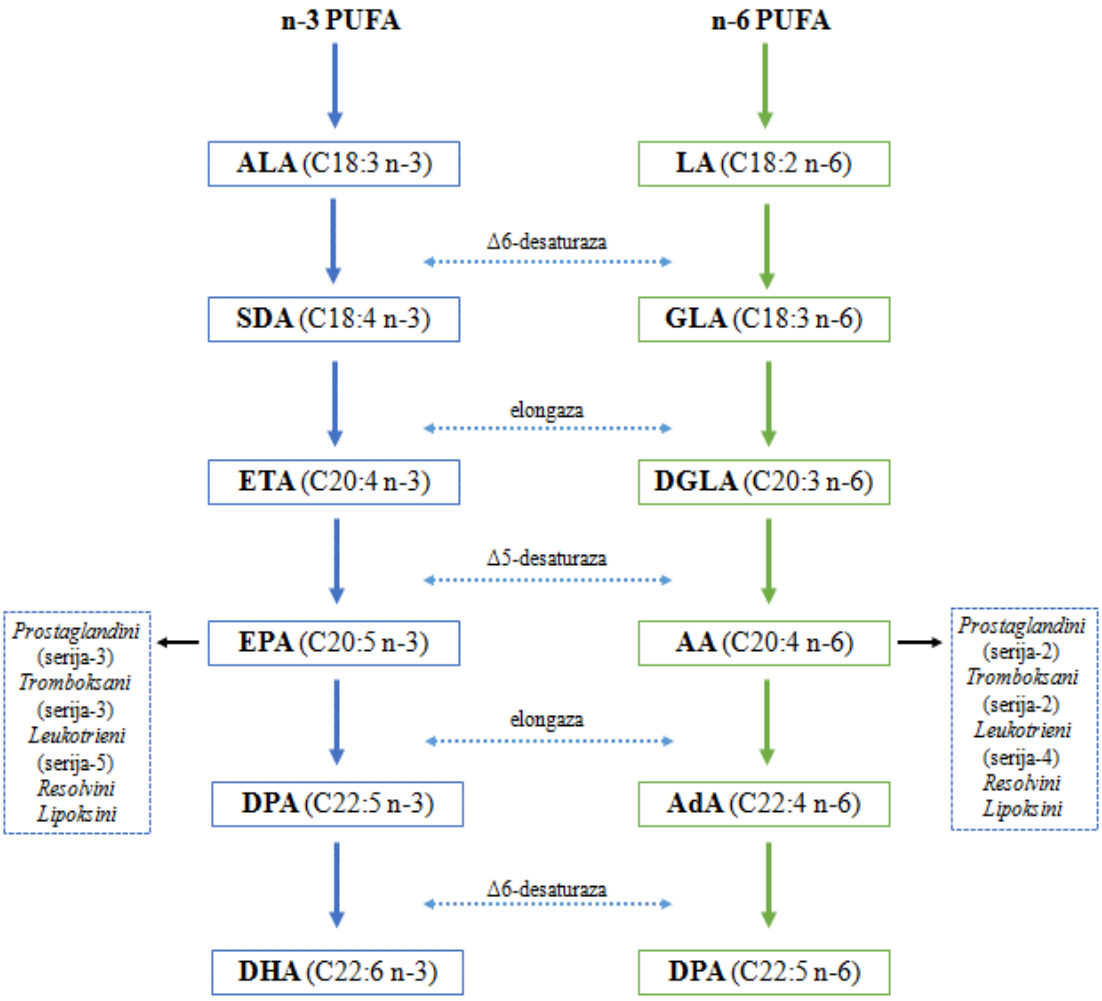
Predstavnik skupine n-3 PUFA je alfa-linolenska kiselina koja čini 50% masnih kiselina zelenog lišća (Calder, 2012.) s obzirom da je sastavni kloroplasta (Palaniswamy i sur., 2000.). Različite sjemenke i orašasti plodovi sadrže ALA, osobito lanene sjemenke koje sadrže 45-55% ALA, dok ulje soje i repice te orašasti plodovi sadrže približno 10% ALA, a ulje kukuruza, suncokreta ili šafranike većinom je bogato s n-6 LA (Calder i sur., 2012.). Crveno meso (govedina, svinjetina i meso divljači) i žumanjak jajeta dobar su izvor arahidonske kiseline (Karolyi, 2007.). S druge strane, riblje ulje vrlo je bogato dugolančanim n-3 masnim kiselinama, osobito s EPA i DHA u sadržaju od 30% od ukupnih masnih kiselina, također i meso skuše, haringe, lososa, tune i sardine (Calder i sur., 2012.).

Tablica 4. Klasifikacija zasićenih masnih kiselina (O´Keefe, 2002.)

Sistematski naziv	*Naziv masne kiseline*	*Skraćena oznaka*
Metanska	Mravlja	1:0
Etanska	Octena	2:0
Propanska	Propionska	3:0
Butanska kiselina	Maslačna	4:0
Pentanska	Valerijanska	5:0
Heksanska kiselina	Kapronska	6:0
Heptanska	Enantska	7:0
Oktanska kiselina	Kaprilna	8:0
Nonanska	Pelargonska	9:0
Dekanska kiselina	Kaprinska	10:0
Undekanska	-	11:0
Dodekanska	Laurinska	12:0
Tridekanska	-	13:0
Tetradekanska	Miristinska	14:0
Pentadekanska	-	15:0
Heksadekanska	Palmitinska	16:0
Oktadekanska	Stearinska	18:0
Nonadekanska	-	19:0
Eikosanoidna	Arahidska	20:0
Dokosanoidna	Behenska	22:0
Tetrakosanoidna	Lignocerinska	24:0
Heksanoidna	Cerotinska	26:0
Oktakosanoidna	Montaninska	28:0
Trikontanoinska	Melisinska	30:0

Tablica 5. Klasifikacija nezasićenih masnih kiselina (O´Keefe, 2002.)

Sistematski naziv	*Naziv masne kiseline*	*Skraćena oznaka*
c-9-dodekenska	Lauroleinska	12:1n3
c-9-tetradekenska	Miristoleinska	14:1n5
c-9-heksadekenska	Palmitoleinska	16:1n7
c-7,c-10,c-13-heksadekatrienska	-	16:3n3
c-4,c-7,c-10,c-13-heksadekatetraenska	-	16:4n3
c-9-oktadekenska	Oleinska	18:1n9
c-11-oktadekenska	*cis*-Vakcenska	18:1n7
t-11-oktadekenska	Vakcenska	-
t-9-oktadekenska	Elaidska	-
c-9,c-12-oktadekadienska	Linolna	18:2n6
c-9,t-11-oktadekadienska	Rumenska	-
c-9,c-12,c-15-oktadekatrienska	Linolenska	18:3n3
c-6,c-9,c-12-oktadekatrienska	γ-linolenska	18:3n6
c-6,c-9,c-12,c-15-oktadekatetraenska	Stearidonska	18:4n3
c-11-eikozenska	Gondoinska	20:1n9
c-9-eikozenska	Gadolna	20:1n11
c-8,c-11,c-14-eikozatrienska	Dihomo- γ-linolenska	20:3n6
c-5,c-8,c-11,c-14-eikozatetraenska	Arahidonska	20:4n6
c-5,c-8,c-11,c-14,c-17-eikozapentaenska	Eikozapentaenska (EPA)	20:5n3
c-13-dokozenska	Eruka	22:1n9
c-11-dokozenska	Cetoleinska	22:1n11
c-7,c-10,c-13,c-16,c-19-dokozapentaenska	Dokozapentaenska (DPA)	22:5n3
c-4,c-7,c-10,c-13,c-16,c-19-dokozaheksaenska	Dokozaheksaenska (DHA)	22:6n3
c-15-tetrakozaenska	Nervonska	24:1n9



Slika 1. Put prevođenja alfa-linolenske kiseline (C18:3n-3) do EPA i DHA te linolne (C18:2n-6) do DPA (Wall i sur., 2010.; Liu i Ma, 2014.)

Linolna i linolenska kiselina esencijalne su PUFA koje se, za potrebe organizma, moraju osigurati hranom. Naizmjeničnim procesima desaturacije i elongacije sudjeluju u sintezi dugolančanih masnih kiselina (ugljikovodičnih lanaca duljih od C18) kao što su arahidonska (C20:4 n-6), EPA (C20:5 n-3) i DHA (C22:6 n-3). Međuproizvodi u sintezi dugolančanih masnih kiselina od LA i ALA su stearidonska (SDA, C18:4 n-3), eikozatetraenska (ETA, C20:4 n-3), dokosapentaenska (DPA, C22:5 n-3), gama-linolenska

(GLA, C18:3 n-6), dihomo-gama-linolna (DGLA, C20:3 n-6) i adrenska kiselina (AdA, C22:4 n-6; Liu i Ma, 2014.). Arahidonska kiselina (AA) i EPA su supstrati za sintezu eikozanoida kao što su prostaglandini i leukotrieni (slika 1.; Wall i sur., 2010.; Liu i Ma, 2014.). Eikozanoidi sintetizirani od n-6 PUFA pospješuju staničnu proliferaciju, dok oni sintetizirani od n-3 PUFA (prostaglandini serije-3 i leukotrieni serije-5), imaju antikancerogena svojstva jer smanjuju rizik od pojave tumora ometajući biosintezu upalnih eikozanoida nastalih od AA (Liu i Ma, 2014.). Viša konzumacija ALA smanjuje sintezu AA iz LA, stoga je manja koncentracija AA dostupna za sintezu eikozanoida koji promoviraju upalne procese (Young i sur., 2011.).

1.1.4.2. Biohidrogenacija masnih kiselina u buragu

Važno svojstvo mikrobnog ekosustava u buragu preživača je sposobnost biohidrogenacije dugolančanih nezasićenih masnih kiselina kao što su linolna i linolenska u vakcensku (C18:1 *trans*-11), konjugiranu linolnu (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) i stearinsku masnu kiselinu (C18:0; Harfoot i Hazlewood, 1997.). Put prevođenja linolne kiseline u stearinsku masnu kiselinu prikazan je na slici 2.

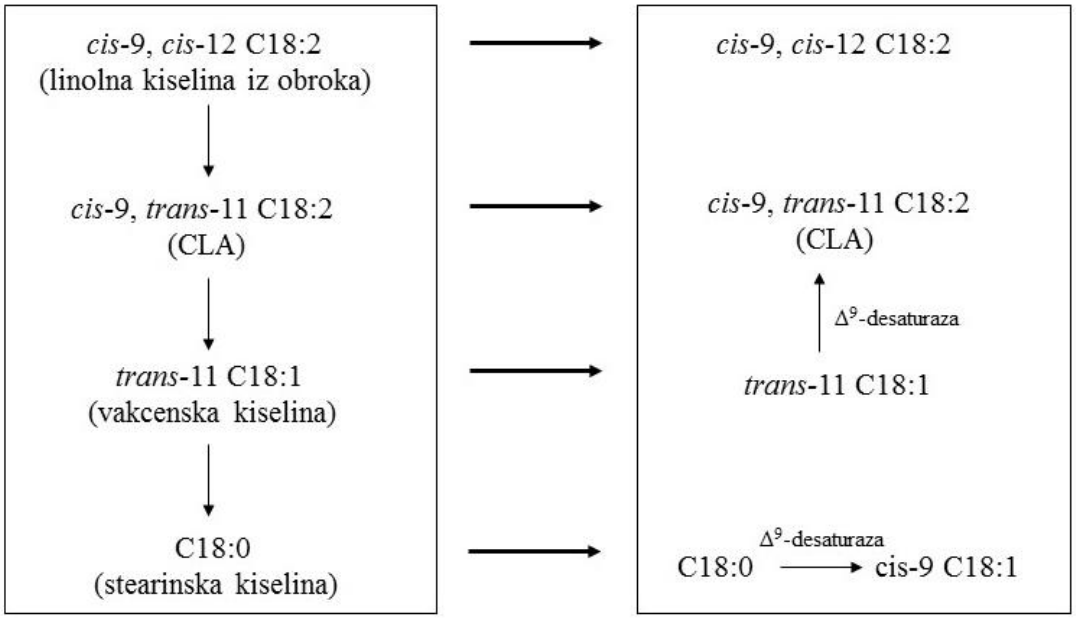
Nezasićene masne kiseline su prisutne u sadržaju buraga relativno kratko jer se brzo hidrogeniziraju pomoću mikroorganizama u više zasićene krajnje proizvode koji su mikroorganizmima manje toksični (Jenkins i sur., 2008.; Mele i sur., 2008.). Posljedično tome, biohidrogenacija dovodi do smanjenja sadržaja PUFA za 60 do 90% od ukupnog sadržaja konzumiranih masnih kiselina (Mele i sur., 2008.). Harfoot i sur. (1973.) su opisali proces biohidrogenacije prema kojem je preduvjet za biohidrogenaciju slobodna karboksilna skupina koja uspostavlja lipolizu. Početni je korak u biohidrogenaciji reakcija izomerizacije koja pretvara *cis*-12 dvostruku vezu (npr. linolna, C18:2 *cis*-9, *cis*-12 ili linolenska, C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15) nezasićenih masnih kiselina u *trans* izomer-11. Jednom kada se uspostavi *trans*-11 veza, formirana djelovanjem izomeraze, može uslijediti hidrogenizacija *cis*-9 veze u C18:2 pomoću mikrobne reduktaze. Autori su utvrdili kako razina do koje je *trans*-11 u C18:1 hidrogenizirana do C18:0 ovisi o uvjetima u buragu. Na primjer, potpuna hidrogenacija linolne do stearinske kiseline pospješuje se prisutnošću slobodne tekućine buraga i česticama hrane, ali je nepovratno inhibirana

velikom količinom linolne kiseline. Henderson i sur. (1973.) su utvrdili kako bi inhibitorni utjecaj mogao biti zbog natjecanja čestica hrane s bakterijama za vezanje masnih kiselina i tako sprječavaju izlaganje bakterija masnim kiselinama. Najveći inhibitorni utjecaj masnih kiselina, u navedenom istraživanju, je utvrđen kada je koncentracija masnih kiselina veća nego što može biti adsorbirana na bakterijske stanice. Hur i sur. (2017.) navode kako se prva reakcija biohidrogenacije, prijetvorba LA u CLA, odvija vrlo brzo, dok se hidrogenacija CLA u VA odvija vrlo sporo.

Istraživanja su pokazala kako smanjen udio voluminoznih krmiva, odnosno veći udio krepkih krmiva u obrocima preživača, dovodi do smanjenja broja celulolitičkih bakterija odgovornih za razgradnju lipida. Zbog toga, ovakva kompozicija obroka dovodi do povećanja koncentracije masnih kiselina iz obroka, koje kroz burag prolaze nepromijenjene, osobito oleinska (C18:1 *cis*-9) i linolna (C18:2 *cis*-*9*, *cis*-12) koje su karakteristične za žitarice, odnosno krepka krmiva u hranidbi preživača (Dewhurst i sur., 2003.a). Konzumacija krmiva bogatih ligninom, koji smanjuje probavljivost, kao i konzumacija preusitnjenih krmiva, dovodi do smanjenja lipidne razgradnje i biohidrogenacije. Ukoliko su krmiva preusitnjena, adherencija bakterija na čestice hrane je slaba, što smanjuje vrijeme djelovanja bakterija, a time i biohidrogenaciju (Mele i sur., 2008.). Prema Hur i sur. (2017.) za buražne bakterije koje sadrže linolnu izomerazu-I, potrebnu za prevođenje LA u CLA, optimalan pH je 7.

Prema Jenkins i sur. (2008.) bakterije koje sudjeluju u biohidrogenaciji nezasićenih masnih kiselina u buragu su *Butyrivibrio fibrosolvens*, *Pseudobutyrvibrio spp*, *Butyrivibrio hungatei*, *Clostridium proteoclasticum* koje linolnu kiselinu prevode u međuproizvode kao što su CLA i vakcenska kiselina, dok *Clostridium preoteoliticum* proizvodi stearinsku kiselinu. Prema zaključcima navedenih autora *Butyrivibrio fibrosolvens* se smatra najvažnijom bakterijom u biohidrogenaciji linolne kiseline. Konjugirana linolna kiselina u mliječnoj masti preživača, pa tako i koza, potječe iz dva izvora (Bauman i sur., 1999.). Jedan izvor CLA formira se tijekom biohidrogenacije linolne kiseline u buragu. Drugi se izvor CLA sintetizira u tkivu životinje iz C18:1 *trans*-11, drugoga međuproizvoda biohidrogenacije nezasićenih masnih kiselina. Stoga, jedinstvenost prehrambenih proizvoda obogaćenih s CLA, podrijetlom od preživača, proizlazi iz nepotpune biohidrogenacije nezasićenih masnih kiselina u buragu.

Sinteza CLA u buragu prikazana je na slici 2. Rumenska kiselina (CLA) se reducira u C18:1 *trans*-11, a vakcenska kiselina se reducira u C18:0 vrlo sporo, dopuštajući na taj način nakupljanje vakcenske kiseline u buragu i njezin prolaz u plazmu preko crijevne apsorpcije (Mele i sur., 2008.). Kada se C18:1 *trans*-11 apsorbira u plazmu i dospije u mliječnu žlijezdu, djelovanjem Δ-9 desaturaze, ponovno se može prevesti u C18:2 *cis*-9, *trans*-11



Slika 2. Biohidrogenacija u buragu (lijevo) i enzim Δ9-desaturaza u proizvodnji CLA *cis*-9, *trans*-11 u masnoći (desno) preživača (Bauman i sur., 1999.)

1.1.4.3. Masne kiseline u mliječnoj žlijezdi

Oko 50% masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi koza sintetizira se iz octene kiseline i β-hidroksibutirata djelovanjem acetil-CoA karboksilaze i sintetaze masnih kiselina (Mele i sur., 2008.; Brzozowska i Oprzadek, 2016.). Preostalih 40-50% masnih kiselina potječe iz hrane i pričuva masnoće u organizmu životinje, ovisno o laktaciji (Chilliard i sur., 2000.),

pri čemu se C4-C14 masne kiseline sintetiziraju *de novo*. Više od 95% dugolančanih masnih kiselina unese se hranom, a C16 dolazi iz oba izvora (Palmquist, 2006.). Masne kiseline koje dolaze iz krmiva, odnosno one koje se apsorbiraju u tankom crijevu i prelaze u krv, transportiraju se u mliječnu žlijezdu pomoću lipoproteina vrlo niske gustoće (VLDL) ili hilomikrona (Chiliard i sur., 2000.). Dugolančane masne kiseline koje potječu iz adipoznog tkiva transportiraju se u obliku NEFA (Brzozowska i Oprzadek, 2016.).

Acetil-CoA je u preživača supstrat za sintezu masnih kiselina, pritom se molekula acetata iz krvi prevodi uz pomoć acetil-CoA sintaze u citosolu u acetil-CoA koji se može upotrijebiti za sintezu masnih kiselina (Palmquist, 2006.). Prvi je korak u sintezi masnih kiselina sinteza malonil-CoA iz acetil-CoA, a reakciju katalizira enzim acetil-CoA karboksilaza (Berg i sur., 2006.; Cook i McMaster, 2002.). Ulogu u sljedećem koraku sinteze masnih kiselina *de novo* ima multifunkcionalni enzimski kompleks sintetaza masnih kiselina koji katalizira elongaciju acetil-CoA odnosno butiril-CoA u dugolančane masne kiseline preko malonil-CoA. Animalna sintetaza masnih kiselina sadrži 1) ketoacilsintazu, 2) malonil/acetil transferazu, 3) dehidrazu, 4) enoil reduktazu, 5) beta-ketoreduktazu, 6) proteinski nosač acila (ACP) i 7) tioesterazu (Palmquist, 2006.). Prema Berg i sur. (2006.) prvi korak u elongaciji masnih kiselina katalizira acetil transacilaza, koja acetil-CoA/butiril-CoA kondenzira na cisteinski ostatak β-ketoacil sintetaze. U sljedećoj reakciji malonil transacilaza veže malonil na ACP. Zatim se odvija kondenzacija između acetil-CoA i malonil-CoA stvarajući acetoacetil vezan na ACP. Acetoacetil tada prolazi kroz redukciju uz beta-ketoacil reduktazu, dehidraciju koju katalizira beta-hidroksiacil dehidrataza i ponovnu redukciju pod djelovanjem enzima enoil-ACP reduktazu. Produkt ovih reakcija je butiril vezan na ACP. Svaki ciklus elongacije rezultira produljenjem ugljikovodičnog lanca masnih kiselina za dva ugljikova atoma. Ciklus elongacije završava reakcijom koju katalizira enzim tioesteraza I, odnosno otpuštanje palmitata s ACP-a.

S obzirom da stanice mliječne žlijezde nemaju enzime za elongaciju masnih kiselina od C16 do C18, masne se kiseline sintetiziraju od kratkolančanih (short-chain fatty acids-SCFA) i srednjelančanih (medium-chain fatty acids-MCFA), odnosno sadržaj masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi potječe od endogene sinteze i unesene hrane (Mele i sur., 2008.). Sve C18 ili masne kiseline dužega lanca moraju se osigurati hranom koja utječe na sadržaj dugolančanih masnih kiselina (long-chain fatty acids-LCFA) u mlijeku.

Enzim Δ9-desaturaza umeće dvostruku vezu na poziciji devetog ugljikovog atoma i time desaturira stearinsku kiselinu (C18:0) prevodeći ju u oleinsku (C18:1; Brzozowska i Oprzadek, 2016.). Navedeni enzim djeluje i na miristinsku (C14:0), palmitinsku (C16:0) i vakcensku (C18:1 *trans*-11). Desaturacijom vakcenske, uz pomoć Δ9-desaturaze, nastaje *cis*-9, *trans*-11 izomer linolne kiseline nazvan konjugirana linolna kiselina (CLA) ili rumenska kiselina, karakteristična za preživače (Wood i sur., 2008.). Dugolančane masne kiseline inhibiraju aktivnost acetil-CoA karboksilaze u mliječnoj žlijezdi, stoga konzumacija krmivima bogatih PUFA smanjuje sadržaj mliječne masti, blokirajući endogenu sintezu kratkolančanih i srednjelančanih masnih kiselina (Mele i sur., 2008.).

Linearne masne kiseline s neparnim brojem ugljikovih atoma, ili njihovi *anteizo* izomeri, mogu biti sintetizirane u mliječnoj žlijezdi ugradnjom propionil-CoA umjesto acetil-CoA, pri čemu nastaje metilmalonil-CoA, umjesto malonil-CoA (Smith, 1994.). Istraživanje Massart-Leë i sur. (1983.) pokazalo je da se linearne masne kiseline s neparnim brojem ugljikovih atoma sintetiziraju i u mliječnoj žlijezdi koza. Nekoliko je istraživanja potvrdilo veći sadržaj linearnih masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma u mlijeku od sadržaja tih masnih kiselina u duodenumu (Dewhurst i sur., 2003.b; Vlaeminck i sur., 2004.), što ukazuje na to da se sinteza navedenih masnih kiselina djelomično odvija i u mliječnoj žlijezdi preživača.

1.1.4.4. Kratkolančane, srednjelančane i razgranate masne kiseline

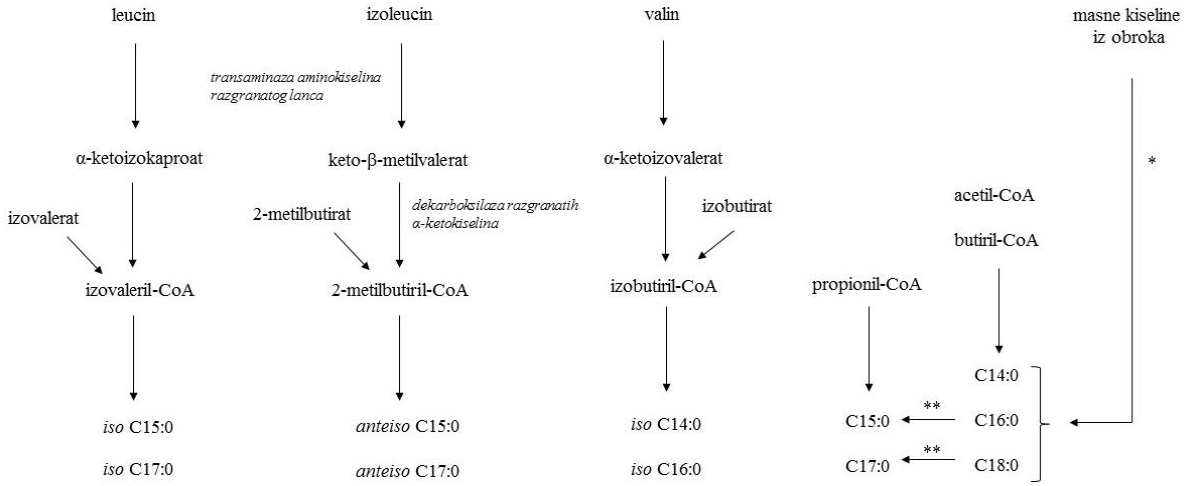
Gotovo 28% masnih kiselina kozjeg mlijeka kraćeg je lanca (C4 do C12; Božanić i sur., 2002.) koji određuje karakterističan miris i okus kozjega mlijeka. Enzmi lipaze brže razgrađuju esterske veze kratkih lanaca masnih kiselina te se ta razlika očituje u bržoj probavljivosti mliječne masti kozjeg mlijeka (Jenness, 1980.). Tri masne kiseline, nazvane po kozama (lat. *capra* = koza): kapronska (C6:0), kaprilna (C8:0) i kaprinska (C10:0) (Mele i sur., 2008.), čine oko 20% masnih kiselina kozjeg mlijeka za razliku od samo 6% u kravljem mlijeku (Božanić i sur., 2002.). Navedene se masne kiseline metaboliziraju više poput šećera nego poput masti, brže se konvertiraju u energiju, ne nakupljaju se u obliku tjelesnih zaliha, niti se nagomilavaju u arterijama, stoga ne dolazi ni do njihovog začepljenja (Božanić i sur., 2002.).

Kratkolančane i srednjelančane masne kiseline (C6-14) se u mliječnoj žlijezdi sintetiziraju *de novo* uz pomoć acetil-CoA karboksilaze i sintetaze masnih kiselina (Renna i sur., 2013.). Konzumacija krmiva bogatih s PUFA smanjuje sadržaj mliječne masti, blokirajući endogenu sintezu kratkolančanih i srednjelančanih masnih kiselina uslijed inhibicije aktivnosti acetil-CoA karboksilaze u mliječnoj žlijezdi (Mele i sur., 2008.). Navedeno su utvrdili Bernard i sur. (2015.) pri dodatku 216 g/kg ST ELS, u odnosu na kontrolnu skupinu ($P<0,015$). Nasuprot navedenom, Nudda i sur. (2006.) nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji SCFA (C6:0-C10:0; $P>0,05$) u mlijeku koza hranjenih dodatkom 100g ili 200g ekstrudiranog lana tijekom pokusa od 21 dan u usporedbi s kontrolnom skupinom koza hranjenih krmnom smjesom bez dodatka lana. Sličnu koncentraciju C6:0 su utvrdili Renna i sur. (2013.) pri hranidbi koza obrocima s dodatkom ekstrudiranog lana od 3% ST (0,08 kg) krmne smjese, u odnosu na kontrolnu skupinu bez dodatka, dok su istovremeno utvrdili povećanje C8:0 ($P=0,005$) i C10:0 ($P=0,002$). Tako neobičan odgovor mliječne žlijezde koza na dodatak izvora masti u krmivima bi mogla biti činjenica da sinteza SCFA djelomično ovisi i o metaboličkim putevima koji nisu ovisni o malonil-CoA i aktivnosti acetil-CoA karboksilaze (Chilliard i sur., 2013.).

Prema Morgan i sur (2001.) te Mele i sur. (2008.) najvažniji sastojci karakterističnog kozjeg okusa su slobodne masne kiseline u mlijeku, osobito masne kiseline razgranatih lanaca, 4-metiloktanska i 4-etiloktanska. Razgranate i neparne masne kiseline (OBCFA) u kozjem mlijeku potječu većinom od bakterija koje obitavaju u buragu (Petri i sur., 2014.). Stoga je mlijeko preživača osobito bogato navedenim kiselinama (Sanz-Sampelayo i sur., 2007.). Prema Fievez i sur. (2003.), neparne i razgranate masne kiseline nastale u membranskim lipidima bakterija su: *izo* tetradekanska (C14:0), pentadekanska (C15:0), 13-metiltetradekanska (*izo* C15:0), 12-metiltetradekanska (*anteizo* C15:0), *izo* heksadekanska (*izo* C16:0), heptadekanska (C17:0), 15-metilheksadekanska (*izo* C17:0), 14-metilheksadekanska (*anteizo* C17:0) i heptadekenska (C17:1 *cis*-9). Iako su 3-metilbutanoat, 4-metilpentanoat i 8-metilnonanoat također utvrđene u kozjem mlijeku, one nisu specifične jer se nalaze i u kravljem mlijeku (Mele i sur., 2008.). Prema tome, promjena profila OBCFA ukazuje na promjenu populacije bakterija zbog promjene u hranidbi. Prijašnja su istraživanja ukazala na smanjenje OBCFA u mlijeku koza hranjenih s dodatkom lanenog ulja (Martínez-Marín i sur., 2011.) ili lanom tretiranim formaldehidom (Bernard i sur., 2005.) koji su dodani u obroke koza u laktaciji. Renna i sur. (2013.) nisu

utvrdili značajne promjene u koncentraciji *anteizo* razgranatih masnih kiselina i linearnih neparnih masnih kiselina u mlijeku pri dodatku ekstrudiranog lana u obroke koza. Isto je utvrđeno i u istraživanjima u kojima su u obroke preživača dodana krmiva bogata masnim kiselinama kao što su LA, ALA ili EPA i DHA (Vlaeminck i sur., 2006.). Masne kiseline s neparnim brojem ugljikovih atoma i razgranate masne kiseline se upotrebljavaju i kao markeri probavljivosti svježe paše uslijed djelovanja mikroorganizama u buragu (Kim i sur., 2005.).

Dosadašnja istraživanja su pokazala antikancerogeni utjecaj razgranatih masnih kiselina (Vlaeminck i sur., 2006.). U *in vitro* istraživanju Wongtangtintharn i sur. (2004.) *izo* masne kiseline kao i *anteizo* C15:0 su pokazale pozitivan utjecaj protiv raka dojke, inhibirajući sintezu tumoroznih stanica, što je prepoznato kao glavni put za razvoj tretmana protiv tumora.



Slika 3. Sinteza masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma i razgranatih masnih kiselina u bakterijama. Jedna zvjezdica (*) označava masne kiseline iz obroka, a dvije zvjezdice (**) α-oksidaciju masnih kiselina s parnim brojem ugljikovih atoma (Vlaeminck i sur., 2006.).

Renna i sur. (2013.) su utvrdili značajno smanjenje C16:0 (P<0,001) kao i tendenciju smanjenja C14:0 (P=0,072) pri dodatku ekstrudiranog lana u obrocima koza što je u skladu s istraživanjima Nudda i sur. (2006. i 2008.). U istraživanju Renna i sur. (2013.) smanjenje pojedinačnih MCFA, posljedično je dovelo do značajnog (P<0,001) smanjenja ukupnih MCFA (39,96 : 41,98 g/100g masnih kiselina). Palmitinska masna kiselina i to 40%, proizlazi iz *de novo* sinteze u mliječnoj žlijezdi, dok preostalih 60% nastaje iz cirkulacije, odnosno hrane (Nudda i sur., 2006.; Chilliard i Ferlay, 2004.). Koncentracija neparnih masnih kiselina, kao što su C15:0, C17:0 i C19:0, nije se značajno razlikovala između skupina u istraživanju Renna i sur. (2013.). U istraživanju Martinez-Marin i sur. (2011.) koncentracija C12:0, C14:0, C15:0 i C16:0 je značajno (P<0,01) smanjena u mlijeku koza koje su konzumirale obroke s dodatkom ulja bogatih dugolančanim masnim kiselinama, u odnosu na skupinu bez dodatka. Navedeno sugerira već spomenuti negativan utjecaj istih kiselina na sintezu MCFA u mliječnoj žlijezdi.

1.1.4.5. Dugolančane i konjugirane masne kiseline

Prehrambeni proizvodi dobiveni od preživača su izvor CLA u ljudskoj prehrani (Dhiman i sur., 2005.; Mele i sur., 2008.). U više istraživanja provedenim na životinjama, utvrđeno je da CLA konzumirana hranom utječe na smanjenje pojave tumora mliječne žlijezde, debeloga crijeva i kože (Belury i Kempa-Steczko, 1997.; Banni i Martin, 1998.). Ta antikancerogena svojstva se pojavljuju zbog toga što CLA regulira tumor supresorski gen PTPRG (Amaru i Field, 2009.; Wang i sur., 2006.). Utvrđeni su i pozitivni zdravstveni učinci kod ljudi povezani s CLA u istraživanjima, a koji uključuju smanjenje masnoga tkiva, povećanje i izmjenu raspodjele nutrijenata, antidijetetski i antioksidativni učinak, smanjenje razvoja ateroskleroze, poboljšanu mineralizaciju kostiju i modulaciju imunološkoga sustava (Belury i Kempa-Steczko, 1997.; Banni i Martin, 1998.; Houseknecht i sur., 1998.; Kim i sur., 2016.). Dva glavna izomera su *cis*-9, *trans*-11 i *trans*-10, *cis*-12 izomeri. Glavni je izomer CLA, *cis*-9, trans-*11* prisutan u hrani koja potječe iz biohidrogenacije linolne kiseline do stearinske pomoću bakterija buraga ili Δ9-desaturacijom *trans*-11 vakcenske kiseline u mliječnoj žlijezdi (Griinari i sur., 2000.).

Višestruko nezasićene masne kiseline mogu se sintetizirati samo uz pomoć cijanobakterija, dok ih mikroorganzmi mogu samo apsorbirati iz sadržaja buraga (Melle i sur., 2008.). Stoga se PUFA pojavljuju u buragu kao rezultat egzogenog unosa masnih kiselina. Dodaci odgovarajućeg izvora masnoće u obrocima preživača mogu promijeniti sadržaj masnih kiselina mliječne masti, ovisno o sadržaju masnih kiselina obroka te biohidrogenaciji i mikrobnoj aktivnosti buraga (Mele i sur.; 2008.). Dodaci različitih ulja bogatih n-3 i n-6 masnim kiselinama pokazali su značajan utjecaj na povećanje istih masnih kiselina u kozjem mlijeku.

Utjecaj dodatka ekstrudiranog lana na koncentraciju masnih kiselina u kozjem mlijeku u različitim istraživanjima prikazan je u tablici 6. Chilliard i sur. (2003.) nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji C18:1 *cis*-9 i C18:1 *trans*-11 u mlijeku između koza hranjenih obrocima s dodatkom 3,4 % ST sjemenki lana i 3,4 % ST sjemenki soje u krminm smjesama koje su činile 70% obroka, dok je ostatak od 30% obroka bilo sijeno. Istovremeno, autori su utvrdili značajno manji udio C18:0 u odnosu na skupinu koza hranjenu dodatkom zrna soje, dok je u odnosu na kontrolnu skupinu hranjenu bez navedenih dodataka, koncentracija bila značajno ($P<0,05$) viša. Koncentracija navedenih masnih kiselina posljedica je biohidrogenacije čiji su temeljni proizvodi VA i CLA kao i C18:0 (Bauman i sur., 1999.). Koncentracija C18:1 *cis*-9 je rezultat i raspoloživosti C18:0 u mliječnoj žlijezdi kao i aktivnosti Δ9-desaturaze (Chilliard i Ferlay, 2004.). Rezultati istraživanja Chilliard i sur. (2003.) upućuju na jednaku raspoloživost C18:0 u svim skupinama, koja je supstrat za sintezu C18:1 *cis*-9 uz pomoć Δ9-desaturaze. Nudda i sur. (2006.) su utvrdili značajno ($P<0,05$) viši udio C18:0 u mlijeku skupine koza hranjenih s dodatkom ekstrudiranog lana od 5 i 10%, u koncentraciji od 8,74 i 10,01 mg/100mg metil estera masnih kiselina u odnosu na kontrolnu skupinu i koncentraciju od 6,91 mg/100mg masnih kiselina. Slično su utvrdili i Renna i sur. (2013.), odnosno značajno ($P<0,001$) viši udio C18:0 u skupini s dodatkom ekstrudiranog lana u obrocima koza (14,16 g/100 g masnih kiselina). Navedeno povećanje koncentracije stearinske kiseline posljedica je konzumacije i sadržaja visoke koncentracije C18 nezasićenih masnih kiselina u krmivima, koje se u buragu koza ekstenzivno biohidrogeniraju do C18:0 uz pomoć bakterija buraga (Chilliard i Ferlay, 2004.).

Tudisco i sur. (2014.) su također u mlijeku koza, koje su bile hranjene s 30% dodatka ekstrudiranog lana u krmnoj smjesi, utvrdili značajno ($P<0,05$) smanjenje LA u

odnosu na skupinu koza koja je uz krmnu smjesu bez dodatka ekstrudiranog lana konzumirala pašu. Dodatak ekstrudiranog lana (Renna i sur., 2013.) i sjemenki lana (Chilliard i sur., 2003.) u obroke koza dovodi do smanjenja koncentracije LA. Renna i sur. (2013.) su dodavali 80 g/kg/dan ekstrudiranog lana u krmnu smjesu kozama u laktaciji. U istraživanju je utvrđeno značajno (P=0,002) smanjenje LA u skupini s ekstrudiranim lanom (3,12 g/100 g masnih kiselina) u odnosu na skupinu bez dodatka (3,34 g/100g masnih kiselina). U istraživanjima, koje su proveli Martinez-Marin i sur. (2011.), kao i Li i sur. (2012.) pri dodatku lanenog ulja u obroke koza, nisu utvrdili značajnu razliku u LA koncentraciji. Navedeno potvrđuje visoku razinu biohidrogenacije LA u buragu koza što je utvrđeno i u ostalim istraživanjima, odnosno vrlo nizak prijenos LA iz krmiva u mlijeko (Bernard i sur., 2005.) jer se 90% LA biohidrogenizira (Jenkins i sur. 2008.). Koncentracija arahidonske kiseline najčešće prati i koncentraciju LA u istraživanjima budući da nastaje elongacijom LA. Naime, koncentracija AA opada s dodatkom ELS u obroke koza (Renna i sur., 2013.) zbog smanjenja LA koja je supstrat za sintezu AA (Patterson i sur., 2012.).

Izomeri C18:2 nastaju kao proizvod metabolizma LA i ALA (Shingfield i sur., 2010.). Također i izomer oleinske, kao što je C18:1 *cis*-11, je proizvod metabolizma C18:2 *cis*-9 *cis*-11, dok je C18:1 *cis*-12 proizvod metabolizma C18:2 *cis*-10 *cis*-12 ili C18:2 *trans*-10 *cis*-12, koji su ujedno i metaboliti nastali biohidrogenacijom LA u buragu (Shingfield i sur., 2010.). Nudda i sur. (2006.) su u kozjem mlijeku utvrdili značajno (P<0,05) višu koncentraciju pojedinih izomera oleinske kiseline pri hranidbi koza dodatkom ekstrudiranog lana. Nudda i sur. (2008.) su utvrdili i značajno višu (P<0,05) koncentraciju CLA u mlijeku koza pri dodatku ekstrudiranog lana u obroke (2,31 : 0,33 mg/100mg metil estera masnih kiselina). Rumenska kiselina je okarakterizirana kao potencijalno antikancerogena, stoga je vrlo važna u prehrani ljudi (Li i sur., 2012.).

Ekstrudirani lan sadrži visoku koncentraciju ALA koji dovodi do povišene koncentracije ALA u mlijeku koza u čije je obroke dodan ELS, što je utvrđeno i u brojnim istraživanjima (Battacone i sur., 2007.; Chilliard i sur., 2007.; Renna i sur., 2013.; Nudda i sur., 2013.; Bernard i sur., 2015.). Povećanje koncentracije ALA utvrđeno je i u mlijeku preživača koji su bili hranjeni dodatkom različitih proizvoda lana kao što su: sjemenke (Luna i sur., 2008.), ulje (Nudda i sur., 2008.; Li i sur., 2012.; Moallem i sur., 2012.; Toral i sur., 2014.), lan zaštićen formaldehidom (Bernard i sur., 2005.) te lan u obliku kalcijevih sapuna (Cenkvari i sur., 2005.).

Tablica 6. Utjecaj dodatka ekstrudiranog lana u krmne smjese na koncentraciju masnih kiselina u kozjem mlijeku (g/100g masnih kiselina)

Masne kiseline	*Nudda i sur. (2006.)*			*Renna i sur. (2013.)*		*Bernard i sur. (2015.)*	
	Kontrola	*ELS[1]*	*ELS[2]*	*Kontrola*	*ELS[3]*	*Kontrola*	*ELS[4]*
C6:0	1,58	1,46	1,59	2,16	2,19	2,25[a]	1,98[b]
C8:0	2,01	1,87	2,05	2,49[b]	2,67[a]	2,67[a]	2,11[b]
C10:0	8,23	7,40	7,77	8,08[b]	8,93[a]	10,90[a]	6,99[b]
C12:0	3,93	3,48	3,67	3,28	3,32	6,19[a]	3,24[b]
C14:0	10,68[a]	9,81[b]	9,46[b]	9,16	8,74	12,98[a]	7,31[b]
C14:1	0,22	0,18	0,17	0,08[a]	0,06[b]	0,23[a]	0,09[b]
C16:0	35,88[a]	32,40[b]	27,50[b]	26,08[a]	24,65[b]	29,60[a]	16,89[b]
C16:1	0,93[a]	0,77[b]	0,70[b]	0,44[a]	0,35[b]	0,69[a]	0,36[b]
C18:0	6,91[b]	8,74[a]	10,01[a]	11,68[b]	14,16[a]	5,53[b]	14,76[a]
C18:1 t9	0,19[b]	0,26[a]	0,26[a]	1,74*	1,84*	0,14[b]	0,31[a]
C18:1 t11	0,70[b]	1,23[a]	1,39[a]	NU	NU	0,76	1,88
C18:1 t12	0,21	0,39	0,23	0,44[+]	0,75[+]	0,14[b]	0,62[a]
C18:1 c9	18,54[b]	20,72[a]	23,50[a]	23,47[a]	21,55[b]	13,43[b]	22,82[a]
C18:2c9t11	0,63[b]	0,96[a]	1,05[a]	0,57[a]	0,48[b]	0,47	0,79
C18:2c9c12	2,36	2,44	2,44	3,34[a]	3,12[b]	2,34[a]	1,90[b]
C18:3 n-6	0,09	0,08	0,08	0,006	0,005	NU	NU
C18:3 n-3	0,45[c]	0,80[b]	0,99[a]	0,45[b]	0,62[a]	0,62[b]	2,19[a]
C20:5 n-3	0,063[b]	0,077[a]	0,078[a]	0,03	0,03	0,085	0,101
C22:5 n-3	0,039	0,045	0,041	0,02	0,02	0,121	0,107

[1]100 g ekstrudiranog lana/dan; [2]200 g ekstrudiranog lana/dan; [3]dodatak ekstrudiranog lana u količini od 3% suhe tvari obroka; [4]dodatak ekstrudiranog lana u količini od 216 g/kg suhe tvari obroka; *masna kiselina je uključena u koncentraciju C18:1 t6-11; +masna kiselina je uključena u koncentraciju C18:1 t12-14+c6-8; Renna i sur. (2013.)-CLA je uključena u koncentraciju CLA c9t11+t7c9+t8c10; NU-nije utvrđeno;
[a, b,c] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05.).

U istraživanju Nudda i sur. (2013.) ekstrudirani lan je sadržavao 56,3 g/100g ukupnih metil estera masnih kiselina (FAME), što je dovelo do značajnog (P<0,01) povećanja ALA u kozjem mlijeku i to koncentracije 1,81 mg/100 mg ukupnih FAME. Značajno povećanje ALA uzrokovalo je smanjenje omjera n-6/n-3 koji je iznosio 1,73 u odnosu na kontrolnu skupinu u kojoj je omjer bio 3,58. Značajno smanjenje omjera n-6/n-3

(6,28 u odnosu na 7,57) utvrđeno je u skupini s dodatkom ekstrudiranog lana u istraživanju Renna i sur. (2013.), premda je bio veći u obje skupine. Vrlo je važno održavati n-6/n-3 omjer ispod vrijednosti 4 koja je povoljna za ljudsko zdravlje (Simopoulos, 2008.).

Udio ostalih dugolančanih n-3 masne kiseline, kao što su DHA i DPA, ostao je nepromijenjen s dodatkom ekstrudiranog lana u istom istraživanju u odnosu na kontrolnu, kao i EPA, čija je koncentracija bila na vrlo niskoj razini u obje skupine (Renna i sur., 2013.). Koncentracija ALA dovodi do povećanja supstrata za sintezu EPA i DPA u mliječnoj žlijezdi (Zymon i sur., 2014.). Iako, prema Gulati i sur. (2003.), niska koncentracija EPA najčešće je utvrđena u mlijeku preživača zbog smanjene elongacije i desaturacije C18:0 i C20:0 u mliječnoj žlijezdi. Navedene dugolančane masne kiseline (long-chain fatty acids-LCFA) n-3 nisu se razlikovale ni u istraživanju Renna i sur. (2013.) pri dodatku ekstrudiranog lana u obroke koza. U istraživanju Nudda i sur. (2006.) EPA je značajno ($P<0,05$) porasla u mlijeku skupine koza hranjenih dodatkom ekstrudiranog lana (0,077 mg/100mg FAME), ali je ostala na vrlo niskoj razini kao i u kontrolnoj skupini (0,063 mg/100mg). Prema Chikunya i sur. (2004.), navedeno bi djelomično moglo biti i uslijed visoke razine biohidrogenacije istih masnih kiselina u buragu. Renna i sur. (2013.) nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji PUFA i LCFA, iako je koncentracija nekih pojedinačnih dugolančanih masnih kiselina bila viša u skupini koza hranjenih obrocima s dodatkom ekstrudiranog lana.

1.1.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil koza

Dodatak pogače sjemenki bundeve u obroke i njegov utjecaj na metabolički profil preživača, kako je vidljivo iz dostupne literature, do sada nije istraživan. Makni i sur. (2010. i 2011.) su proveli istraživanje dodatka smjese lanenih sjemenki i sjemenki bundeve kod pokusnih štakora dijabetičara te utvrdili utjecaj navedenih dodataka na antioksidativni status kao i biokemijske pokazatelje krvi. Autori su ukazali na antiaterogeni i hepatoprotektivni te antioksidativni potencijal smjese sjemenki lana i bundeve u hranidbi štakora.

1.1.5.1. Hematološki i biokemijski pokazatelji

Jedna od najvažnijih odrednica učinkovitosti kozarske proizvodnje je utvrđivanje zdravstvenog statusa, pri čemu je monitoring zdravstvenog stanja stada od temeljne važnosti za utvrđivanje anomalija koje narušavaju proizvodna svojstva koza (Rumosa-Gwaze i sur., 2012.). Hematološki pokazatelji krvi se često utvrđuju zbog analize sustavne povezanosti i fiziološke prilagodbe uključujući i procjenu zdravstvenog stanja životinja (Kamal Shan i sur., 2007.). Budući da se u razdoblju laktacije, osobito u prvoj trećini, povećavaju hranidbene potrebe koza, ponajviše za energijom i mineralima zbog proizvodnje mlijeka, tijekom tog razdoblja često nastaju metabolički poremećaji koji su vidljivi u promjeni koncentracije minerala kao i biokemijskih te hematoloških pokazatelja malih preživača (Antunović i sur., 2011.). Razne bolesti i povećana uginuća jaradi glavni su uzroci gubitaka u kozarskoj proizvodnji (Abdolvahabi i sur., 2016.).

Nudda i sur. (2015.a) su tijekom 8 tjedana istraživali utjecaj dodatka 220 g/dan ekstrudiranog lana u krmnim smjesama na imunosni status, metaboličku aktivnost jetre i bubrega u ovaca tijekom laktacije. U odnosu na kontrolnu skupinu, u skupini ovaca s dodatkom ekstrudiranog lana, nisu utvrđene značajne razlike ($P>0,05$) broja leukocita i eritrocita, sadržaja hemoglobina i hematokrita, prosječnog sadržaja hemoglobina u eritrocitima (MCH), prosječnog volumena eritrocita (MCV) i prosječne koncentracije

hemoglobina u eritrocitima (MCHC). Također, nisu utvrđene ni značajne razlike (P>0,05) u relativnom udjelu limfocita, monocita, neutrofila, eozinofila i bazofila između navedenih skupina ovaca. Koncentracija albumina, ukupnih proteina, kao i aktivnost enzima ALT, GGT i AST u serumu nije se značajno razlikovala. Autori su utvrdili značajno smanjenje koncentracije dušika iz ureje u ovaca hranjenih s dodatkom ekstrudiranog lana (P<0,01). Smanjenje koncentracije ureje u krvi pokazatelj je bolje iskoristivost dušika u organizmu (Danesh-Mesgaran i sur., 2012.). Nudda i sur. (2013.) nisu utvrdili značajne razlike koncentracije dušika iz ureje u serumu koza hranjenih dodatkom 180 g/dan ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu, tijekom 70 dana. Autori su utvrdili da ekstrudirani lan može biti dodan u obroke ovaca bez utjecaja na zdravstveni status i proizvodna svojstva ovaca u laktaciji.

Vrijednosti MCHC mogu uspješno dijagnosticirati anemiju, a mogu poslužiti i kao indeks sposobnosti koštane srži za proizvodnju crvenih krvnih stanica (Njidda i sur., 2013.). Povećanje sadržaja MCV može ukazati na pojavu regenerativne anemije nastale zbog hemolize i hemoragije (Chineke i sur., 2006.). Visoke vrijednosti leukocita ukazuju na dobro razvijen imunološki sustav koza, a mogu se pojaviti u ekstenzivnom držanju gdje se organizam uspješno prilagođava i brani od bakterija (Njidda i sur., 2013.). Diferencijacijom leukocita koza vidljivo je da su limfociti i neutrofili najzastupljenije bijele krvne stanice (Antunović i sur., 2013.b). Vrijednosti hematoloških pokazatelja tijekom laktacije značajno se mijenjanju što može ukazati na kvalitetan oporavak i odgovarajuću prilagodbu koza tom fiziološkom razdoblju (Antunović i sur., 2013.b).

Li i sur. (2012.) su utvrdili povećane (P<0,05) koncentracije glukoze i triglicerida u istraživanju s kravama u laktaciji koje su hranjene krmnom smjesom s dodatkom 50 g/kg ST krmne smjese lanenoga ulja u odnosu na kontrolnu skupinu. Koncentracija neesterificiranih masnih kiselina, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola, ukupnog kolesterola i ukupnih bjelančevina u plazmi nije se značajno razlikovala između skupina (P>0,05). Autori istovremeno nisu utvrdili značajne razlike u količini proizvedenog mlijeka, što uz neznatne razlike u koncentraciji NEFA ukazuje na fiziološku mobilizaciju lipida koja održava proizvodnju mlijeka i energetsku ravnotežu (Allen, 2000.). Dodatak ekstrudiranog lana (180 g/dan, na bazi ST) u obroke koza u laktaciji dovodi do poboljšanja kvalitete mlijeka bez negativnog utjecaja na metabolizam jetre i bubrega (Nudda i sur., 2013.).

Autori nisu utvrdili značajne razlike u aktivnosti enzima jetre kao što su ALT, AST i GGT između skupina koza hranjenih dodatkom ekstrudiranog lana u odnosu na skupinu koza bez tog dodatka (tablica 8.). Promjena aktivnosti aminotransferaza u krvi može biti posljedica njihove pojačane aktivnosti u stanicama jetre i pokazatelj oštećenja strukture stanica (Stojević i sur., 2005.). Aktivnost enzima u plazmi kao što su AST i ALT koristi se u dijagnozi bolesti jetre (Makni i sur., 2011.) dok poremećaji uslijed hepatocelularne upale dovode do ekstremnih povećanja koncentracija aminotransferaza (Foreston i sur., 1985.).

Ketonska tijela: acetoacetat, β-hidroksibutirat i aceton preživači sintetiziraju tijekom apsorpcije kratkolančanih masnih kiselina kroz buražni epitel u obliku BHB koji nastaje iz butirata (Chestworth i sur., 1998.). Nasuprot tome, BHB može nastati i pri gladovanju životinje kada prevladava razgradnja masti što je opisano u istraživanju Berg i sur. (2006.). Koncentracija oksalacetata smanjuje se pri smanjenju raspoloživih ugljikohidrata i tada ga nema dovoljno za kondenzaciju s acetil-CoA. Dakle, metabolizam acetil-CoA ide u smjeru stvaranja acetoacetata, BHB i acetona u jetri. Nastala ketonska tijela iz mitohondrija jetre difundiraju u krv i prenose se u periferna tkiva. Prijenosom koenzima A iz sukcinil-Co-A, aktivira se acetoacet i pritom nastaje acetoacetil-CoA, a od njega nastaju dvije molekule acetil-CoA koje mogu ući u ciklus limunske kiseline (Berg i sur., 2006.).

Ferlay i sur. (2013.) su u obroke krava dodavali 5% i 10% ekstrudiranog lana, pritom nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji glukoze i NEFA, no utvrdili su smanjenu koncentraciju BHB u krvnoj plazmi (linearni utjecaj, $P<0,01$). Hurtaud i sur. (2010.) utvrdili su smanjenje koncentracije BHB, uz istovremeno smanjenje koncentracije SCFA i MCFA. Povećana koncentracija BHB je pokazatelj negativne energetske ravnoteže i smanjene koncentracije glukoze u plazmi (Adewuyi i sur., 2005.). Negativna energetska ravnoteža javlja se kod povećanih potreba za energijom koje istovremeno premašuju osiguranje energije hranom (Overton, 2001.). Potreba za energijom se kompenzira intenzivnom lipolizom, odnosno razgradnjom adipoznog tkiva što dovodi do oslobađanja masnih kiselina u krv, koje se vežu na albumin i kao takve se izravno mogu utrošiti kao izvor energije u mnogim tkivima, a osobito u perifernim tkivima poput mišića (Adewuyi i sur., 2005.).

Danesh-Mesgharan i sur. (2012.) nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji NEFA i BHB u plazmi krava 4 sata nakon jutarnje hranidbe obrocima s dodatkom (97 g/kg ST) mljevenih sjemenki lana ili sjemenki lana u usporedbi sa skupinom krava hranjenih bez dodataka. U toj je skupini umjesto lana bjelančevinasti sastojak bila ekstrudirana soja (tablica 7.). Neesterificirane masne kiseline i BHB u plazmi i trigliceridima jetre su u negativnoj korelaciji s dnevnom konzumacijom krmiva (Bertics i sur., 1992.). Danesh-Mesgaran i sur. (2012.) su utvrdili kako bi jednake koncentracije NEFA i BHB u pokusnim skupinama krava hranjenih dodatkom sjemenki i mljevenih sjemenki lana bile uslijed jednake dnevne konzumacije. U istraživanju Jahani-Moghadam i sur. (2015.) također nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji NEFA (P=0,750) i BHB (P=0,620) u plazmi krava hranjenih obrocima s dodatkom lanenih sjemenki u odnosu na kontrolnu skupinu.

Tablica 7. Koncentracija pojedinih biokemijskih pokazatelja u plazmi krava u laktaciji hranjenih dodatkom ekstrudirane soje (ES), sjemenki lana (SL) ili mljevenih sjemenki lana (MSL; Danesh-Mesgaran i sur., 2012.)

Pokazatelj	*Hranidba*			*SEM*	*P-vrijednost*
	ES	*SL*	*MSL*		
Prije jutarnje hranidbe					
GUK, mg/dl	64,67	62,45	60,53	1,46	<0,05
Urea, mg/dl	41,54	42,29	41,78	3,33	>0,05
NEFA, mmol/L	0,162	0,183	0,171	0,03	>0,05
BHB, mmol/L	0,221	0,279	0,236	0,04	>0,05
4h nakon jutarnje hranidbe					
GUK, mg/dl	66,16	60,23	58,80	1,68	<0,05
Urea, mg/dl	24,58	18,38	19,46	3,61	>0,05
NEFA, mmol/L	0,087	0,100	0,112	0,02	>0,05
BHB, mmol/L	0,476	0,435	0,485	0,05	>0,05

GUK-glukoza, NEFA-neesterificirane masne kiseline, BHB-beta-hidroksi butirat, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti.

Casamassima i sur. (2014.) su istraživali utjecaj dodataka ekstrudiranog lana (200 g/kg krmiva) u hranidbi ovaca na određene biokemijske pokazatelje u serumu i pokazatelje oksidativnog statusa u plazmi, u odnosu na pokazatelje u krvi ovaca kontrolne skupine hranjenih krmnim smjesama bez dodatka ELS. U navedenom istraživanju nisu

utvrđene značajne razlike u koncentraciji triglicerida, ukupnog kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola te aktivnost enzima ALT i AST u krvi ovaca. Visoke koncentracije HDL-a potencijalno pridonose inhibiciji oksidacije LDL-a i štite endotelne stanice od citotoksičnog utjecaja oksidiranog LDL-a (Assmann i Nofer, 2003.).

Tablica 8. Biokemijski pokazatelji utvrđeni u serumu koza i ovaca u laktaciji hranjenih dodatkom ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu

Pokazatelj	*Nudda i sur. (2013.)**			*Nudda i sur. (2015.a)***		
	Kontrola	*ELS*	*P-vrijednost*	*Kontrola*	*ELS*	*P-vrijednost*
Albumin, g/dl	26,0	26,7	>0,10	2,6	2,5	>0,05
Bjelančevine, g/dl	8,3	8,3	>0,10	7,2	7,1	>0,05
Dušik iz ureje, mmol/l	18,8	18,2	>0,10	22,64	20,71	<0,01
Enzimi jetre, µkat/l						
AST	2,47	2,79	≤0,10	2,37	1,98	>0,05
ALT	0,89	0,95	≤0,10	0,58	0,56	>0,05
GGT	1,21	1,25	>0,10	1,30	1,31	>0,05

*Dodatak 180 g/dan ekstrudiranog lana u obroke koza u laktaciji; **Dodatak 220 g/dan ekstrudiranog lana u obroke ovaca u laktaciji; AST-aspartat aminotransferaza, ALT-alanin aminotransferaza, GGT-gama-glutamil aminotransferaza.

1.1.5.2. Antioksidativni status koza

Oksidativni stres dovodi do oštećenja stanica zbog oslobađanja slobodnih radikala i peroksidacije lipida, uključujući i razgradnju strukture stanične membrane (Halliwell i Gutteridge, 1990.). Plazma i jetra sadrže enzime kao što su superoksid dismutaza (SOD), glutation peroksidaza (GPx) i katalaza koji pridonose antioksidativnom mehanizmu obrane organizma (Lee i sur., 2002.). Makni i sur. (2008.) su utvrdili da smjesa sjemenki bundeve i sjemenki lana može poboljšati učinkovitost prevođenja superoksidnih radikala u vodikov peroksid te aktivnost superoksid dismutaze u skupini štakora oboljelih od dijabetesa hranjenih navedenom smjesom, uz deaktivaciju hidrogen peroksida pomoću glutation peroksidaze. S obzirom da superoksid dismutaza katalizira razgradnju superoksidnih aniona u hidrogen anione, ovaj enzim prevenira nakupljanje slobodnih radikala (Yu, 1994.)

i na taj način SOD predstavlja zaštitu od povećanja slobodnih radikala (Makni i sur., 2008.). Prema Yu (1994.) SOD je prvi enzim koji sudjeluje u prevođenju kisikovih radikala u peroksid. Kada djelovanje SOD dovede do povećanja vodikovog peroksida, zaštita od reaktivnog kisika može biti provedena povećanjem enzima katalaze i GPx kao i glutationa (Celi i sur., 2010.).

Makni i sur. (2008.) su utvrdili kako smjesa lanenih sjemenki i sjemenki bundeve u hrani ima osobitu antioksidativnu aktivnost jer sadrži brojne antioksidativne sastojke. Međutim, hranidba obrocima bogatim PUFA može dovesti do povećane lipoperoksidacije u plazmi krava i tako uzrokovati oksidativni stres životinje (Scislowski i sur., 2005.). Osjetljivost peroksidacije PUFA u plazmi ovisi o koncentraciji antioksidanata u plazmi (Scislowski i sur., 2005.). Nekoliko je istraživanja pokazalo suprotne rezultate utjecaja dodatka lana u obrocima preživača na oksidativni stres i odgovor imuniteta (Nudda i sur., 2015.a). Cortes i sur. (2012.) su proveli istraživanje koncentracije antioksidativnih enzima u plazmi krava hranjenih dodatkom od 9,88% ST obroka ljuski lanenih sjemenki uz infuziju 500g/dan lanenog ulja u abomasum. Dodatak lanenog ulja nije rezultirao promjenom aktivnosti SOD u odnosu na kontrolnu skupinu krava, dok je aktivnost GPx u plazmi bila značajno smanjena u istoj pokusnoj skupini. Navedeno smanjene GPx u krvi autori pripisuju visokoj koncentraciji PUFA n-3 u plazmi krava.

Slično tome, Wang i sur. (2010.) su istraživali utjecaj različite zasićenosti obroka mliječnih krava na koncentraciju enzima antioksidativnog statusa. Jedna je skupina krava bila hranjena dodatkom kalcijevih soli bogatih dugolančanim nezasićenim masnim kiselinama (46,12%), od kojih je bila najveća koncentracija oleinske (36,75%), a druga je skupina krava hranjena palminim nusproizvodima bogatim zasićenim masnim kiselinama (88,62%), od kojih je dominantna bila palmitinska kiselina (81,13%). U navedenom istraživanju je utvrđena niža aktivnost SOD (158,3 u/mL) u plazmi krava hranjenih obrocima obogaćenim nezasićenim masnim kiselinama u odnosu na plazmu krava hranjenih obrocima obogaćenim zasićenim masnim kiselinama (163,9 U/mL; $P<0,01$), dok se aktivnost GPx i koncentracija BHB nisu značajno razlikovale između skupina ($P>0,05$; tablica 9.). Niža aktivnost SOD u plazmi je potvrdila kako su krave hranjene nezasićenim obrocima podložnije oksidativnom stresu u odnosu na drugu skupinu (Wang i sur., 2010.). Istovremeno je utvrđeno i smanjenje proizvoda kisikovih radikala koji se stvaraju pomoću SOD dodatkom antioksidanata u obroke krava, dok se aktivnost SOD nije smanjivala.

Navedeno ukazuje na sposobnost antioksidanata za izravnim uklanjanjem peroksida. Wang i sur. (2010.) su ustanovili lošiji antioksidativni status kod krava hranjenih višim udjelom nezasićenih masnih kiselina u obrocima koji se poboljšavao dodatkom antioksidanata.

Tablica 9. Utjecaj hranidbe krava dodacima niže i više koncentracije zasićenih masnih kiselina na pojedine biokemijske pokazatelje i enzime antioksidativnog statusa u plazmi (Wang i sur., 2010.)

Pokazatelj	*Hranidba*		*SEM*	*P-vrijednost*
	NZMK	*VZMK*		
SOD, U/ml	158,3	163,9	2,52	<0,01
GPx, U/ml	175,0	198,4	7,64	0,24
NEFA, mmol/L	0,24	0,27	0,23	0,91
BHB, mmol/L	0,29	0,34	0,03	0,17

NZMK-niža koncentracija zasićenih masnih kiselina koja se sastoji od LCFA Ca soli; VZMK-viša koncentracija zasićenih masnih kiselina koja se sastojala od masnih kiselina dobivenih iz palme kao proizvod zaštićene masnoće bogate s C16:0; SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; SOD-superoksid dismutaza, GPx-glutation peroksidaza, NEFA-neesterificirane masne kiseline, BHB-beta-hidroksi butirat.

Bachmann-Schogor i sur. (2013.) su u obroke krava dodavali 5, 10 i 15% pogače sjemenki lana. Nakon istraživanja od 21 dan, autori nisu utvrdili značajne razlike u aktivnosti SOD i GPx u plazmi između navedenih skupina s dodatkom pogače lana i kontrolne skupine bez navedenog dodatka. Navedeno sugerira jednaku proizvedenu koncentraciju H_2O_2 između različitih skupina koji se kasnije razgrađuje uz pomoć GPx i katalaze (Bachmann-Schogor i sur., 2013.). Autori su utvrdili višu aktivnost GPx u plazmi u skupini krava hranjenih s 15% pogače lana u odnosu na one hranjene s 10% pogače lana u obrocima, što istovremeno ukazuje na antioksidativna svojstva pogače sjemenki lana. Nasuprot navedenom, Cortes i sur. (2012.) su utvrdili smanjenje aktivnosti GPx uslijed hranidbe sjemenkama lana. Temeljem dobivenih rezultata, Bachmann-Schogor i sur. (2013.) zaključuju da i unatoč većem udjelu PUFA, koje dovode do pogoršanja antioksidativnog statusa, koncentracija antioksidanata u lanenim sjemenkama direktno djeluje na aktivnost GPx i štiti od lipidne peroksidacije u plazmi.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u obroke koza u laktaciji na:

- proizvodne pokazatelje, eksterijerne odlike i indekse tjelesne razvijenosti koza i jaradi
- količinu i kemijski sastav mlijeka
- masnokiselinski profil mlijeka
- hematološke pokazatelje koza i njihove jaradi
- biokemijske pokazatelje i koncentraciju minerala
- aktivnost enzima u krvi koza i njihove jaradi
- pokazatelje antioksidativnog statusa krvi koza i njihove jaradi.

Pretpostavlja se da će dodatak ekstrudiranog lana u obroke mliječnih koza poboljšati masnokiselinski profil mlijeka, odnosno povećati koncentraciju poželjnih n-3 masnih kiselina u mlijeku. Međutim, dodatak pogače sjemenki bundeve neće promijeniti koncentraciju PUFA niti smanjiti koncentraciju kapronske, kaprilne i kaprinske masne kiseline. Očekuje se otkrivanje hranidbenog potencijala pogače sjemenki bundeve u poboljšanju masnokiselinskog profila mlijeka uslijed obogaćivanja s MUFA i CLA uz zadržavanje odgovarajuće proizvodnje mlijeka i metaboličkog statusa. Pretpostavlja se kako dodatak krmiva, bogatih polinezasićenim masnim kiselinama u hrani koza tijekom laktacije, neće imati štetan utjecaj na njihov zdravstveni status i metabolički profil kao ni na tjelesne mjere koza i njihove jaradi.

2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. Značajke područja na kojem je provedeno istraživanje

Istraživanje je provedeno na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Đurković u Marjančacima koje se dvadeset godina bavi uzgojem koza za proizvodnju mlijeka. Gospodarstvo se nalazi u Osječko-baranjskoj županiji, 8 km od grada Valpova, na 91 m nadmorske visine, zemljopisnih koordinata: 45°37'59" sjeverne zemljopisne širine i 18°23'39" istočne zemljopisne dužine. Istraživanje je provedeno na 28 koza pasmine francuska alpina. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo Đurković raspolaže sa 60 muznih koza te se bavi proizvodnjom kvalitetnih kozjih sireva. U vlastitoj sirani, kapaciteta 1000 l, proizvode svježe, polutvrde, tvrde i dimljene sireve te sireve s raznim dodacima.

Biološki dio istraživanja na Obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Đurković proveden je u razdoblju od 5. ožujka do 19. svibnja 2014. godine. Pregled prosječnih i apsolutnih minimalnih i maksimalnih temperatura zraka te relativne vlage i količine oborina u godini istraživanja i u razdoblju od 2004. do 2014. godine na području grada Valpova prikazan je u tablicama 10. i 11. Područje Marjančaca, naselja koje je u sastavu grada Valpova, odlikuje se hladnim prosječnim temperaturama zimi (3,0 °C) i visokim prosječnim ljetnim temperaturama (20,1 °C). Prosječna godišnja temperatura zraka je 11,6 °C. Prosječna temperatura zraka u godini istraživanja (2014.), nije se značajnije razlikovala od višegodišnjeg prosjeka (tablica 10.). Prosječna temperatura zraka u razdoblju istraživanja, od ožujka do svibnja 2014. godine, bila je za 1 °C viša u odnosu na višegodišnji prosjek. Prosječna relativna vlaga zraka i količina oborina u godini istraživanja bile su više (79% i 65 mm/m^2) u odnosu na višegodišnji prosjek (76% i 61 mm/m^2). Na temelju navedenih podataka izračunat je temperaturno-humidni indeks (THI) za područje Valpova po mjesecima prema Kibler (1964.). Tijekom razdoblja istraživanja, vrijednosti THI su se kretale od 50,3 u ožujku do 59,6 u svibnju 2014. godine što je u skladu s višegodišnjim prosjekom (2004.-2014.).

Tablica 10. Apsolutne minimalne i maksimalne te prosječne temperature zraka (°C) u godini istraživanja i razdoblju od 2004. do 2014. po mjesecima na području Valpova (Državni hidrometeorološki zavod, 2004.-2014.)

Godina	*Mjesec u godini*											
	I.	*II.*	***III.***	***IV.***	***V.***	*VI.*	*VII.*	*VIII.*	*IX.*	*X.*	*XI.*	*XII.*
2014.												
min	-13,0	-7,0	-0,1	1,2	3,7	8,5	11.2	8,2	5,7	0,5	-2,9	-14,6
prosjek	3,4	5,0	9,4	12,8	15,5	19,8	21,5	20,2	16,5	12,8	7,7	3,3
max	17,2	20,2	23,1	25,1	29,5	34,0	33,0	33,6	27,5	28,4	22,0	17,0
2004.-2014.												
min	-11,4	-11,0	-5,7	0,2	3,4	8,3	10,3	8,9	5,1	-1,4	-3,9	-11,3
prosjek	1,0	1,8	6,7	12,4	16,5	20,4	22,5	21,2	16,5	11,5	6,5	1,9
max	13,3	16,3	22,2	26,6	31,2	34,3	36,4	35,6	30,9	26,3	20,6	15,8

Tablica 11. Relativna vlaga, količina oborina i temperaturno-humidni indeks u godini istraživanja i razdoblju od 2004. do 2014. po mjesecima na području Valpova (Državni hidrometeorološki zavod, 2004.-2014.)

Godina	*Mjesec u godini*											
	I.	*II.*	***III.***	***IV.***	***V.***	*VI.*	*VII.*	*VIII.*	*IX.*	*X.*	*XI.*	*XII.*
2014.												
RV, %	87,0	86,0	71,0	74,0	75,0	69,0	74,0	76,0	83,0	83,0	87,0	83,0
K, mm/m²	41,4	68,5	33,4	51,2	131,7	53,5	45,6	58,8	89,5	112,9	19,5	73,3
THI	39,5	42,3	50,3	55,4	59,6	65,9	68,8	66,9	61,3	55,3	46,7	39,8
2004.-2014.												
RV, %	84,6	80,8	72,5	68,8	70,1	71,1	67,4	70,9	76,2	80,2	84,5	86,4
K, mm/m²	47,0	53,7	48,6	53,0	80,5	86,9	52,0	65,6	62,0	66,3	52,6	65,7
THI	35,8	37,6	46,1	54,9	61,1	66,9	69,8	68,1	61,2	53,2	44,9	37,1

RV-Relativna vlaga zraka; K-količina oborina; THI-temperaturno-humidni indeks prema Kibler (1964.).

2.2. Plan provedbe istraživanja

Istraživanje je provedeno s 28 koza pasmine francuska alpina na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Đurković u Marjančacima. Sve koze su se ojarile u tjedan dana sredinom veljače 2014. godine, a 5. ožujka su uključene u istraživanje. Istraživanje je trajalo 75 dana, do 19. svibnja 2014. godine. Hranidba pokusnim krmnim smjesama, kao pripremno razdoblje, započela je sedam dana prije početka istraživanja, 26. veljače 2014. Sve su koze bile dobrog zdravlja i tjelesne kondicije, prosječne dobi 3,6 godine i prosječne tjelesne mase 46,9 ± 7,9 kg (tablica 12.).

Tablica 12. Plan istraživanja i sastav obroka za koze u laktaciji (srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Pokazatelj	*Krmna smjesa*		
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*
Koze (n)	9	10	9
Jarad (n)	9	13	9
Tjelesna masa koza (kg)	46,9 ± 6,84	46,8 ± 9,18	46,9 ± 8,37
Hranidba koza			
Krmna smjesa	1 kg/koza/dan kontrolna	1 kg/koza/dan ELS	1 kg/koza/dan PSB
Sijeno[1]	po volji	po volji	po volji

ELS-krmna smjesa s dodatkom 90 g/kg ekstrudiranog lana, PSB-krmna smjesa s dodatkom 160 g/kg pogača sjemenki bundeve; [1] Djetelinsko travne smjese: 60% (na bazi ST) mačji repak (*Phleum pratense*) i talijanski ljulj (*Lolium multiflorum*) te 40% (na bazi ST) crvene djeteline (*Trifolium pratense*).

2.3. Hranidba i sastav obroka tijekom istraživanja

Hranidba koza temeljila se na sijenu djetelinsko travnih smjesa *ad libitum* koje se sastojalo od sijena mačjeg repka i talijanskog ljulja (60% na bazi ST; *Phleum pratense* i *Lolium multiflorium*) te sijena crvene djeteline (40% na bazi ST; *Trifolium pratense*). Uz sijeno, svaka je koza bila hranjena s 1 kg/dan krmne smjese, 0,5 kg tijekom jutarnje i 0,5

kg tijekom večernje mužnje, pritom su koze imale pojedinačna hranidbena mjesta u tandem izmuzištu. Između dviju mužnji, koze su držane skupno i konzumirale su sijeno po volji. Krmna smjesa se razlikovala po izvoru bjelančevina (tablica 13.), prema kojoj su sastavljene skupine:

1) Kontrolna (n = 9): sačma soje i ekstrudirane sjemenke soje kao bjelančevinasti sastojak;
2) S dodatkom ekstrudiranog lana (ELS; n = 10): soja je djelomično zamijenjena ekstrudiranim lanom (38,3%);
3) S dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB; n = 9): soja je potpuno zamijenjena pogačom sjemenki bundeve.

Krmne smjese su bile uravnoteženog kemijskog sastava u sadržaju bjelančevina, masti i energije prema National Research Council (NRC, 2007.). Obrok za koze sastojao se od sijena i krmne smjese u omjeru od približno 70:30 (na bazi ST) s 18,12 MJ NE_L/dan pri čemu je 40,5% ukupne NE_L/dan bilo iz krmne smjese. Sve su koze imale slobodan pristup svježoj i higijenski čistoj vodi.

Tijekom prvog mjeseca nakon jarenja, sva je jarad držana zajedno s kozama i sisala po volji, pri čemu je mlijeko bilo jedini izvor hrane. Tijekom sisajućeg razdoblja jarad je prije večernje mužnje odvojena od majki, a sljedeći dan nakon uzimanja uzoraka mlijeka, odnosno jutarnje mužnje, ponovno vraćena u boksove s kozama. Nakon navršenih mjesec dana jarad je postupno odbijana od majki, pri čemu se postupno smanjivala hranidba mlijekom i uključivala krmna smjesa *ad libitum*. Jarad je držana u zasebnim boksovima, odvojena od majki tijekom noći, a nakon jutarnje mužnje opet bi bila vraćena u boksove gdje je boravila zajedno s kozama, sve do navršena dva mjeseca kada je odbijena. Jarad je držana skupno u posebnim boksovima, odvojenima od boksova u kojima su držane koze, no imala je pristup krmnim smjesama s obzirom na pripadnost u skupini.

Tablica 13. Sastav krmne smjese (g/kg) kontrolne skupine, krmne smjese koja sadrži ekstrudirani lan (ELS) i pogaču sjemenki bundeve (PSB) u obrocima koza u laktaciji

Krmivo	*Krmna smjesa*		
	Kontrola	*ELS*	*PSB*
Kukuruz	429	408	459
Ječam	80	80	90
Zob	100	100	135
Pšenično brašno	120	90	120
Ekstrudirana soja	150	-	-
Ekstrudirani lan	-	90	-
Pogača sjemenki bundeve	-	-	160
Dehidrirana lucerna	-	40	-
Sačma soje (46% SB)	85	157	-
Kalcijev karbonat	16	15	16
Monokalcijev fosfat	5	5	5
Sol	4	4	4
Vezivo za pelete	1	1	1
Premiks [1]	10	10	10

[1] mineralno-vitaminski premiks: Fe (željezo sulfat monhidrat) 4000 mg, Cu (bakar sulfat pentahidrat) 800 mg, Mn (mangan oksid) 3500 mg, Zn (cink sulfat monohidrat) 5000 mg, I (kalij jodid) 80 mg, Co (kobalt sulfat heptahidrat) 20 mg, Se (natrij selenit) 15 mg, Mg (magnezij oksid) 5000 mg; vitamin A 1000000 IJ, vitamin D_3 150000 IJ, vitamin E (α-tokoferol) 1500 mg, vitamin K_3 (menadion natrij bisulfit) 50 mg, vitamin B_1 (tiaminmononitrat) 100 mg, vitamin B_2 200 mg, vitamin B_6 200 mg, vitamin B_{12} 1 mg, niacin 1000 mg, Ca-pantotenat 500 mg, kolin klorid 10000 mg; SB-sirove bjelančevine.

2.3.1. Kemijska analiza krmiva

Za kemijsku analizu krmiva uzorkovana su četiri uzorka, prosječne mase 10 g, od svake smjese: kontrolne, ELS i PSB te od ekstrudiranog lana, pogače sjemenki bundeve i sijena. Ukupno 24 uzorka osušena su na temperaturi od 60 °C te samljevena na veličinu čestica od 1 mm pomoću uređaja za usitnjavanje, miksanje i homogenizaciju uzoraka (Microtron MB 550, Kinematica, Švicarska) pri čemu je analiziran osnovni kemijski sastav. Sadržaj sirovog pepela utvrđen je nakon spaljivanja uzoraka krmiva na temperaturi od 550 °C tijekom 6 sati. Sadržaj sirovih bjelančevina utvrđen je i izračunat iz sadržaja

dušika prema Kjeldahl metodi (Pearson, 1976.). Sadržaj sirove masti utvrđen je prema Onwuka (2005.) uz pomoć univerzalnog ekstrakcijskog sustava B-811 (Buchi, Švicarska), dok je sadržaj sirovih vlakana utvrđen Weende metodom prema Offor i sur. (2014.). Osnovni kemijski sastav krmiva utvrđen je u Laboratoriju za hranidbu i fiziologiju domaćih životinja Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Osnovni kemijski sastav krmnih smjesa, sijena, ekstrudiranog lana i pogače sjemenki bundeve prikazan je u tablici 14.

Tablica 14. Osnovni kemijski sastav krmnih smjesa, sijena, ekstrudiranog lana (ELS), pogače sjemenki bundeve (PSB)

Pokazatelj (g/kg ST)	*Krmna smjesa*[1]			*Sijeno*	*ELS*	*PSB*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
ST (g/kg svježe tvari)	876,0	874,0	873,0	925,0	924,0	939,0
Sirove bjelančevine	162,0	162,0	163,0	110,0	228,0	529,0
Sirova vlakna	41,4	48,8	37,3	287,0	18,8	39,4
Sirovi pepeo	49,2	50,6	52,3	57,3	35,2	85,1
Sirova mast	56,4	58,3	56,3	13,3	260,0	163,0
ME (MJ/kg ST)	13,2	13,0	13,2	8,0	13,7	13,1
POT (g/kg ST)	819,0	806,0	822,0	572,0	571,0	654,0

ME-metabolička energija, POT-probavljiva organska tvar; [1]ELS-krmna smjesa s dodatkom 90 g/kg ekstrudiranog lana, PSB-krmna smjesa s dodatkom 160 g/kg pogača sjemenki bundeve.

Metabolička energija (ME, MJ/kg ST) i probavljivost organske tvari (POT, g/kg ST) uzoraka krmiva izračunata je na temelju proizvodnje plina sadržaja buraga, tijekom *in vitro* inkubacije (24 h) koja je provedena "*Hohenheimer Gas Test*" metodom, prema Menke i sur. (1979.) na Institutu za animalnu proizvodnju u tropskim i suptropskim uvjetima Sveučilišta Hohenheim (Njemačka). Za izračun ME i POT upotrebljene su sljedeće formule (Close i Menke, 1986.):

(1) za sijeno:

$$ME\ (MJ/kg\ ST) = 1{,}06 + 0{,}157 \times Pp + 0{,}0084 \times SB + 0{,}022 \times SM - 0{,}0081 \times SP\ ;$$

(2) za krmnu smjesu:

$$ME\ (MJ/kg\ ST) = 2{,}20 + 0{,}136 \times Pp + 0{,}0057 \times SB + 0{,}00029 \times SM^2;$$

(3) za sijeno i krmnu smjesu:

$$POT\ (g/kg\ ST) = 149 + 8{,}89 \times Pp + 0{,}448 \times SB + 0{,}651 \times SP;$$

Gdje je: ST sadržaj suhe tvari (g/kg svježe tvari), Pp je proizvodnja plina (ml/200 mg), SB je sadržaj sirovih bjelančevina (g/kg ST), SM je sadržaj sirove masti (g/kg ST) i SP sadržaj sirovog pepela (g/kg ST).

Utvrđivanje koncentracije minerala (Ca, P, Mg i Fe) u krmnim smjesama i sijenu provedena je u Laboratoriju za agroekologiju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Uzorci krmiva (krmne smjese i sijeno) osušeni su i usitnjeni na fine čestice uz pomoć ultracentrifugalnog mlina (Retsch RM, Njemačka) i uređaja za usitanjavanje (GM 200, Njemačka). Svi uzorci krmiva bili su razoreni s 10 mL otopine 5:1 HNO_3 i H_2O_2 na temperaturi od 180 °C tijekom 60 minuta u mikrovalnoj pećnici (CEM Mars 6, SAD). Koncentracija minerala u otopini razorenih krmiva utvrđena je induktivno spregnutom plazmom (ICP, PerkinElmer Optima 21000 DV, SAD) pri čemu je svaki uzorak analiziran unutarnjom kontrolnom plazmom i referentnim materijalom pripremljenim kao i ostali uzorci krmiva. Sadržaj minerala prikazana je u tablici 15.

Tablica 15. Koncentracija pojedinih minerala u krmnim smjesama i sijenu

Minerali, mg/kg	*Krmna smjesa*[1]			*Sijeno*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*	
Ca	8949,26	8108,47	8548,38	1572,15
P	7100,00	6147,00	6818,00	1410,00
Mg	2113,63	1943,99	2096,01	480,00
Fe	321,20	278,10	294,10	92,81

[1]ELS-krmna smjesa s dodatkom 90 g/kg ekstrudiranog lana, PSB-krmna smjesa s dodatkom 160 g/kg pogača sjemenki bundeve.

Koncentracija masnih kiselina krmnih smjesa i sijena utvrđena je plinskom kromatografijom, metodologijom Državnog ureda za poljoprivrednu kemiju Baden Württemberg (LaChemie P23-5-008, V. 01) DIN EN ISO/IEC 17025 Sveučilišta Hohenheim u Stuttgartu (Njemačka). Koncentracija masnih kiselina uvrđena u krmnim smjesama i sijenu prikazana je u tablici 16.

Tablica 16. Koncentracija masnih kiselina (g/100 g masnih kiselina) u krmnim smjesama i sijenu u hranidbi koza u laktaciji

Masne kiseline	*Krmna smjesa*[1]			*Sijeno*
	Kontrola	*ELS*	*PSB*	
C6:0	0,05	0,06	0,08	0,28
C8:0	0,02	0,07	0,03	0,17
C10:0	0,03	0,11	0,02	0,19
C11:0	NU	NU	NU	0,05
C12:0	0,03	0,12	0,03	0,56
C13:0	NU	NU	NU	0,07
C14:0	0,15	0,71	0,15	1,52
C15:0	0,06	NU	NU	0,80
C16:0	10,70	9,43	12,90	29,80
C16:1 c-9	0,20	0,15	0,17	0,64
C17:0	0,15	0,19	0,13	0,39
C18:0	4,08	6,11	4,48	2,84
C18:1 c-9	31,90	32,00	34,40	7,71
C18:2 n-6	48,20	38,20	44,40	22,40
C18:3 n-3	2,97	11,50	1,80	24,50
C20:0	NU	NU	NU	0,84
C20:4 n-6	0,29	0,56	0,30	NU
C21:0	NU	0,42	NU	NU
C22:0	0,42	0,39	0,42	1,71
C23:0	0,30	NU	0,48	3,60

[1]ELS-krmna smjesa s dodatkom 90 g/kg ekstrudiranog lana, PSB-krmna smjesa s dodatkom 160 g/kg pogača sjemenki bundeve; NU-nije utvrđeno.

2.4. Vaganje i fenotipske odlike koza i jaradi

Neposredno nakon uzorkovanja krvi, uzete su tjelesne mjere i utvrđena je pojedinačna tjelesna masa koza i jaradi, 20., 48. i 75. dana istraživanja. U jaradi su izračunati i prosječni dnevni prirasti od 20. do 75. dana istraživanja. Tjelesna masa je utvrđena mobilnom stočnom vagom (MPE60, VAGE d.o.o. Zagreb), preciznosti 20 g te su uzete sljedeće tjelesne mjere:

- Visina grebena je izmjerena Lydtinovim štapom okomito od tla, iza prednjeg papka do najviše točke grebena;
- Dužina trupa je izmjerena Lydtinovim štapom kojim je utvrđen razmak između sredine lopatično-ramenog zgloba i sjedne kvrge (*tuber ischiadicum*);
- Opseg prsa je izmjeren mjernom stočnom vrpcom na najširem predjelu prsa;
- Širina prsa je izmjerena Lydtinovim štapom iza lopatica;
- Dubina prsa je izmjerena od najviše točke grebena do donjeg ruba prsne kosti;
- Opseg buta je izmjeren mjernom stočnom vrpcom na najširem predjelu buta;
- Dužina buta je izmjerena mjernom stočnom vrpcom od vrha petne (*tuber calcanei*) do sjedne kosti (*tuber ischiadicum*);
- Opseg cjevanice je izmjeren mjernom stočnom vrpcom na sredini cjevanice prednje desne noge.

Utvrđeni su i indeksi tjelesne kondicije koza i jaradi prema Russel (1991.) ocjenama od 1 do 5. Prema Chiofalo i sur. (2004.) Na temelju tjelesnih mjera izračunati su:

- Indeks anamorfoznosti prema formuli: (opseg prsa, cm)^2 / visina grebena, cm;
- Indeks tjelesnih proporcija prema formuli: (tjelesna masa, kg / visina grebena, cm) × 100.

Određeni su sljedeći indeksi tjelesne razvijenosti koza i jaradi (Ćinkulov i sur., 2003.):

- Indeks prsa prema formuli: (širina prsa / dubina prsa) × 100;
- Indeks širine prsa prema formuli: (širina prsa / visina grebena) × 100;
- Indeks tjelesne kompaktnosti prema formuli: (opseg prsa / dužina trupa) × 100;
- Indeks mišićavosti prema formuli: (opseg prsa / visina grebena) × 100;

- Indeks dužine nogu prema formuli: (visina grebena – dubina prsa / visina grebena) × 100.

2.5. Uzimanje uzoraka mlijeka

Uzimanje uzoraka mlijeka (100 ml) provedeno je 20., 48. i 75. dana istraživanja, tijekom jutarnje mužnje. Tijekom posljednjeg uzorkovanja, uzeta su četiri uzorka mlijeka od svake koze i to: tijekom večernje mužnje 74. dana, jutarnje i večernje mužnje 75. dana i jutarnje mužnje 76. dana. Sva četiri uzorka svake koze činila su jedan reprezentativan uzorak (75. dana). On se sastojao od četiri uzorka prikupljena u tri dana u omjerima proporcionalnim količini mlijeka, za analizu masnokiselinskog sastava. Količina mlijeka izmjerena je mjernom menzurom nakon svake navedene mužnje. Količina izražena u volumenu (ml) prevedena je u masu (kg) uz pomoć faktora konverzije koji je za kozje mlijeko 1,032 (ICAR, 2012.).

2.5.1. Osnovna kemijska analiza mlijeka

Osnovni kemijski sastav mlijeka određen je u jutarnjim uzorcima mlijeka 20., 48. i 75. dana istraživanja. Nakon mužnje mlijeko je uzorkovano u bočice od 40 ml koje sadrže 0,3 ml konzervansa azidiola te su ohlađene na temperaturi od 4 °C i transportirane u Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka u Križevcima. U svim uzetim uzorcima mlijeka provedene su analize osnovnog kemijskog sastava 20., 48. i 75. dana istraživanja. U mlijeku je utvrđen sadržaj mliječne masti (g/100g), bjelančevina (g/100g), laktoze (g/100g) i ureje (mg/dl) te broj somatskih stanica (broj/ml) i kolonija bakterija (broj/ml). Kemijska analiza provedena je metodom infracrvene spektrofotometrije HR ISO 92622:2001 na analizatoru MilkoScan FT 6000 (Foss Electric, Danska). Broj somatskih stanica utvrđen je fluoro-opto-elektronskom metodom HR ISO 13366-2/Ispr.1:2007 na analizatoru Fossomatic 5000 (Foss Electric, Danska), dok je broj bakterija utvrđen metodom epifluorescentne protočne citrometrije IDF 161A:1995.

2.5.2. Analiza masnih kiselina mlijeka

Nakon uzorkovanja mlijeko je uskladišteno i zamrznuto na temperaturi od - 80 °C sve do provođenja analize. Analiza koncentracije masnih kiselina provedena je od mlijeka uzorkovanog na početku i kraju istraživanja (20. i 75. dana), pri čemu su se uzorci uzeti 75. dana sastojali od četiri uzorka prikupljena tijekom tri dana u omjerima proporcionalnim količini mlijeka po svakoj kozi.

Ekstrakcija mliječne masti provedena je gravimetrijskom referentnom metodom ISO 1211:2010(E) IDF 1:2010(E) (International standard, 2010) s tri uzastopne ekstrakcije na Institutu za animalnu proizvodnju u tropskim i suptropskim uvjetima Sveučilišta Hohenheim u Stuttgartu (Njemačka). Zamrznuti uzorci mlijeka odmrzavani su u vodenoj kupelji na temperaturi od 38 °C. Uzorak mlijeka od 10 g pipetiran je u ekstrakcijsku staklenku volumena 80 ml. Istom uzorku mlijeka dodano je 2 ml otopine amonijaka (25%), 10 ml etanola (≥99,8%), 25 ml dietil etera (≥99,8%) i 25 ml petroleja (40 - 60 °C interval vrenja). Nakon dodavanja otapala, staklenke su ručno protresene i ostavljene na stalku sve dok se nadtalog nije jasno odvojio od tekućeg sloja. Sav je nadtalog odliven u pripremljene tikvice za skupljanje lipida, a otapala su odstranjena iz tikvica zagrijavanjem nadtaloga u vodenoj kupelji rotirajućeg evaporatora Heidolph Laborata 4002 control (Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Njemačka) na temperaturi od 40 °C sve do isparavanja otapala (~10 minuta). Nakon isparavanja otapala, provedena je druga ekstrakcija uz ponavljanje navedene procedure uz dodatak 15 ml (umjesto 25ml) dietil etera i petroleja. Odlijevanje, skupljanje lipida i isparavanje provedeni su kako je prethodno opisano. Treća je ekstrakcija provedena bez dodatka etanola uz ponavljanje spomenute procedure s dodavanjem 15 ml dietil etera i 15 ml petroleja poslije čega je uslijedilo isparavanje. Nakon tri ekstrakcije, 4 ml dietil etera i petroleja (1:1) dodano je u tikvice koje su sadržavale samo lipide, zatim je navedena smjesa lipida i otapala prenesena u staklenke za skupljanje lipida. Ostatak je smjese dietil etera i petroleja odstranjen uz pomoć standardnog dušika tijekom 30 minuta, nakon čega su u staklenci preostali samo lipidi.

Metilni esteri masnih kiselina utvrđeni su iz uzoraka mliječne masti transesterifikacijom prema ISO 15884|IDF 182:2002 (ISO, 2002.a), dok je koncentracija masnih kiselina utvrđena plinsko-tekućom kromatografijom prema proceduri opisanoj

referentnom metodom ISO 15885|IDF 184:2002 (ISO, 2002.b). Metilni esteri masnih kiselina i koncentracija masnih kiselina utvrđeni su na Max-Rubner institutu (Kiel, Njemačka).

Smjesa od 1200 μL n-heptana, 300 μL 10% otopine masti u n-heptanu i 60 μL 2 mol/L otopine kalijevog hidroksida u metanolu snažno je protresena (vrtložnom mješalicom) tijekom 2 minute. Nakon dodatka 150 mg kalijevog hidrogena sulfat monohidrata, uzorak je izmiješan vrtložnom mješalicom (1 minuta) i centrifugiran 3 minute na 1000 g. Nadtalog volumena 1 μL (~2% FAME u heptanu) ubrizgan je u plinski kromatograf (Agilent 7890A, Santa Clara, Kalifornija, SAD). Plinski je kromatograf bio opremljen uređajem za automatsko uzorkovanje Agilent 7683B (Santa Clara, Kalifornija, SAD), s razdvojenim injektorom (1:130), detektorom ionizacije plamena i 60 m fuzioniranih kapilarnih stupaca (unutarnji promjer 0,25 mm) obloženih s 0,20 μm filmom CP-Sil 88 (Agilent, Kalifornija, SAD). Kao plin nosač upotrijebljen je vodik uz konstantan protok od 1,3 ml/min (94 kPa inicijalan tlak). Temperatura injektora i detektora bila je 255 °C, dok je u sušioniku temperatura bila 50 °C, izotermalna tijekom 1 minute, zatim programirana na temperaturu od 5 °C min^{-1} do 225 °C tijekom 3 minute izotermalna, zatim programirana na 1 °C min^{-1} do 237°C. Procjena kromatografa bila je provedena s Agilent Software EZChrom Elite 3.3.2. Kalibracija masnih kiselina odrađena je referentim uzorkom mliječne masti CRM 164 (IRMM, Geel, Belgium). Izračunate su koncentracije masnih kiselina od C4 do C24 kao maseni udio (g/100 g masnih kiselina) te prikazane kao srednja vrijednost dva uzorka.

Na temelju masnokiselinskog sastava izračunati su aterogeni (AI) i trombogeni indeksi (AI) kozjeg mlijeka prema jednadžbi (Ulbricht i Southgate, 1991.):

(1) $AI = [(12:0 + 4(14:0) + 16:0] / [(n\text{-}6 + n\text{-}3) \times PUFA + 18:1 + \Sigma MUFA]$

(2) $TI = (14:0 + 16:0 + 18:0) / [(0.5 \times 18:1) + 0.5 \times (\Sigma MUFA) + 0.5 \times (PUFA\ n\text{-}6) + 3 \times (PUFA\ n\text{-}3) + (PUFA\ n\text{-}3 / PUFA\ n\text{-}6)]$

2.6. Uzimanje uzoraka krvi

Uzimanje uzoraka krvi koza i jaradi provedeno je 20., 48. i 75. dana istraživanja. Za utvrđivanje metaboličkog profila koza i jaradi provedena je analiza hematoloških i biokemijskih pokazatelja te aktivnosti enzima. Krv je uzorkovana u sterilne vakutanere Venoject® (Leuven, Belgija) neposredno nakon jutarnje mužnje.

2.6.1. Hematološki pokazatelji krvi

Za analizu hematoloških pokazatelja krv je uzorkovana u vakutanere koji sadrže 3-kalij etilendiamintetraoctenu kiselinu (K_3EDTA) kao antiokoagulans. U punoj krvi utvrđeni su hematološki pokazatelji: broj leukocita i eritrocita, sadržaj hemoglobina i hematokrita, prosječni volumen eritrocita (mean corpuscular volume-MCV), prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima (the average amount of haemoglobin in red blood cells-MCH), prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima (average concentration of hemoglobin in red blood cells-MCHC). Analiza hematoloških pokazatelja provedena je na 3 diff hematološkom analizatoru Sysmex Poch-100iV (Japan) u Laboratoriju za male preživače i nepreživače Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

Nakon hematološke analize napravljeni su krvni razmazi koji su, nakon fiksacije na zraku, obojani prema Papenheimu. Na pripremljenim i prethodno osušenim krvnim razmazima utvrđena je diferencijalna krvna slika. Diferencijacija broja leukocita je provedena mikroskopom (Olympus®, BX41, Japan) pri povećanju od 800 do 1000 puta s prethodno apliciranim imerzionim uljem. Broj pojedinih leukocita (neutrofili, eozinofili, bazofili, monociti i limfociti) izražen je kao relativna vrijednost u odnosu na 100 leukocita.

2.6.2. Biokemijski pokazatelji krvi

Za utvrđivanje biokemijskih pokazatelja, uzeti su uzorci krvi koza i jaradi u sterilne vakutanere Venoject® (Leuven, Belgija). Krv je centrifugirana 32 Rotofix A (Andreas

Hettich GmbH&Co, Njemačka) centrifugom na 1600 *g* tijekom 10 minuta. Time je omogućeno odvajanje seruma koji je odvojen u posebne Eppendorf plastične epruvete (2 ml). U uzorcima su utvrđene koncentracije minerala (kalcij, anorganski fosfor, magnezij i željezo), koncentracija ureje, ukupnih bjelančevina, albumina, glukoze, ukupnog kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola, triglicerida, NEFA, BHB, kao i aktivnost enzima (aspartat aminotransferaza-AST, alanin-aminotransferaza-ALT i gama-glutamil aminotransferaza-GGT) na biokemijskom analizatoru Beckman Coulter AU400 (SAD). Koncentracija globulina izračunata je kao razlika između koncentracije ukupnih bjelančevina i koncentracije albumina. Analiza biokemijskih pokazatelja provedena je u Laboratoriju za fiziologiju i hranidbu domaćih životinja Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

Aktivnost enzima antioksidativnog statusa, glutation peroksidaze (GPx) i superoksid dismutaze (SOD), utvrđena je u serumu koza i jaradi. Aktivnost GPx utvrđena je s Ransel® kitom (Randox, Velika Britanija) na valnoj duljini od 240 nm automatskog analizatora Beckman Coulter AU400 (SAD). Reakcija se temeljila na oksidaciji glutationa s kumen peroksidom s katalitičkom aktivnosti GPx. Nakon oksidacije glutation se reducirao uz pomoć glutation reduktaze i NADPH kao primatelja kisika, pri čemu NADPH prelazi u oksidirani oblik, odnosno NADP. Aktivnost GPx izražena je kao aktivnost enzima u jedinicama po litri (U/l).

Aktivnost SOD u serumu utvrđena je RANSOD® kitom (Randox, Velika Britanija) na automatskom analizatoru Beckman Coulter AU400 (SAD), na valnoj duljini od 510 nm. Navedena se metoda temeljila na generiranju superoksidnih radikala iz ksantina uz pomoć enzima ksantin oksidaze koja reagira s 2-(4-jodofenil)-3-(4-nitrofenol)-5-feniltetrazol kloridom te je nastao crveno obojeni formazan. Aktivnost SOD izražena je kao aktivnost enzima u jedinicama po mililitru (U/ml). Analiza enzima antioksidativnog statusa provedena je u Laboratoriju za fiziologiju i hranidbu domaćih životinja Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

2.6. Statistička obrada podataka

Količina i kemijski sastav mlijeka određen je u 84 uzorka mlijeka, dok su hematološki i biokemijski pokazatelji te aktivnosti enzima utvrđeni u 84 uzorka krvi. Prikupljeni su podaci o fenotipskim odlikama za 84 koze, dok je masnokiselinski sastav mlijeka utvrđen u 56 uzoraka. Prikupljeni su podaci o proizvodnim pokazateljima 93 jareta i 93 uzorka krvi za utvrđivanje hematoloških i biokemijskih pokazatelja kao i aktivnosti enzima. Svi su podaci pripremljeni u programu MS Excel. Statistička obrada podataka provedena je statističkim programom SAS® (9.3). Rezultati su predstavljeni kao srednja vrijednost, standardna devijacija i standardna pogreška srednje vrijednosti koji su dobiveni MEANS procedurom. Rezultati su analizirani GLM (generalni linearni model) procedurom uz fiksni utjecaj hranidbe. Značajne razlike između srednjih vrijednosti različitih skupina koza, koje su formirane prema različitom sastavu krmnih smjesa, utvrđene su Tukey testom na razini značajnosti $P<0,05$. Vrijednosti broja somatskih stanica i broja kolonija bakterija u mlijeku izražene su logaritamskom vrijednošću u cilju postizanja normalne distribucije.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva koza

3.1.1. Fenotipske odlike i indeksi tjelesne razvijenosti

U tablici 17. prikazane su vrijednosti tjelesne mase i fenotipskih odlika koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu koza hranjenu krmnim smjesama bez navedenih dodataka. U predmetnom istraživanju tijekom tri uzorkovanja (20., 48. i 75. dan istraživanja), uz tjelesnu masu, utvrđene su i fenotipske odlike koza i to: visina grebena, dužina trupa, opseg prsa, dubina prsa, opseg buta, dužina buta i opseg cjevanice. Prosječna tjelesna masa koza utvrđena 20. dana istraživanja bila je 43,72 kg u kontrolnoj skupini, 47,81 kg u PSB skupini i 48,38 u ELS skupini, dok su tijekom 48. dana istraživanja iznosile 49,73 kg, 52,66 kg i 51,71 u kontrolnoj, PSB i ELS skupini. Sličan se trend nastavlja i 75. dana istraživanja i tada su vrijednosti tjelesne mase bile više kod pokusnih skupina i to 51,09 kg u skupini s dodatkom pogače sjemenki bundeve i 51,85kg u skupini koza, koje su bile hranjene dodatkom ekstrudiranog lana, u odnosu na kontrolnu skupinu koza, čije su tjelesne mase bile u prosjeku 47,59 kg. Unatoč vidljivim razlikama tjelesne mase koza hranjenih s dodacima PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu, analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike 20., 48. i 75. dana istraživanja ($P \geq 0,467$). Dodatak pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u krmne smjese nije značajno utjecao na navedene fenotipske odlike koza ($P \geq 0,096$). Iako su vrijednosti fenotipskih odlika bile neznatno više u pokusnih skupina koza, rezultati se nisu značajno razlikovali između istraživanih skupina ($P > 0,05$).

Iz fenotipskih odlika izračunati su indeksi tjelesne razvijenosti koza i to: indeksi anamorfoznosti, tjelesnih proporcija, tjelesne kondicije, prsa, širine prsa, tjelesne kompaktnosti, mišićavosti i dužine nogu. Navedeni indeksi tjelesne razvijenosti nisu bili pod značajnim utjecajem PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu ($P \geq 0,215$). Rezultati indeksa tjelesne razvijenosti koza prikazani su u tablici 18.

Tablica 17. Tjelesna masa i fenotipske odlike koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS) u obroke koza

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-*
(cm)	*Kontrolna*	*ELS*	*PSB*		*vrijednost*
Tjelesna masa (kg)					
20. dan	43,72 ± 7,48	48,38 ± 8,93	47,81 ± 9,56	1,63	0,467
48. dan	49,73 ± 7,43	51,71 ± 8,20	52,66 ± 9,82	1,57	0,761
75. dan	47,59 ± 8,74	51,85 ± 10,05	51,09 ± 10,29	1,81	0,610
Visina grebena					
20. dan	68,50 ± 3,91	69,65 ± 3,16	70,00 ± 4,00	0,68	0,668
48. dan	69,00 ± 3,12	70,10 ± 3,60	67,94 ± 3,76	0,66	0,422
75. dan	69,89 ± 3,92	70,75 ± 3,96	70,11 ± 4,20	0,74	0,889
Dužina trupa					
20. dan	79,22 ± 4,36	82,70 ± 5,83	82,44 ± 5,93	1,03	0,327
48. dan	77,33 ± 3,03	79,80 ± 5,71	80,22 ± 4,27	0,86	0,356
75. dan	79,17 ± 3,91	81,95 ± 5,93	82,33 ± 5,93	1,01	0,402
Opseg prsa					
20. dan	83,67 ± 4,32	86,94 ± 5,96	87,96 ± 5,55	1,03	0,224
48. dan	87,07 ± 5,55	87,29 ± 5,72	88,87 ± 5,80	1,05	0,765
75. dan	86,38 ± 6,00	84,11 ± 5,84	84,29 ± 10,96	1,45	0,792
Dubina prsa					
20. dan	31,89 ± 1,93	32,75 ± 2,51	33,22 ± 2,15	0,42	0,448
48. dan	32,67 ± 1,71	32,70 ± 2,18	33,33 ± 1,94	0,36	0,718
75. dan	32,24 ± 1,92	33,99 ± 7,13	33,08 ± 2,28	0,85	0,713
Širina prsa					
20. dan	17,56 ± 2,36	17,80 ± 1,78	18,72 ± 2,93	0,44	0,554
48. dan	19,39 ± 2,56	19,90 ± 2,40	20,33 ± 3,17	0,50	0,764
75. dan	17,19 ± 2,41	17,61 ± 2,35	18,17 ± 2,85	0,47	0,718
Opseg buta					
20. dan	36,31 ± 2,18	34,61 ± 2,90	35,00 ± 3,13	0,52	0,397
48. dan	33,43 ± 2,57	34,74 ± 2,44	32,26 ± 2,67	0,51	0,127
75. dan	35,63 ± 2,27	37,63 ± 2,79	35,43 ± 1,84	0,47	0,096
Dužina buta					
20. dan	35,21 ± 0,87	34,90 ± 2,01	36,00 ± 1,97	0,32	0,375
48. dan	34,93 ± 1,62	36,40 ± 2,32	35,00 ± 2,12	0,40	0,229
75. dan	36,16 ± 1,77	36,31 ± 2,30	36,33 ± 1,41	0,34	0,976
Opseg cjevanice					
20. dan	8,36 ± 0,61	8,66 ± 0,45	8,39 ± 0,56	0,10	0,410
48. dan	8,47 ± 0,57	8,53 ± 0,31	8,74 ± 1,00	0,13	0,663
75. dan	8,37 ± 0,50	8,49 ± 0,26	8,37 ± 0,46	0,08	0,755

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti.

Tablica 18. Indeksi tjelesne razvijenosti koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS) u obroke koza

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
Indeks anamorfoznosti					
20. dan	102,36 ± 7,95	108,86 ± 12,78	110,82 ± 11,59	2,12	0,252
48. dan	110,22 ± 12,95	108,95 ± 11,44	116,78 ± 14,95	2,48	0,400
75. dan	107,27 ± 14,15	100,61 ± 14,06	103,08 ± 23,70	3,27	0,717
Indeks tjelesnih proporcija					
20. dan	63,66 ± 8,94	69,21 ± 10,71	68,17 ± 12,66	2,03	0,514
48. dan	72,15 ± 10,92	73,57 ± 9,44	77,69 ± 15,32	2,24	0,603
75. dan	68,23 ± 12,93	73,44 ± 14,48	72,74 ± 13,90	2,55	0,683
Indeks tjelesne kondicije					
20. dan	3,11 ± 0,33	3,00 ± 0,33	3,06 ± 0,17	0,05	0,711
48. dan	3,02 ± 0,32	3,15 ± 0,24	2,94 ± 0,30	0,06	0,308
75. dan	2,94 ± 0,46	2,9 ± 0,21	2,78 ± 0,36	0,07	0,595
Indeks prsa					
20. dan	55,06 ± 6,54	54,35 ± 3,33	56,39 ± 8,22	1,15	0,776
48. dan	59,32 ± 0,07	60,96 ± 7,06	60,93 ± 8,17	1,36	0,865
75. dan	53,23 ± 5,92	52,62 ±6,69	54,87 ± 7,24	1,22	0,755
Indeks širine prsa					
20. dan	26,69 ± 3,70	25,57 ± 2,52	26,87 ± 4,82	0,69	0,719
48. dan	28,17 ± 4,02	28,43 ± 3,45	30,07 ± 5,43	0,81	0,606
75. dan	24,69 ± 3,88	24,92 ± 3,33	26,01 ± 4,65	0,73	0,752
Indeks tjelesne kompaktnosti					
20. dan	105,70 ± 4,31	105,19 ± 3,46	106,81 ± 3,96	0,72	0,661
48. dan	112,64 ± 6,90	109,48 ± 3,75	110,81 ± 5,35	1,02	0,458
75. dan	109,11 ± 5,44	102,72 ± 4,03	102,92 ± 15,02	1,79	0,270
Indeks mišićavosti					
20. dan	122,27 ± 5,25	124,87 ± 7,46	125,78 ± 7,10	1,25	0,522
48. dan	126,27 ± 7,66	124,57 ± 6,37	131,03 ± 9,73	1,54	0,215
75. dan	123,79 ± 9,02	119,17 ± 10,04	120,58 ± 16,60	2,26	0,709
Indeks dužine noge					
20. dan	53,42 ± 1,93	52,98 ± 2,97	52,51 ± 2,27	0,45	0,736
48. dan	30,69 ± 0,17	30,71 ± 0,21	30,09 ± 0,18	0,03	0,733
75. dan	53,82 ± 2,45	51,83 ± 10,43	52,77 ± 2,82	1,21	0,809

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti.

3.1.2. Količina i kemijski sastav mlijeka

Količina i kemijski sastav mlijeka koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana, u odnosu na kontrolnu skupinu, prikazani su u tablici 19. Dodatak PSB i ELS u hrani koza nije doveo do značajnih promjena u količini proizvedenog mlijeka, iako je vidljiva tendencija smanjenja (P=0,078) s najmanjim vrijednostima u ELS skupini 20. dana istraživanja. Vrijednosti količine kozjeg mlijeka bile su nešto niže u koza pokusnih skupina s dodatkom PSB i ELS, u odnosu na kontrolnu skupinu, čiji je bjelančevinasti sastojak bio sačma soje i ekstrudirana soja (P≥0,078). Naime, 20. dana istraživanja utvrđena prosječna količina proizvedenog mlijeka u kontrolnoj skupini bila je 1,93 kg, u PSB skupini 1,57 kg te u ELS skupini 1,24 kg, dok su 48. dana istraživanja iznosile 2,08 kg, 1,75 kg i 1,69 kg. U skupini koza hranjenih dodatkom PSB 75. dana istraživanja količina mlijeka je bila veća u odnosu na ostale skupine, iako analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike između skupina.

Dodatak pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u krmne smjese nije rezultirao značajnim razlikama u sadržaju mliječne masti, bjelančevina, laktoze, suhe tvari bez masti, koncentracije ureje, broja somatskih stanica (SS), broja kolonija bakterija (CFU) u usporedbi s kontrolnom skupinom (P≥0,071). Sadržaj masti i bjelančevina u mlijeku koza hranjenih PSB dodatkom bio je vrlo sličan onome u kontrolnoj skupini u kojoj je, kao bjelančevinasto krmivo, korištena sačma soje i ekstrudirana soja. Sadržaj mliječne masti tijekom svih uzorkovanja bio je viši u mlijeku koza ELS skupine, iako analizom varijance nisu utvrđene značajne razlike između skupina (P>0,05). Slično je utvrđeno i u sadržaju bjelančevina mlijeka, kojih je bilo više u mlijeku ELS skupine koza, u odnosu na preostale skupine, premda se nisu značajno razlikovale. Sadržaj laktoze u mlijeku koza bio je vrlo sličan u svim skupinama, iako i neznatno različit tijekom laktacije.

Sadržaj suhe tvari bez masti bio je značajno veći u mlijeku ELS skupine koza u usporedbi s kontrolnom skupinom (P<0,05), dok PSB nije značajno utjecao na sadržaj suhe tvari bez masti (P>0,05) u posljednjem uzorkovanju (75. dana). Dodatak PSB i ELS nisu doveli do značajnijih (P≥0,248) promjena u koncentraciji ureje. Broj somatskih stanica i kolonija bakterija u kozjem mlijeku nisu se značajno razlikovali pod utjecajem PSB i ELS dodataka u obroke koza.

Tablica 19. Količina i kemijski sastav mlijeka koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
Količina mlijeka (kg / jutarnja mužnja)					
20. dan	1,93 ± 0,86	1,24 ± 0,36	1,57 ± 0,60	0,13	0,078
48. dan	2,08 ± 0,62	1,69 ± 0,50	1,75 ± 0,55	0,11	0,288
75. dan	1,09 ± 0,30	1,11 ± 0,25	1,25 ± 0,43	0,06	0,545
Kemijski sastav					
Mast (g/100g)					
20. dan	3,43 ± 1,22	4,05 ± 0,99	3,81 ± 0,96	0,20	0,456
48. dan	2,89 ± 0,51	3,35 ± 0,34	2,98 ± 0,61	0,10	0,122
75. dan	3,22 ± 0,53	3,50 ± 0,40	3,12 ± 0,28	0,08	0,123
Bjelančevine (g/100g)					
20. dan	3,01 ± 0,39	3,22 ± 0,42	2,98 ±0,47	0,08	0,401
48. dan	2,92 ± 0,32	3,21 ± 0,33	2,92 ± 0,35	0,07	0,101
75. dan	2,72 ± 0,26	3,01± 0,24	2,76 ± 0,33	0,06	0,071
Laktoza (g/100g)					
20. dan	4,47 ± 0,23	4,29 ± 0,22	4,40 ± 0,30	0,05	0,304
48. dan	4,46 ± 0,13	4,44 ± 0,15	4,45 ± 0,14	0,03	0,957
75. dan	4,28 ± 0,14	4,38 ± 0,13	4,31 ± 0,18	0,03	0,314
Suha tvar bez masti (g/100g)					
20. dan	8,50 ± 0,56	8,52 ± 0,55	8,39 ± 0,57	0,10	0,862
48. dan	8,40 ± 0,42	8,67 ± 0,42	8,38 ± 0,42	0,08	0,260
75. dan	$8,00^{b}$ ± 0,23	$8,40^{a}$ ± 0,36	$8,07^{ab}$ ± 0,41	0,07	0,037
Ureja (mg/dl)					
20. dan	50,96 ± 12,74	54,60 ± 9,65	59,67 ± 6,56	1,86	0,539
48. dan	27,23 ± 4,82	29,43 ± 3,30	29,52 ± 6,70	0,94	0,559
75. dan	37,10 ± 4,82	32,79 ± 4,41	36,50 ± 8,13	1,15	0,248
Broj somatskih stanica (log. broj/ml)					
20. dan	6,05 ± 0,53	5,72 ± 1,44	6,18 ± 0,52	0,18	0,563
48. dan	5,56 ± 0,48	5,49 ± 0,34	5,58 ± 0,39	0,07	0,865
75. dan	5,91 ± 0,46	5,73 ± 0,56	5,87 ± 0,56	0,10	0,734
Broj kolonija bakterija (log. broj/ml)					
20. dan	4,28 ± 0,56	4,38 ± 0,96	4,28 ± 0,81	0,15	0,946
48. dan	4,03 ± 0,61	4,01 ± 0,50	4,13 ± 0,60	0,10	0,897
75. dan	3,90 ± 0,63	3,67 ± 0,29	3,87 ± 0,93	0,12	0,713

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

3.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na masnokiselinski sastav mlijeka

3.2.1. Masne kiseline s parnim brojem ugljikovih atoma

U tablici 20. prikazane su koncentracije kratkolančanih (C4-C10), srednjelančanih (C12-C16) i dugolančanih (C18-C24) masnih kiselina s parnim brojem ugljikovih atoma u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u odnosu na mlijeko kontrolne skupine koza hranjenih bez navedenih dodataka. Koncentracije kratkolančanih masnih kiselina nisu bile pod značajnim utjecajem PSB i ELS dodataka u hranidbi koza ($P \geq 0,294$). Utvrđene koncentracije kratkolančanih masnih kiselina kapronske (C6:0), kaprilne (C8:0) i kaprinske (C10:0) bile su slične između PSB, ELS i kontrolne skupine koza ($P < 0,05$) tijekom svih uzorkovanja.

Od srednjelančanih masnih kiselina koncentracija miristinske kiseline (C14:0) bila je značajno smanjena ($P < 0,05$) u mlijeku koza ELS skupine (8,45 g/100g) u odnosu na kontrolnu (9,35 g/100g) ili PSB (9,28 g/100g) skupinu 75. dana uzorkovanja. Palmitinska (C16:0) kiselina se značajno povećala ($P < 0,05$) u PSB skupini (25,79 g/100g) u odnosu na ELS (22,18 g/100g) skupinu, ali ne i u odnosu na kontrolnu (25,70 g/100g) skupinu 75. dana uzorkovanja mlijeka. U mlijeku nisu bile utvrđene značajne razlike koncentracije ($P < 0,05$) palmitoleinske kiseline (C16:1 *cis*-9) između skupina.

Iz tablice 21. i 22. vidljive su različite koncentracije masnih kiselina u mlijeku s parnim brojem ugljikovih atoma od C18 do C24 pri hranidbi koza dodatkom PSB i ELS u krmnim smjesama. Dodatak ELS rezultirao je značajnim povećanjem ($P < 0,05$) stearinske kiseline (C18:0) u odnosu na kontrolnu, dok u PSB skupini nisu utvrđene značajne razlike 75. dana uzorkovanja. Dodaci ELS i PSB doveli su do značajnog smanjenja ($P < 0,05$) koncentracije LA (C18:2 n-6) u odnosu na kontrolnu skupinu 20. i 75. dana uzorkovanja. Navedene koncentracije 20. dana istraživanja iznosile su redom: 1,87, 2,33 i 2,89 g/100g, a 75. dana istraživanja: 2,10, 2,28 i 2,80 g/100g. Koncentracija gama-linolenske kiseline (C18:3 n-6) značajno je smanjena ($P < 0,05$) u PSB skupini, dok u ELS nije bilo značajnih razlika 75. dana istraživanja. Utvrđeno je i smanjenje ($P < 0,05$) koncentracije arahidonske kiseline u ELS skupini, dok se u odnosu na kontrolnu nije značajno razlikovala.

Tablica 20. Koncentracija masnih kiselina s parnim brojem ugljikovih atoma (C4:0-C16:1; g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C4:0					
20. dan	2,60 ± 0,29	2,72 ± 0,27	2,80 ± 0,26	0,05	0,294
75. dan	2,52 ± 0,17	2,51 ± 0,22	2,63 ± 0,22	0,04	0,375
C6:0					
20. dan	2,98 ± 0,30	3,10 ± 0,25	3,08 ± 0,24	0,05	0,606
75. dan	2,58 ± 0,18	2,56 ± 0,21	2,64 ± 0,26	0,04	0,696
C8:0					
20. dan	3,46 ± 0,43	3,55 ±0,31	3,42 ± 0,39	0,07	0,764
75. dan	2,70 ± 0,25	2,75 ± 0,30	2,75 ± 0,38	0,06	0,933
C10:0					
20. dan	11,54 ± 1,46	11,62 ± 0,99	11,27 ± 1,34	0,23	0,826
75. dan	9,14 ± 0,97	8,85 ± 1,11	9,18 ± 1,29	0,21	0,792
C10:1					
20. dan	0,19 ± 0,03	0,21 ± 0,33	0,19 ± 0,04	0,01	0,360
75. dan	0,17 ± 0,02	0,17 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,01	0,961
C12:0					
20. dan	5,02 ± 1,18	4,43 ± 0,72	4,42 ± 1,00	0,19	0,367
75. dan	3,67 ± 0,68	3,47 ± 0,53	3,56 ± 0,59	0,11	0,772
C12:1					
20. dan	0,09 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,005	0,216
75. dan	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,002	0,872
C14:0					
20. dan	9,40 ± 1,04	9,26 ± 0,67	9,52 ± 0,93	0,16	0,810
75. dan	$9,35^{a}$ ± 0,71	$8,45^{b}$ ± 0,85	$9,28^{a}$ ± 0,56	0,15	0,018
C14:1					
20. dan	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,003	0,910
75. dan	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,004	0,618
C16:0					
20. dan	22,89 ± 2,24	22,85 ± 4,60	24,17 ± 2,39	0,62	0,632
75. dan	$25,70^{a}$ ± 2,07	$22,18^{b}$ ± 2,33	$25,79^{a}$ ± 2,74	0,55	0,004
C16:1 t9					
20. dan	0,29 ± 0,03	0,28 ± 0,05	0,29 ± 0,03	0,01	0,757
75. dan	0,33 ± 0,04	0,34 ± 0,04	0,32 ± 0,02	0,01	0,386
C16:1 c9					
20. dan	0,37 ± 0,05	0,40 ± 0,08	0,40 ± 0,03	0,01	0,405
75. dan	0,43 ± 0,03	0,40 ± 0,08	0,42 ± 0,06	0,01	0,526

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; $^{a, b}$ Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

Koncentracija ALA (C18:3 n-3) bila je značajno veća u mlijeku ELS skupine u oba uzorkovanja (0,79 i 0,56 g/100g) u odnosu na kontrolnu (0,50 i 0,38 g/100g) i PSB (0,36 i 0,33 g/100g) skupinu (tablica 21.). Dodatak PSB nije doveo do značajnih razlika ALA u odnosu na kontrolnu skupinu. Utvrđeno je povećanje koncentracije ALA za 47,4% u ELS skupini u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. U ELS skupini utvrđeno je i značajno povećanje ($P<0,05$) koncentracije ostalih n-3 masnih kiselina. Koncentracija EPA, povećana je za 33,3% u usporedbi s kontrolnom i PSB skupinom, dok je koncentracija DPA povećana u odnosu na PSB skupinu, ali ne i u odnosu na kontrolnu u oba uzorkovanja.

Tablica 21. Koncentracija masnih kiselina s parnim brojem ugljikovih atoma (C18:0-C20:0; g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C18:0					
20. dan	10,01 ± 1,49	9,99 ± 1,97	10,24 ± 1,54	0,31	0,941
75. dan	$10,21^{b}$ ± 0,97	$12,70^{a}$ ± 1,94	$11,21^{ab}$ ± 1,41	0,34	0,005
C18:2 n6					
20. dan	$2,89^{a}$ ± 0,60	$1,87^{b}$± 0,23	$2,33^{b}$ ± 0,37	0,11	<0,001
75. dan	$2,80^{a}$ ± 0,44	$2,10^{b}$ ± 0,25	$2,28^{b}$ ± 0,33	0,08	<0,001
C18:3 n6					
20. dan	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,004	0,001	0,430
75. dan	$0,08^{a}$ ± 0,01	$0,02^{ab}$ ± 0,004	$0,02^{b}$ ± 0,01	0,001	0,029
C18:3 n3					
20. dan	$0,50^{b}$ ± 0,11	$0,79^{a}$± 0,17	$0,36^{b}$ ± 0,07	0,04	<0,001
75. dan	$0,38^{b}$ ± 0,08	$0,56^{a}$ ± 0,11	$0,33^{b}$ ± 0,04	0,02	<0,001
C20:0					
20. dan	0,21 ± 0,03	0,20 ± 0,03	0,21 ± 0,02	0,005	0,951
75. dan	0,26 ± 0,03	0,28 ± 0,04	0,26 ± 0,03	0,01	0,157

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

Koncentracija C20:3 bila je značajno viša ($P<0,05$) u ELS skupini u odnosu na kontrolnu, dok je koncentracija C22:0 bila značajno viša ($P<0,05$) u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu, 75. dana istraživanja. Preostale koncentracije masnih kiselina, kao što su

C20:0, C20:1, C20:2, C22:1 i C24:0 nisu se značajno razlikovale pri dodatku PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu, iako je koncentracija C20:2 značajno povećana (P<0,05) u ELS u odnosu na PSB što je vidljivo u tablici 22.

Tablica 22. Koncentracija masnih kiselina s parnim brojem ugljikovih atoma (C20:1-C24:0; g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C20:1					
20. dan	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,005	0,001	0,065
75. dan	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,005	0,05 ± 0,01	0,001	0,385
C20:2					
20. dan	0,02 ± 0,005	0,02 ± 0,005	0,02 ± 0,01	0,001	0,083
75. dan	$0,03^{ab}$ ± 0,01	$0,03^{a}$ ± 0,008	$0,02^{b}$ ± 0,01	0,001	0,025
C20:3					
20. dan	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,002	0,488
75. dan	$0,03^{b}$ ± 0,01	$0,06^{a}$ ± 0,04	$0,04^{ab}$ ± 0,01	0,004	0,013
C20:4 n6 (AA)					
20. dan	0,17 ± 0,02	0,16 ± 0,04	0,17± 0,03	0,01	0,602
75. dan	$0,20^{a}$ ± 0,04	$0,16^{b}$ ± 0,03	$0,18^{ab}$ ± 0,03	0,01	0,028
C20:5 n3 (EPA)					
20. dan	$0,07^{b}$ ± 0,01	$0,09^{a}$± 0,01	$0,06^{b}$ ± 0,01	0,003	<0,001
75. dan	$0,09^{b}$ ± 0,01	$0,12^{a}$ ± 0,02	$0,09^{b}$ ± 0,01	0,004	<0,001
C22:0					
20. dan	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,003	0,344
75. dan	$0,07^{b}$ ± 0,02	$0,09^{a}$ ± 0,01	$0,07^{b}$ ± 0,01	0,003	0,020
C22:1					
20. dan	0,01 ± 0,005	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,01	0,001	0,168
75. dan	0,01 ± 0,00	0,01 ±0,003	0,01 ± 0,003	0,001	0,248
C22:5 n3 (DPA)					
20. dan	$0,12^{ab}$ ±0,03	$0,14^{a}$± 0,04	$0,09^{b}$ ± 0,02	0,01	0,019
75. dan	$0,15^{ab}$ ± 0,02	$0,17^{a}$ ±0,03	$0,13^{b}$ ± 0,02	0,01	0,005
C24:0					
20. dan	0,01 ± 0,004	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,001	0,109
75. dan	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,004	0,0005	0,109

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

3.2.2. Neparne i razgranate masne kiseline

Koncentracija neparnih masnih kiselina (C5:0-C23:1) u mlijeku koza skupine PSB i ELS većinom se nisu značajno razlikovala u odnosu na kontrolnu skupinu ($P \geq 0,071$) što je prikazano u tablici 23. Jedino su koncentracije C15 i C19:1 značajno odstupale u skupini koza hranjenih dodatkom ELS, pritom su koncentracije navedenih masnih kiselina značajno povećane ($P<0,05$) u istoj skupini, u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. Dodatak PSB nije doveo do značajnih razlika ($P>0,05$) u koncentraciji ovih masnih kiselina u odnosu na kontrolnu skupinu.

Razgranate masne kiseline karakteristične su za kozje mlijeko, a u predmetnom istraživanju razlike između skupina bile su značajne ($P<0,05$). Koncentracije razgranatih masnih kiselina bile su pod utjecajem hranidbe dodatkom ELS, dok PSB nije pokazao značajan utjecaj ($P>0,05$), osim na koncentraciju C13 *izo*. U tablici 24. vidljivo je značajno povećanje ($P<0,05$) C13 *izo* u mlijeku koza hranjenih dodatkom PSB i ELS, u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. Također, koncentracija C14 *izo* je bila značajno povećana u skupini ELS, a u skupini PSB nije bilo značajnih razlika 20. dana istraživanja. Dodatak ELS rezultirao je značajnim povećanjem razgranate kiseline C15 *izo* u uzorcima mlijeka 20. i 75. dana istraživanja (0,18 i 0,25 g/100g), dok dodatak PSB (0,16 i 0,22 g/100g) nije doveo do značajnih razlika, u odnosu na kontrolnu skupinu (0,14 i 0,20 g/100g). Koncentracija C15 *anteizo* je bila značajno viša u ELS skupini, u odnosu na kontrolnu 75. dana istraživanja, dok PSB dodatak nije značajno utjecao na koncentraciju iste masne kiseline. Dodatak ELS je značajno povećao ($P<0,05$) i koncentraciju C16 *izo* 75. dana istraživanja, u odnosu na kontrolnu skupinu (0,30 : 0,24 g/100g), premda PSB nije doveo do značajnih razlika (0,27 g/100g). U odnosu na ELS, dodatak PSB je doveo do značajnog smanjenja C17 *anteizo* (0,52 : 0,44 g/100g; $P<0,05$), dok se koncentracije navedene masne kiseline u mlijeku koza nisu razlikovale u odnosu na kontrolnu skupinu, 75. dana istraživanja (0,46 g/100g). Koncentracije razgranatih masnih kiselina C13 *anteizo*, C17 *izo* i C18 *izo* nisu se značajno ($P>0,05$) razlikovale pod utjecajem dodatka pogače sjemenki bundeve ili ekstrudiranog lana u hranidbi koza 20. i 75. dana istraživanja.

Tablica 23. Koncentracija neparnih linearnih masnih kiselina (g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C5:0					
20. dan	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,001	0,131
75. dan	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,003	0,001	0,353
C7:0					
20. dan	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,003	0,480
75. dan	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,001	0,257
C9:0					
20. dan	0,11 ± 0,02	0,12 ± 0,04	0,12 ± 0,04	0,01	0,526
75. dan	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,003	0,242
C11:0					
20. dan	0,14 ± 0,05	0,14 ± 0,05	0,15 ± 0,05	0,01	0,988
75. dan	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,005	0,390
C13:0					
20. dan	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,11 ± 0,02	0,004	0,921
75. dan	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,002	0,071
C15:0					
20. dan	0,68 ± 0,09	0,77 ± 0,11	0,75 ± 0,07	0,02	0,124
75. dan	$0,80^{b}$ ± 0,06	$0,89^{a}$ ± 0,07	$0,84^{ab}$ ± 0,09	0,02	0,041
C17:0					
20. dan	0,44 ± 0,04	0,46 ± 0,33	0,46 ± 0,05	0,01	0,622
75. dan	0,64 ± 0,06	0,67 ± 0,07	0,61 ± 0,07	0,01	0,103
C17:1					
20. dan	0,13 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,14 ± 0,02	0,004	0,271
75. dan	0,17 ± 0,04	0,18 ± 0,03	0,16 ± 0,03	0,01	0,712
C19:1					
20. dan	0,02 ± 0,005	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,003	0,001	0,163
75. dan	$0,02^{b}$ ± 0,003	$0,03^{a}$ ± 0,01	$0,02^{b}$ ± 0,004	0,001	0,013
C19:2					
20. dan	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,004	0,001	0,281
75. dan	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,002	0,383
C21:0					
20. dan	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,001	0,407
75. dan	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,002	0,268
C23:1					
20. dan	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,004	0,002	0,808
75. dan	0,04 ±0,01	0,04 ±0,01	0,04 ± 0,01	0,001	0,714

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

Tablica 24. Koncentracija razgranatih masnih kiselina (g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C13 izo					
20. dan	0,02 ± 0,007	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,003	0,001	0,071
75. dan	$0,02^{b}$ ± 0,005	$0,04^{a}$ ± 0,008	$0,03^{a}$ ± 0,007	0,002	<0,001
C13 anteizo					
20. dan	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,00	0,0004	0,422
75. dan	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,005	0,01 ± 0,004	0,001	0,632
C14 izo					
20. dan	$0,05^{b}$ ± 0,01	$0,07^{a}$ ± 0,02	$0,07^{ab}$ ± 0,007	0,003	0,012
75. dan	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,004	0,183
C15 izo					
20. dan	$0,14^{b}$ ± 0,03	$0,18^{a}$ ± 0,03	$0,16^{ab}$ ± 0,02	0,01	0,020
75. dan	$0,20^{b}$ ± 0,04	$0,25^{a}$ ± 0,04	$0,22^{ab}$ ± 0,04	0,01	0,030
C15 anteizo					
20. dan	0,28 ± 0,04	0,30 ± 0,06	0,28 ± 0,03	0,01	0,449
75. dan	$0,35^{b}$ ± 0,05	$0,43^{a}$ ± 0,04	$0,38^{ab}$ ± 0,06	0,01	0,006
C16 izo					
20. dan	0,17 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,01	0,129
75. dan	$0,24^{b}$ ± 0,03	$0,30^{a}$ ± 0,05	$0,27^{ab}$ ± 0,04	0,01	0,006
C17 izo					
20. dan	0,32 ± 0,04	0,32 ± 0,05	0,30 ± 0,03	0,01	0,549
75. dan	0,44 ± 0,06	0,50 ± 0,06	0,44 ± 0,06	0,01	0,050
C17 anteizo					
20. dan	0,35 ± 0,04	0,36 ± 0,06	0,33 ± 0,03	0,01	0,387
75. dan	$0,46^{ab}$ ± 0,07	$0,52^{a}$ ± 0,06	$0,44^{b}$ ± 0,06	0,01	0,026
C18 izo					
20. dan	0,04 ± 0,008	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,008	0,04	0,843
75. dan	0,05 ± 0,007	0,06 ± 0,008	0,05 ± 0,01	0,002	0,111

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

3.2.3. Izomeri oleinske i linolne kiseline

Koncentracija izomera oleinske kiseline (C18:1) u mlijeku koza prikazana je u tablici 25. Uglavnom su utvrđeni značajni utjecaji dodatka ELS (P<0,05) na koncentraciju izomera C18:1. Dodatak ELS utjecao je na značajno povećanje koncentracije C18:1 *trans*-4 u odnosu na kontrolnu skupinu, dok u skupini PSB nije bilo značajnih razlika u odnosu na ostale skupine 75. dana istraživanja. Koncentracija izomera C18:1 *trans*-15 u mlijeku je također povećana (P<0,05) u ELS skupini u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu 75. dana istraživanja, dok je 20. dana porastao (P<0,05) samo u odnosu na PSB. Vakcenska masna kiselina (C18:1 *trans*-11), koja je utvrđena u koncentraciji s izomerom C18:1 *trans*-10, nije se značajno razlikovala između skupina (P≥0,196), kao ni izomeri C18:1 *trans*-12 do *trans*-14 zajedno s C18:1 *cis*-9 (P≥0,068), u oba uzorkovanja, premda je u tablici 25. vidljiva tendencija porasta C18:1 *trans*-12 do *trans*-14 i C18:1 *cis*-9 (P=0,068) u ELS skupini, 75. dana istraživanja. Dodatak ELS rezultirao je značajnim povećanjem (P<0,05) C18:1 *trans*-16 i C18:1 *cis*-14 75. dana istraživanja te C18:1 *cis*-15 zajedno s C19:0, 20. i 75. dana istraživanja u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu. Ostali utvrđeni izomeri C18:1 nisu se značajno razlikovali između skupina (P≥0,196).

U odnosu na kontrolnu skupinu, većina je koncentracija C18:2 izomera u mlijeku bila pod značajnim utjecajem ELS, dok dodatak PSB uglavnom nije imao značajan utjecaj (P>0,05; tablica 26.). Ukupna koncentracija izomera C18:2 *trans*-9 *trans*-12, *trans*-8 *cis*-12 i *cis*-9 *trans*-13 značajno je povećana u ELS skupini u odnosu na PSB 20. dana i u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu 75. dana istraživanja. Izomer C18:2 *trans*-8 *cis*-13 značajno je povećan u ELS u odnosu na PSB, dok u obje pokusne skupine razlike nisu bile značajne u odnosu na kontrolnu u oba uzorkovanja. Dodatak PSB značajno je smanjio (P<0,05) jedino koncentraciju C18:2 *cis*-9 *trans*-12 u odnosu na kontrolnu skupinu, dok ELS nije značajno odstupala 20. dana istraživanja.

Dodatak ELS u hranu koza rezultirao je značajnim povećanjem (P<0,05) koncentracije C18:2 *trans*-11 *cis*-15 izomera u odnosu na kontrolnu skupinu u oba uzorkovanja, dok razlika između kontrolne i PSB nije bilo. Jedna od najznačajnijih izomera linolne kiseline, CLA, nije bila pod utjecajem hranidbe s dodacima PSB i ELS (P≥0,183).

Tablica 25. Koncentracija izomera C18:1 (g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C18:1 trans-4					
20. dan	0,02 ± 0,005	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,005	0,001	0,771
75. dan	$0,02^{b}$± 0,004	$0,03^{a}$± 0,004	$0,02^{ab}$± 0,01	0,001	0,037
C18:1 trans-5					
20. dan	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,005	0,03 ± 0,004	0,001	0,636
75. dan	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,005	0,02 ± 0,004	0,001	0,271
C18:1 trans-6 do trans-8					
20. dan	0,35 ± 0,06	0,31 ± 0,08	0,31 ± 0,06	0,01	0,333
75. dan	0,30 ± 0,06	0,30 ± 0,05	0,27 ± 0,04	0,01	0,335
C18:1 trans-9					
20. dan	0,30 ± 0,03	0,29 ± 0,06	0,28 ± 0,03	0,01	0,761
75. dan	0,29 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,27 ± 0,03	0,01	0,065
C18:1 trans-10 i C18:1 trans-11					
20. dan	2,96 ± 0,66	2,68 ± 1,10	2,29 ± 0,55	0,16	0,231
75. dan	2,66 ± 0,71	2,54 ± 0,56	2,17 ± 0,45	0,11	0,196
C18:1 trans-12 do trans-14 i C18:1 cis9					
20. dan	14,70 ± 1,70	15,24 ± 2,19	15,69 ± 1,89	0,36	0,568
75. dan	16,86 ± 1,44	18,66 ± 1,67	17,29 ± 1,91	0,34	0,068
C18:1 trans-15					
20. dan	$0,30^{ab}$± 0,04	$0,33^{a}$ ± 0,08	$0,25^{b}$± 0,03	0,01	0,022
75. dan	$0,20^{b}$± 0,04	$0,27^{a}$± 0,04	$0,20^{b}$± 0,03	0,01	<0,001
C18:1 cis-11					
20. dan	0,32 ± 0,04	0,28 ± 0,05	0,28 ± 0,02	0,01	0,056
75. dan	0,34 ± 0,05	0,33 ± 0,04	0,30 ± 0,03	0,01	0,132
C18:1 cis-12					
20. dan	$0,43^{a}$± 0,09	$0,37^{ab}$ ± 0,11	$0,29^{b}$± 0,06	0,02	0,012
75. dan	0,40 ± 0,12	0,38 ± 0,12	0,31 ± 0,08	0,02	0,206
C18:1 cis-13					
20. dan	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,003	0,488
75. dan	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,002	0,132
C18:1 trans-16 i C18:1 *cis-14*					
20. dan	0,46 ± 0,05	0,49 ± 0,11	0,41 ± 0,05	0,01	0,112
75. dan	$0,35^{b}$± 0,04	$0,44^{a}$± 0,06	$0,34^{b}$± 0,04	0,01	<0,001
C18:1 cis-15 i C19:0					
20. dan	$0,21^{b}$± 0,03	$0,27^{a}$ ± 0,05	$0,21^{b}$± 0,21	0,01	<0,001
75. dan	$0,19^{b}$± 0,02	$0,26^{a}$± 0,03	$0,19^{b}$± 0,02	0,01	<0,001

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Tablica 26. Koncentracija izomera C18:2 (g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
C18:2 trans-9 trans-12 + trans-8 cis-12 + cis-9 trans-13					
20. dan	$0,38^{ab}\pm 0,05$	$0,44^{a} \pm 0,08$	$0,33^{b}\pm 0,04$	0,01	0,002
75. dan	$0,35^{b}\pm 0,06$	$0,44^{a}\pm 0,07$	$0,33^{b}\pm 0,03$	0,01	0,001
C18:2 trans-8 cis-13					
20. dan	$0,18^{ab}\pm 0,03$	$0,21^{a} \pm 0,04$	$0,17^{b}\pm 0,02$	0,01	0,014
75. dan	$0,18^{ab}\pm 0,03$	$0,21^{a}\pm 0,03$	$0,16^{b}\pm 0,02$	0,01	0,008
C18:2 cis-9 trans-12					
20. dan	$0,13^{a}\pm 0,02$	$0,11^{ab} \pm 0,03$	$0,10^{b}\pm 0,01$	0,005	0,019
75. dan	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,004	0,109
C18:2 trans-11 cis-15					
20. dan	$0,22^{b}\pm 0,05$	$0,45^{a} \pm 0,12$	$0,19^{b}\pm 0,03$	0,03	<0,001
75. dan	$0,14^{b}\pm 0,03$	$0,32^{a}\pm 0,08$	$0,13^{b}\pm 0,02$	0,02	<0,001
C18:2 cis-9 trans-11					
20. dan	0,95 ± 0,22	1,02 ± 0,38	0,79 ± 0,23	0,06	0,248
75. dan	0,96 ± 0,23	0,97 ± 0,23	0,81 ± 0,16	0,04	0,183

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; $^{a, b}$ Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

3.2.4. Pojedine skupine masnih kiselina i indeksi aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze

U tablicama 27. i 28. prikazane su koncentracije pojedinih skupina masnih kiselina u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu koza. Dodatak ELS većinom je rezultirao značajnim promjenama koncentracije određenih skupina masnih kiselina. Kratkolančane masne kiseline, od C4 do C10, nisu bile pod značajnim utjecajem PSB ili ELS u odnosu na kontrolnu skupinu 20. i 75. dana istraživanja ($P \geq 0,782$). Nasuprot tome, utvrđeno je značajno povećanje ($P < 0,05$) srednjelančanih masnih kiselina pri hranidbi koza dodatkom PSB u odnosu na ELS skupinu (41,56 : 37,21 g/100g), ali ne i u odnosu na kontrolnu skupinu koza (41,53 g/100g) 75. dana istraživanja. Istog su dana istraživanja dugolančane masne kiseline značajno povećane ($P < 0,05$) u ELS skupini u odnosu na kontrolnu i PSB (44,16 : 39,71 i 39,53 g/100g). Između PSB i kontrolne skupine nije bilo značajnih razlika. S obzirom da je dodatak ELS povećao pojedine neparne i razgranate masne kiseline, ukupna koncentracija ovih masnih kiselina bila je značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na kontrolnu i PSB, ali tek 75. dana istraživanja. U skupini PSB nisu bile primjetne značajne razlike. Izomeri palmitinske kiseline (C16:0) nisu bili pod utjecajem navedene hranidbe ($P \geq 0,513$). Izomeri oleinske kiseline značajno su povećani dodatkom ELS u odnosu na PSB, ali ne i na kontrolnu skupinu 75. Dana. Izomeri linolne kiseline značajno su povećani ($P < 0,05$) u oba uzorkovanja s dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu skupinu i PSB, a između PSB i kontrolne skupine nije bilo značajnih razlika.

Dodatak ELS rezultirao je značajnim smanjenjem ($P < 0,05$) koncentracije SFA u odnosu na PSB, ali ne i kontrolnu skupinu tijekom 75. dana istraživanja (tablica 27.). Koncentracije ukupnih MUFA i UFA nisu se značajno razlikovale uslijed dodataka ELS i PSB, premda je vidljiva tendencija povećanja MUFA ($P = 0,056$) i povećanja UFA ($P = 0,061$) u ELS 75. dana istraživanja. Ukupna koncentracija n-3 nije se značajno razlikovala ($P < 0,05$) između istraživanih skupina. Koncentracija ukupnih n-3 masnih kiselina je značajno povećana ($P < 0,05$) u oba uzorkovanja uslijed hranidbe smjesom koja sadrži ekstrudirani lan, kao bjelančevinasti sastojak obroka (1,02 i 0,86 g/100g), zatim slijedi koncentracija n-3 masnih kiselina u kontrolnoj skupini (0,69 i 0,62 g/100g) i PSB skupini (0,52 i 0,56 g/100g).

Tablica 27. Koncentracija pojedinih skupina masnih kiselina (g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS; nastavak tablica 28.)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
SCFA					
20. dan	20,96 ± 1,91	21,40 ±1,56	20,99 ± 1,78	0,32	0,826
75. dan	17,23 ± 1,30	16,97 ±1,60	17,49 ± 1,87	0,30	0,782
MCFA					
20. dan	39,74 ± 3,23	39,23 ± 4,78	40,70 ± 3,10	0,71	0,704
75. dan	$41,53^{a}$ ± 2,76	$37,21^{b}$ ± 3,01	$41,56^{a}$ ± 2,22	0,63	0,002
LCFA					
20. dan	37,63 ± 3,56	37,50 ± 5,28	36,76 ± 3,57	0,78	0,897
75. dan	$39,71^{b}$ ± 3,19	$44,16^{a}$ ± 3,78	$39,53^{b}$ ± 2,73	0,73	0,007
SFA					
20. dan	71,16 ± 3,05	71,06 ± 3,61	72,31 ± 2,35	0,60	0,627
75. dan	$69,87^{ab}$ ± 2,88	$68,02^{b}$ ± 2,68	$71,12^{a}$ ± 1,99	0,53	0,044
BCFA					
20. dan	1,38± 0,18	1,50 ± 0,24	1,40 ± 1,21	0,04	0,345
75. dan	$1,87^{b}$ ± 0,25	$2,22^{a}$ ± 0,21	$1,94^{b}$ ± 0,23	0,05	0,006
OFA					
20. dan	1,83± 0,19	1,98± 0,26	1,95± 0,18	0,40	0,291
75. dan	$2,05^{b}$ ± 0,15	$2,24^{a}$ ± 0,17	$2,04^{b}$ ± 0,17	0,03	0,021
∑C16:1 izomeri					
20. dan	0,66 ± 0,07	0,68 ± 0,09	0,70 ± 0,05	0,01	0,513
75. dan	0,76 ± 0,07	0,74 ± 0,11	0,74 ± 0,06	0,02	0,810
∑C18:1 izomeri					
20. dan	2,51 ± 0,31	2,47 ± 0,52	2,17 ± 0,22	0,07	0,142
75. dan	$2,21^{ab}$ ± 0,34	$2,42^{a}$ ± 0,32	$2,00^{b}$ ± 0,22	0,06	0,018
∑C18:2 izomeri					
20. dan	$0,91^{b}$ ± 0,14	$1,21^{a}$ ± 0,26	$0,78^{b}$ ± 0,08	0,05	<0,001
75. dan	$0,77^{b}$ ± 0,13	$1,07^{a}$ ± 0,19	$0,71^{b}$ ± 0,08	0,04	<0,001

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; SCFA-kratkolančane masne kiseline; MCFA-srednjelančane masne kiseline; LCFA-dugolančane masne kiseline; SFA-zasićene masne kiseline; BCFA-razgranate masne kiseline; OFA-masne kiseline s neparnim brojem ugljikovih atoma; $^{a, b}$ Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$);

Tablica 28. Koncentracija pojedinih skupina masnih kiselina (g/100g masnih kiselina) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Masne kiseline	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
MUFA					
20. dan	22,12 ± 2,26	22,40 ± 2,85	22,15 ± 2,13	0,45	0,964
75. dan	23,88 ± 2,11	25,74 ± 2,17	23,54 ± 1,81	0,42	0,056
UFA					
20. dan	27,82 ± 2,93	27,76 ± 3,46	26,84 ± 2,34	0,55	0,734
75. dan	29,37 ± 2,85	31,06 ± 2,61	28,20 ± 1,97	0,51	0,061
PUFA					
20. dan	$5,70^{a}$ ± 0,97	$5,36^{ab}$ ± 0,80	$4,68^{b}$ ± 0,53	0,16	0,035
75. dan	5,49 ± 0,87	5,32 ± 0,74	4,65 ± 0,51	0,15	0,050
∑n-3					
20. dan	$0,69^{b}$ ± 0,10	$1,02^{a}$ ± 0,14	$0,52^{c}$ ± 0,07	0,04	<0,001
75. dan	$0,62^{b}$ ± 0,09	$0,86^{a}$ ± 0,13	$0,56^{b}$ ± 0,04	0,03	<0,001
∑n-6					
20. dan	$3,64^{a}$ ± 0,66	$2,64^{b}$ ± 0,28	$2,99^{b}$ ± 0,39	0,12	<0,001
75. dan	$3,54^{a}$ ± 0,52	$2,92^{b}$ ± 0,36	$2,96^{b}$ ± 0,38	0,09	0,007
LA/ALA					
20. dan	$5,88^{a}$ ± 1,31	$2,42^{b}$ ± 0,35	$6,63^{a}$ ± 1,29	0,40	<0,001
75. dan	$7,44^{a}$ ± 1,17	$3,81^{b}$ ± 0,51	$6,92^{a}$ ± 0,92	0,35	<0,001

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; MUFA-mononezasićene masne kiseline; UFA-nezasićene masne kiseline; PUFA-polinezasićene; LA-linolna kiselina; ALA-alfa linolenska kiselina; $^{a, b, c}$ Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Koncentracija ukupnih n-6 masnih kiselina bila je pod utjecajem hranidbe, koji je rezultirao njihovom značajnom smanjenju (P<0,05) u pokusnih skupina ELS i PSB u odnosu na mlijeko koza kontrolne skupine (2,64 i 2,99 : 3,64 g/100g 20. dana istraživanja kao i 2,92 i 2,96 : 3,54 g/100g 75. dana istraživanja). Povećanje koncentracije ALA rezultiralo je značajnim smanjenjem (P<0,05) LA/ALA omjera u ELS skupini u odnosu na kontrolnu i PSB na početku i na kraju istraživanja.

U tablici 29. prikazane su aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze u mliječnoj žlijezdi koza pri hranidbi krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu koza. U predmetnom istraživanju većinom je aktivnost enzima Δ-9 desaturaze bila slična između skupina (P≥0,183). Omjeri iz kojih je izračunata

aktivnost desaturaze, kao što su 10:1 *cis*-9/10:0, 12:1 *cis*-9/12:0, nisu se značajno razlikovali između istraživanih skupina. Nije se značajno razlikovala niti aktivnost enzima Δ-9 desaturaze izračunata iz omjera 14:1 *cis*-9/14:0 kao ni 16:1 *cis*-9/16:0 te 18:1 *cis*-9/18:0.

Tablica 29. Indeksi aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze u mliječnoj žlijezdi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Omjer	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
cis-9 10:1/10:0					
20. dan	0,017 ± 0,003	0,018 ±0,002	0,017 ± 0,003	0,001	0,583
75. dan	0,019 ± 0,003	0,020 ± 0,004	0,019 ± 0,004	0,001	0,955
cis-9 12:1/12:0					
20. dan	0,017 ± 0,004	0,016 ± 0,002	0,014 ± 0,003	0,001	0,259
75. dan	0,016 ± 0,001	0,016 ± 0,003	0,015 ± 0,003	0,0005	0,467
cis-9 14:1/14:0					
20. dan	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,001	0,0003	0,684
75. dan	0,010 ± 0,001	0,011 ± 0,002	0,011 ± 0,002	0,0003	0,938
cis-9 16:1/16:0					
20. dan	0,016 ± 0,003	0,018 ± 0,002	0,017 ± 0,002	0,0004	0,505
75. dan	0,017 ± 0,002	0,018 ± 0,003	0,016 ± 0,002	0,0005	0,338
cis-9 18:1/18:0					
20. dan	1,49 ± 0,20	1,55 ± 0,19	1,54 ± 0,15	0,03	0,670
75. dan	1,66 ± 0,16	1,49 ± 0,18	1,56 ± 0,24	0,04	0,183
c-9 t11 CLA/ t11 18:1					
20. dan	$0,24^{b}$ ± 0,03	$0,28^{a}$ ± 0,03	$0,25^{ab}$ ± 0,02	0,01	0,016
75. dan	0,27 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,27 ± 0,03	0,004	0,724
Aterogeni indeks					
20. dan	2,71 ± 0,46	2,75 ± 0,65	2,85 ± 0,40	0,10	0,832
75. dan	$2,28^{a}$ ± 0,34	$1,92^{b}$ ± 0,30	$2,34^{a}$ ± 0,23	0,06	0,008
Trombogeni indeks					
20. dan	2,83 ± 0,42	2,70 ± 0,65	3,09 ± 0,36	0,10	0,246
75. dan	$2,25^{a}$ ± 0,33	$1,80^{b}$ ± 0,27	$2,34^{a}$ ± 0,28	0,07	0,001

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Jedino je CLA *cis*-9 *trans*-11/18:1 *trans*-11, odnosno aktivnost Δ-9 desaturaze u mliječnoj žlijezdi pri prevođenju C18:1 *trans*-11 u CLA, bio značajno viši (P<0,05) 20. dana

istraživanja u ELS skupini u odnosu na kontrolnu (0,28 u odnosu na 0,24), dok PSB dodatak u krmne smjese (0,25) nije doveo do značajnih razlika (P>0,05).

Iz navedenih koncentracija masnih kiselina izračunati su aterogeni i trombogeni indeksi u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS, što je i prikazano u tablici 29. Hranidba nije imala značajan utjecaj (P≤0,246) na vrijednosti aterogenih (AI) i trombogenih indeksa (TI) kozjeg mlijeka 20. dana uzorkovanja. Pri kraju istraživanja (75. dana), dodatak ekstrudiranog lana utjecao je na značajno smanjenje (P<0,05) aterogenog indeksa koji je bio 1,92 u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu, čije su vrijednosti bile 2,28 i 2,34. Razlike utvrđenih trombogenih indeksa 20. dana istraživanja nisu bile značajne (P=0,246). Dodatak ELS je značajno smanjio TI (P<0,05) koji je bio 1,80 u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu čiji su indeksi bili 2,25 i 2,34 75. dana istraživanja.

3.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil koza

3.3.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika

Rezultati hematoloških pokazatelja, koza hranjenih krmnim smjesama s dodacima pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana, prikazani su u tablici 30. Hranidba koza krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS nije utjecala na vrijednosti hematoloških pokazatelja kao što su broj eritrocita ($P \geq 0,386$) i leukocita ($P \geq 2,77$), sadržaj hemoglobina ($P \geq 0,311$) i hematokrita ($P \geq 0,252$), MCH ($P \geq 0,437$), MCV ($P \geq 0,527$) i MCHC ($P \geq 0,524$) 20., 48. i 75. dana istraživanja.

U predmetnom istraživanju ukupan broj eritrocita bio je unutar referentnih vrijednosti u svim skupinama koza. Ukupan broj leukocita bio nešto viši kod pokusnih skupina koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS 20., 48. i 75. dana istraživanja. Sadržaji hemoglobina i hematokrita u punoj krvi koza nisu se značajno razlikovali između skupina koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu tijekom istraživanog razdoblja. Eritrocitne konstante, MCV, MCH i MCHC se također nisu značajno razlikovale između skupina koza, iako je vrijednost MCHC bila nešto niža od referentnih vrijednosti utvrđenih u punoj krvi koza. Dobiveni rezultati predmetnog istraživanja ukazuju na odgovarajući zdravstveni status koza čije su vrijednosti hematoloških pokazatelja bile unutar referentnog intervala prema Fraser i Mays (1986.).

Diferencijalna krvna slika koza nije se značajno razlikovala, ovisno o dodatku pogače sjemenki bundeve ili ekstrudiranog lana, u odnosu na kontrolnu skupinu. To je vidljivo u relativnom udjelu limfocita ($P \geq 0,575$), segmentiranih neutrofila ($P \geq 0,389$), nesegmentiranih neutrofila ($P \geq 0,092$), eozinofila ($P \geq 0,516$), bazofila ($P \geq 0,235$) i monocita ($P \geq 0,235$). Relativni udio limfocita, segmentiranih neutrofila, nesegmentiranih neutrofila, eozinofila, bazofila i monocita prikazan je u tablici 31. Relativni udio svih prikazanih bijelih krvnih stanica kretao se unutar referentnih vrijednosti prema Fraser i Mays (1986.).

Tablica 30. Hematološki pokazatelji u punoj krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednost*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Eritrociti (×10^{12} L)						
20. dan	12,12 ± 1,38	11,02 ± 2,38	11,45 ± 0,84	0,32	0,386	8,0-18,0
48. dan	11,98 ± 1,84	11,38 ± 1,59	11,10 ± 1,11	0,29	0,481	
75. dan	13,05 ± 2,27	12,40 ± 1,53	12,39 ± 1,07	0,31	0,643	
Leukociti (×10^{12} L)						
20. dan	8,36 ± 2,36	9,27 ± 3,41	9,09 ± 2,24	0,53	0,779	4,0-13,0
48. dan	9,43 ± 3,72	10,60 ± 3,18	10,73 ± 3,02	0,62	0,663	
75. dan	8,79 ± 3,81	11,33 ± 3,06	10,70 ± 3,20	0,65	0,277	
Hemoglobin (g/L)						
20. dan	87,44 ± 10,16	79,60 ± 14,67	83,78 ± 6,12	2,11	0,319	80,0-120,0
48. dan	86,44 ± 10,58	80,50 ± 11,69	79,44 ± 8,02	1,96	0,311	
75. dan	94,89 ± 12,49	88,10 ± 12,65	88,78 ± 7,76	2,13	0,377	
Hematokrit (L/L)						
20. dan	0,33 ± 0,04	0,30 ±0,05	0,39 ± 0,21	0,02	0,370	0,22-0,38
48. dan	0,33 ± 0,04	0,31 ± 0,05	0,30 ± 0,03	0,007	0,252	
75. dan	0,37 ± 0,05	0,34 ± 0,04	0,42 ± 0,21	0,02	0,408	
MCH (pg)						
20. dan	7,21 ± 0,22	7,33 ± 0,63	7,33 ± 0,35	0,08	0,799	5,2-8,0
48. dan	7,26 ± 0,38	7,08 ± 0,27	7,17 ± 0,24	0,06	0,460	
75. dan	7,36 ± 0,58	7,09 ± 0,37	7,18 ± 0,37	0,08	0,437	
MCV (fL)						
20. dan	27,27 ± 0,94	28,17 ± 3,51	28,17 ± 2,38	0,47	0,686	16,0-25,0
48. dan	27,98 ± 2,53	27,24 ± 1,10	27,26 ± 1,38	0,33	0,597	
75. dan	28,62 ± 3,45	27,53 ± 0,85	28,61 ± 2,32	0,45	0,527	
MCHC (g/L)						
20. dan	265,00 ± 13,29	261,30 ± 13,69	261,38 ± 11,70	2,38	0,785	300,0-360,0
48. dan	260,78 ± 16,01	260,10 ± 12,23	263,44 ± 17,76	2,81	0,885	
75. dan	258,11 ± 15,24	257,60 ± 15,88	251,16 ± 11,35	2,68	0,524	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; prosječni volumen eritrocita (MCV), prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima (MCH), prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC); [1]Fraser i Mays (1986.).

Tablica 31. Broj pojedinih leukocita u koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Leukociti (%)	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednost*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Limfociti						
20. dan	50,00 ± 8,93	51,50 ± 11,43	54,33 ± 3,81	1,63	0,575	50-70
48. dan	51,11 ± 5,88	51,60 ± 5,17	53,33 ± 7,48	1,14	0,729	
75. dan	53,11 ± 6,77	52,10 ± 8,10	53,56 ± 5,08	1,25	0,892	
Neutrofili, segmentirani						
20. dan	43,67 ± 9,70	41,30 ± 12,09	37,11 ± 7,59	1,90	0,389	30-48*
48. dan	43,33 ± 5,34	41,20 ± 4,94	41,00 ± 6,28	1,02	0,613	
75. dan	35,22 ± 14,61	38,90 ± 8,80	39,11 ± 6,83	1,95	0,679	
Neutrofili, nesegmentirani						
20. dan	0,11 ± 0,33	0,90 ± 0,99	0,56 ± 0,73	0,15	0,092	0[2]
48. dan	0,67 ± 0,50	1,00 ± 0,47	0,67 ± 0,71	0,11	0,343	
75. dan	3,89 ± 10,55	0,30 ± 0,48	0,00 ± 0,00	1,14	0,319	
Eozinofili						
20. dan	6,00 ± 4,18	5,40 ± 3,20	7,56 ± 4,90	0,77	0,516	3-8
48. dan	4,67 ± 2,06	5,70 ± 2,58	4,67 ± 4,00	0,55	0,684	
75. dan	7,22 ± 5,56	8,30 ± 5,12	7,00 ± 4,58	0,94	0,838	
Bazofili						
20. dan	0,11 ± 0,33	0,60 ± 0,84	0,44 ± 0,53	0,12	0,235	0-2
48. dan	0,22 ± 0,44	0,40 ± 0,52	0,33 ± 0,50	0,09	0,730	
75. dan	0,33 ± 0,50	0,40 ± 0,70	0,22 ± 0,44	0,10	0,790	
Monociti						
20. dan	0,11 ± 0,33	0,30 ± 0,67	0,00 ± 0,00	0,08	0,235	0-4
48. dan	0,00 ± 0,00	0,10 ± 0,32	0,00 ± 0,00	0,04	0,422	
75. dan	0,22 ± 0,44	0,00 ± 0,00	0,11 ± 0,33	0,06	0,319	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1] Fraser i Mays (1986.); *ukupni neutrofili; [2]Rasedee i sur. (1981.).

3.3.2. Biokemijski pokazatelji

U tablici 32. prikazani su pojedini biokemijski pokazatelji u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu koza. Iz tablice je vidljivo da navedeni dodaci u krmnim smjesama nisu rezultirali značajnim promjenama koncentracije ureje (P≥0,249), ukupnih bjelančevina (P≥0,147) i albumina (P≥0,146). Od svih biokemijskih pokazatelja navedenih u tablici 32., jedino je koncentracija globulina bila značajno povećana (P<0,05) u PSB skupini u odnosu na kontrolnu skupinu koza 20. dana istraživanja. Sve su vrijednosti navedenih pokazatelja bile unutar referentnih vrijednosti prema Jackson i Cockcroft (2002.) te Kaneko (2008.).

Tablica 32. Biokemijski pokazatelji u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednosti*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Urea (mmol/L)						
20. dan	8,02 ± 0,66	7,67 ± 1,15	7,38 ± 0,57	0,16	0,288	4,0-8,6
48. dan	5,11 ± 1,22	4,65 ± 0,63	5,50 ± 1,32	0,21	0,249	
75. dan	5,52 ± 0,83	5,11 ± 0,90	5,79 ± 1,41	0,20	0,389	
Ukupne bjelančevine (g/L)						
20. dan	65,30 ± 4,24	66,96 ± 6,41	70,08 ± 3,98	0,99	0,147	62-79
48. dan	70,18 ± 4,77	70,13 ± 5,39	70,63 ± 4,88	0,92	0,972	
75. dan	73,22 ± 7,61	72,75 ± 2,85	74,18 ± 5,12	1,00	0,848	
Albumin (g/L)						
20. dan	27,60 ± 2,83	26,76 ± 3,85	26,88 ± 2,53	0,58	0,827	29-43
48. dan	30,30 ± 2,63	27,31 ± 3,40	27,56 ± 4,26	0,69	0,146	
75. dan	30,80 ± 3,53	27,37 ± 2,50	28,04 ± 4,21	0,69	0,097	
Globulin (g/L)						
20. dan	$37,70^{b}$ ± 2,65	$40,20^{ab}$ ± 3,90	$43,20^{a}$ ± 5,19	0,85	0,027	35,0-57,0[2]
48. dan	39,88 ± 3,35	42,82 ± 3,84	43,08 ± 4,02	0,74	0,150	
75. dan	42,42 ± 6,09	45,38 ± 3,22	46,13 ± 3,72	0,87	0,196	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Jackson i Cockcroft (2002.); [2]Kaneko (2008.); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Tablica 33. Biokemijski pokazatelji u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj, mmol/L	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednosti*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Glukoza						
20. dan	3,65 ± 0,33	3,62 ± 0,68	3,38 ± 0,20	0,09	0,421	2,4-4,0
48. dan	3,41 ± 0,39	3,36 ± 0,32	3,20 ± 0,40	0,07	0,444	
75. dan	3,28 ± 0,14	3,36 ± 0,19	3,15 ± 0,37	0,05	0,214	
Ukupni kolesterol						
20. dan	2,26 ± 0,61	2,52 ± 0,66	2,28 ± 0,56	0,11	0,597	1,0-3,0
48. dan	2,81 ± 0,71	2,80 ±0,91	2,41 ± 0,56	0,14	0,430	
75. dan	3,26 ± 0,98	3,67 ± 1,09	3,07 ± 0,78	0,18	0,386	
HDL-kolesterol						
20. dan	1,50 ± 0,33	1,56 ± 0,34	1,50 ± 0,35	0,06	0,907	1,05-1,76[2]
48. dan	1,81 ± 0,30	1,64 ± 0,34	1,52 ± 0,33	0,06	0,179	
75. dan	1,99 ± 0,36	1,98 ± 0,42	1,84 ± 0,40	0,07	0,672	
LDL-kolesterol						
20. dan	0,68 ± 0,30	0,86 ± 0,34	0,70 ± 0,22	0,06	0,352	0,77-1,25[2]
48. dan	0,93 ± 0,44	1,09 ± 0,59	0,82 ± 0,28	0,09	0,441	
75. dan	1,20 ± 0,64	1,61 ± 0,69	1,16 ± 0,41	0,12	0,209	
Trigliceridi						
20. dan	0,16 ± 0,05	0,21 ± 0,05	0,18 ± 0,06	0,01	0,138	0,2[3]
48. dan	0,15 ± 0,05	0,16 ± 0,04	0,15 ± 0,05	0,01	0,630	
75. dan	0,14 ± 0,05	0,19 ± 0,06	0,14 ± 0,03	0,01	0,111	
Neesterificirane masne kiseline						
20. dan	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,003	0,876	<0,2[2]
48. dan	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,03	0,003	0,320	
75. dan	$0,11^{a}$ ± 0,05	$0,07^{b}$ ± 0,01	$0,08^{ab}$ ± 0,04	0,08	0,047	
Beta-hidroksi butirat						
20. dan	0,51 ± 0,11	0,55 ± 0,07	0,50 ± 0,11	0,02	0,525	0,0-1,2
48. dan	0,64 ± 0,22	0,61 ± 0,10	0,60 ± 0,11	0,03	0,782	
75. dan	0,61 ± 0,21	0,48 ± 0,09	0,59 ± 0,15	0,56	0,192	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Jackson i Cockcroft (2002.); [2]Antunović i sur. (2017.); [3]Tschuor i sur. (2008.), HDL-lipoprotein visoke gustoće, LDL-lipoprotein niske gustoće; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Pokazatelji energetskog statusa koza temeljeni na utvrđivanju koncentracije glukoze (P≥0,214), ukupnog kolesterola (P≥0,386), HDL-kolesterola (P≥0,179), LDL-kolesterola (P≥0,209), triglicerida (P≥0,111) i beta-hidroksibutirata (P≥0,192) također nisu bili pod utjecajem navedenih dodataka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u hranidbi koza 20., 48. i 75. dana istraživanja. Utvrđena je tendencija neznatno viših

koncentracija ukupnog kolesterola i triglicerida u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodacima PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu, ali navedene razlike nisu bile značajne (P>0,05). Koncentracija NEFA u krvi koza bila je značajno smanjena (P<0,05) u ELS skupini u odnosu na kontrolnu (0,07 u odnosu na 0,11 mmol/L), dok se u skupini PSB (0,08 mmol/L) nije značajno razlikovala 75. dana istraživanja. Analizom varijance nije utvrđen značajan utjecaj dodatka PSB i ELS u hrani koza na koncentraciju NEFA 20. i 48. dana istraživanja (P≥0,320).

3.3.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima

Koncentracija kalcija, anorganskog fosfora, magnezija i željeza utvrđena u serumu koza hranjenih dodacima PSB i ELS u odnosu na kontrolnu prikazana je u tablici 34.

Tablica 34. Koncentracija minerala u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednosti*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Kalcij (mmol/L)						
20. dan	2,10 ± 0,18	2,21 ± 0,15	2,12 ± 0,15	0,03	0,310	2,30-2,90
48. dan	2,19 ± 0,08	2,26 ± 0,17	2,14 ± 0,21	0,03	0,270	
75. dan	2,20 ± 0,15	2,24 ± 0,13	2,21 ± 0,14	0,03	0,809	
Fosfor, anorganski (mmol/L)						
20. dan	1,94 ± 0,56	1,87 ± 0,51	1,98 ± 0,56	0,10	0,901	1,0-2,4
48. dan	1,65 ± 0,23	1,77 ± 0,85	1,70 ± 0,21	0,10	0,888	
75. dan	1,73 ± 0,39	1,80 ± 0,48	1,57 ± 0,36	1,70	0,489	
Magnezij (mmol/L)						
20. dan	0,87 ± 0,04	0,93 ± 0,06	0,92 ± 0,10	0,01	0,218	0,8-1,3
48. dan	0,98 ± 0,05	0,93 ± 0,10	0,92 ± 0,07	0,01	0,244	
75. dan	$0,96^{ab}$ ± 0,06	$0,90^{b}$ ± 0,06	$0,97^{a}$ ± 0,04	0,01	0,040	
Željezo (µmol/L)						
20. dan	20,94 ± 4,43	22,21 ± 4,47	24,03 ± 5,60	0,91	0,410	11,6-38,1[2]
48. dan	24,22 ± 2,46	20,01 ± 4,55	21,26 ± 3,48	0,78	0,060	
75. dan	18,92 ± 4,23	20,61 ± 4,10	15,62 ± 5,55	0,93	0,081	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Jackson i Cockcroft (2002.); [2]Tschuor i sur. (2008.); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Koncentracija kalcija (P≥0,270), anorganskog fosfora (P≥0,489) i željeza (P≥0,060) nije bila značajno različita između istraživanih skupina 20., 48. i 75. dana istraživanja. Značajno viša (P<0,05) koncentracija magnezija utvrđena je u koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB u odnosu na ELS (0,97 : 0,90 mmol/L), ali ne i u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. Međutim, koncentracija magnezija se nije značajno razlikovala između skupina 20. i 48. dana istraživanja (P≥0,218). Utvrđene su i tendencije smanjena koncentracije željeza u ELS (P=0,060) 48. dana i PSB (P=0,081) 75. dana istraživanja, pri čemu su rezultati bili unutar referentnih vrijednosti. Koncentracije istraživanih minerala bile su u referentnom intervalu za koze prema Jackson i i Cockcroft (2003.) te Tschuor i sur. (2008.) u svim istraživanim skupinama.

U tablici 35. prikazana je aktivnost enzima aspartat aminotransferaza, alanin aminotransferaza i gama-glutamil transferaze u krvi koza u predmetnom istraživanju. Hranidba koza krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS nije značajno utjecala na aktivnost ovih jetrenih enzima, što je vidljivo u aktivnosti AST (P≥0,169), ALT (P≥0,146) i GGT (P≥0,424) utvrđenoj u krvi koza. Aktivnosti jetrenih enzima bile su u intervalu referentnih vrijednosti za koze prema Smith (2002.) te Tschuor i sur. (2008.).

Tablica 35. Aktivnost enzima u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Enzim (U/L)	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentna vrijednost*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Aspartat aminotransferaza						
20. dan	92,24 ± 13,22	108,52 ± 25,24	96,43 ± 15,18	3,70	0,169	46-161
48. dan	95,22 ± 13,71	103,98 ± 24,04	101,90 ± 16,99	3,53	0,589	
75. dan	96,99 ± 18,21	97,52 ± 25,52	95,91 ± 22,97	4,03	0,987	
Alanin aminotransferaza						
20. dan	14,31 ± 2,42	15,85 ± 3,79	13,07 ± 2,40	0,59	0,146	14-32[2]
48. dan	17,01 ± 3,01	15,99 ±3,44	14,67 ± 2,00	0,56	0,249	
75. dan	19,77 ± 4,12	18,27 ± 6,20	16,52 ± 4,12	0,94	0,396	
Gama-glutamil transferaza						
20. dan	41,62 ± 8,92	51,64 ± 16,72	44,94 ± 9,67	2,41	0,222	34-65
48. dan	45,71 ± 13,48	54,56 ± 18,27	46,37 ± 16,32	3,06	0,424	
75. dan	48,92 ± 14,56	54,00 ± 20,54	55,86 ± 37,65	4,75	0,842	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Smith (2002.); [2]Tschuor i sur. (2008.).

Antioksidativni status krvi koza prikazan je kroz prizmu utvrđivanja aktivnosti enzima glutation peroksidaze (GPx) i superoksid dismutaze (SOD). U tablici 36. prikazana je aktivnost GPx i SOD enzima u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu koza. Dodatak navedenih krmiva u pokusnim skupinama nije utjecao na značajne promjene aktivnosti GPx (P≥0,182) i SOD (P≥0,148) 20., 48. i 75. dana istraživanja što ukazuje na sličan antioksidativni status koza između skupina.

Tablica 36. Aktivnost enzima antioksidativnog statusa u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Enzim	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentna vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Glutation peroksidaza (U/L)						
20. dan	1515,71 ± 217,56	1523,12 ± 243,93	1534,84 ± 177,71	39,31	0,982	
48. dan	1251,78 ± 345,22	1439,92 ± 265,70	1523,02 ± 315,89	60,16	0,182	>600[1]
75. dan	1261,60 ± 227,84	1330,70 ± 244,64	1332,96 ± 254,01	44,55	0,776	
Superoksid dismutaza (U/ml)						
20. dan	0,19 ± 0,02	0,17 ± 0,14	0,10 ± 0,06	0,02	0,282	
48. dan	0,17 ± 0,02	0,10 ± 0,10	0,08 ± 0,05	0,02	0,212	0,184[2]
75. dan	0,20 ± 0,07	0,22 ± 0,21	0,07 ± 0,08	0,03	0,148	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Pavlata i sur. (2012.)-u punoj krvi ovaca; [2]Maan i sur. (2013.)-u serumu ovaca.

3.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva jaradi

U tablici 37. prikazane su vrijednosti prosječnih dnevnih prirasta, tjelesne mase i fenotipskih odlika jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu jaradi hranjene krmnom smjesom bez navedenih dodataka. Prosječni dnevni prirasti jaradi bili su viši u pokusnim skupinama ELS (164,21 g) i PSB (163,77g) u odnosu na kontrolnu skupinu (145,64 g), premda razlike nisu bile značajne (P=0,511). Slično je utvrđeno i mjerenjima tjelesne mase jaradi, pritom je prosječna tjelesna masa jaradi PSB skupine bila najviša (17,92 kg), zatim ELS (17,11 kg) te kontrolna skupina jaradi (15,49 kg), premda utvrđene razlike nisu bile značajne (P≥0,165).

Dodatak ELS i PSB utjecao je na značajan porast (P<0,05) visine grebena (50,86 i 50,17 cm) u odnosu na kontrolnu skupinu (46,33 cm) 48. dana istraživanja. Slično je utvrđeno i na kraju istraživanog razdoblja. Dodatkom PSB, nije utvrđen značajan porast (P<0,05) visine grebena jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu (56,13 : 52,88 cm), dok ELS dodatak nije rezultirao značajnim razlikama. Dužina trupa jaradi također je povećana (P<0,05) dodatkom PSB u obroke jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu (55,06 : 50,42 cm) 48. dana istraživanja, dok ELS dodatak nije pokazao značajne razlike. Slično tomu, vidljiva je tendencija povećanja i širine prsa jaradi hranjene dodatkom PSB, ali rezultati nisu bili značajni (P=0,088) na kraju istraživanja. Opseg prsa (P≥0,274), dubina prsa (P≥0,377), širina prsa (P≥0,088), opseg buta (P≥0,163), dužina buta (P≥0,075) i opseg cjevanice (P≥0,355) nisu se značajno razlikovali između skupina 20., 48. i 75. dana istraživanja.

Na osnovi tjelesnih mjera jaradi izračunati su i indeksi tjelesne razvijenosti i to indeksi anamorfoznosti, tjelesnih proporcija, tjelesne kondicije, prsa, širine prsa, tjelesne kompaktnosti, mišićavosti i dužine nogu. U tablici 38. prikazani su indeksi tjelesne razvijenosti jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana.

Tablica 37. Prosječni dnevni prirasti, tjelesna masa i fenotipske odlike jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
(cm)	*Kontrolna*	*ELS*	*PSB*		
Prosječni dnevni prirasti (g)					
	145,64 ± 22,75	164,21 ± 39,74	163,77 ± 44,89	7,00	0,511
Tjelesna masa (kg)					
20. dan	7,48 ± 1,55	8,07 ± 1,62	8,23 ± 2,30	0,33	0,678
48. dan	12,54 ± 3,16	13,05 ± 1,85	14,38 ± 1,80	0,44	0,242
75. dan	15,49 ± 2,23	17,11 ± 2,58	17,92 ± 2,69	0,49	0,165
Visina grebena					
20. dan	40,56 ± 3,42	44,17 ± 3,04	42,82 ± 3,81	0,65	0,088
48. dan	$46,33^{b}$ ± 3,08	$50,86^{a}$ ± 2,06	$50,17^{a}$ ± 2,47	0,59	0,004
75. dan	$52,88^{b}$ ± 2,34	$55,17^{ab}$ ± 2,58	$56,13^{a}$ ± 2,31	0,51	0,036
Dužina trupa					
20. dan	44,25 ± 2,70	45,00 ± 3,71	46,00 ± 4,46	0,67	0,604
48. dan	$50,42^{b}$ ± 3,72	$52,45^{ab}$ ± 2,49	$55,06^{a}$ ± 2,74	0,65	0,017
75. dan	56,28 ± 3,92	57,95 ± 3,42	60,01 ± 2,18	0,66	0,094
Opseg prsa					
20. dan	43,13 ± 3,74	44,83 ± 3,04	44,55 ± 4,81	0,69	0,617
48. dan	50,87 ± 4,14	52,57 ± 3,67	53,90 ± 2,70	0,69	0,274
75. dan	56,69 ± 4,78	57,72 ± 3,94	59,74 ± 3,09	0,76	0,312
Dubina prsa					
20. dan	15,06 ± 1,35	15,88 ± 1,57	16,00 ± 1,55	0,27	0,377
48.dan	18,83 ± 1,51	19,18 ± 0,98	19,56 ± 0,63	0,20	0,415
75.dan	21,13 ± 1,03	21,30 ± 1,34	20,79 ± 4,04	0,43	0,894
Širina prsa					
20. dan	8,78 ± 1,05	9,29 ± 1,08	9,45 ± 1,42	0,21	0,471
48. dan	10,50 ± 0,89	10,86 ± 0,64	11,11 ± 1,11	0,17	0,436
75. dan	11,00 ± 0,81	11,48 ± 0,80	12,29 ± 1,70	0,23	0,088
Opseg buta					
20. dan	21,50 ± 1,83	21,71 ± 1,92	22,36 ± 2,54	0,38	0,646
48. dan	24,13 ± 2,21	23,10 ± 1,40	25,16 ± 3,14	0,47	0,163
75. dan	25,50 ± 2,46	26,15 ± 2,86	25,99 ± 1,39	0,44	0,838
Dužina buta					
20. dan	20,44 ± 1,40	21,54 ± 1,27	21,27 ± 2,07	0,29	0,333
48. dan	22,56 ± 1,36	25,09 ± 1,97	25,72 ± 4,28	0,60	0,126
75. dan	24,88 ± 1,73	26,33 ± 1,61	26,63 ± 1,41	0,32	0,075
Opseg cjevanice					
20. dan	6,75 ± 0,46	7,03 ± 0,55	6,94 ± 0,67	0,10	0,587
48. dan	7,03 ± 0,40	6,97 ± 0,45	7,16 ± 0,51	0,09	0,680
75. dan	7,23 ± 0,37	7,23 ± 0,48	7,55 ± 0,68	0,10	0,355

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

Tablica 38. Indeksi tjelesne razvijenosti jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		
Indeks anamorfoznosti					
20. dan	45,95 ± 5,31	45,64 ± 4,68	46,47 ± 6,80	0,99	0,940
48. dan	55,93 ± 6,24	54,56 ± 7,19	58,10 ± 5,84	1,27	0,494
75. dan	60,96 ± 8,62	60,50 ± 6,55	63,90 ± 7,63	1,39	0,591
Indeks tjelesnih proporcija					
20. dan	18,36 ± 2,85	18,22 ± 3,18	18,96 ± 4,11	0,61	0,870
48. dan	26,89 ± 5,45	25,62 ± 3,13	28,69 ± 3,51	0,78	0,233
75. dan	29,22 ± 3,17	30,91 ± 3,56	32,04 ± 5,32	0,76	0,384
Indeks tjelesne kondicije					
20. dan	3,25 ± 0,27	3,29 ± 0,40	3,14 ± 0,32	0,06	0,546
48. dan	3,00 ± 0,00	3,06 ± 0,23	3,11 ± 0,22	0,04	0,586
75. dan	3,13 ± 0,23	3,13 ± 0,23	3,00 ± 0,00	0,04	0,321
Indeks prsa					
20. dan	58,41 ± 6,68	58,68 ± 5,86	59,05 ± 7,03	1,13	0,977
48. dan	55,79 ± 2,58	56,69 ± 3,01	56,84 ± 5,80	0,78	0,878
75. dan	52,07 ± 2,88	53,90 ± 2,46	52,89 ± 6,63	3,06	0,283
Indeks širine prsa					
20. dan	21,73 ± 2,87	21,06 ± 2,16	22,07 ± 2,84	0,46	0,646
48. dan	22,65 ± 0,82	21,36 ± 0,87	22,20 ± 2,65	0,34	0,303
75. dan	20,81 ± 1,30	20,80 ± 1,13	21,97 ± 3,48	0,40	0,431
Indeks tjelesne kompaktnosti					
20. dan	0,97 ± 0,03	1,00 ± 0,05	0,97 ± 0,04	0,01	0,215
48. dan	1,01 ± 0,03	1,00 ± 0,06	0,98 ± 0,04	0,01	0,426
75. dan	1,01 ± 0,05	1,00 ± 0,03	1,00 ± 0,03	0,01	0,750
Indeks mišićavosti					
20. dan	1,06 ± 0,05	1,02 ± 0,06	1,04 ± 0,06	0,01	0,199
48. dan	1,10 ± 0,05	1,03 ± 0,07	1,08 ± 0,07	0,01	0,134
75. dan	1,07 ± 0,06	1,05 ± 0,05	1,07 ± 0,08	0,01	0,626
Indeks dužine noge					
20. dan	62,81 ± 2,42	64,00 ± 3,25	62,60 ± 2,47	0,50	0,445
48. dan	$59,35^{b}$ ± 1,88	$62,26^{a}$ ± 1,94	$60,98^{ab}$ ± 1,31	0,40	0,011
75. dan	60,02 ± 1,77	61,39 ± 1,63	63,00 ± 7,10	0,76	0,350

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

Većina izračunatih indeksa tjelesne razvijenosti: indeks anamorfoznosti ($P\geq0,494$), tjelesnih proporcija ($P\geq0,233$), indeks tjelesne kondicije ($P\geq0,321$), indeks prsa ($P\geq0,283$) i širine prsa ($P\geq0,303$), kao i indeks tjelesne kompaktnosti ($P\geq0,215$) i mišićavosti ($P\geq0,134$)

nisu se značajno razlikovali uslijed dodatka PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu jaradi 20., 48. i 75. dana istraživanja. Dodatak ELS utjecao je na značajno povećanje ($P<0,05$) indeksa dužine nogu jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu jaradi, dok PSB dodatak nije rezultirao značajnim razlikama 48. dana istraživanja. Indeks dužine nogu nije se značajno razlikovao između skupina 20. i 75. dana istraživanja.

3.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil jaradi

3.5.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika

U predmetnom istraživanju utvrđeni su hematološki pokazatelji jaradi hranjene dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u krmnim smjesama, što je prikazano i u tablici 39. Navedena hranidba nije značajno utjecala na većinu istraživanih pokazatelja: na broj eritrocita ($P\geq0,364$), na sadržaj hemoglobina ($P\geq0,213$) i hematokrita ($P\geq0,213$) te na vrijednost prosječnog volumena eritrocita ($P\geq0,201$), prosječne koncentracije hemoglobina u eritrocitima ($P\leq0,124$) u jaradi 20., 48. i 75. dana istraživanja. Dodatak PSB i ELS značajno je povećao ($P<0,05$) broj leukocita 48. dana istraživanja, dok se 20. i 75. dana rezultati nisu značajno razlikovali. Također je utvrđeno značajno smanjenje ($P<0,05$) vrijednosti MCH 20. dana u odnosu na kontrolnu skupinu, dok se u preostalim uzorkovanjima nije značajno razlikovala između skupina.

U tablici 40. prikazan je udio pojedinih leukocita u punoj krvi jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu. Većina utvrđenih vrijednosti leukocita nije se značajno razlikovala između skupina jaradi ($P\leq0,087$). Dodatak ELS značajno je povećao ($P<0,05$) udio limfocita u krvi jaradi 48. dana istraživanja u odnosu na PSB skupinu, dok se istovremeno nije značajno razlikovao u odnosu na kontrolnu skupinu ($P>0,05$). Dodatak PSB značajno je utjecao na povećanje ($P<0,05$) udjela segmentiranih neutrofila u odnosu na ELS skupinu, ali ne i kontrolnu skupinu jaradi. Dodatak PSB značajno je smanjio ($P<0,05$) udio bazofila u jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu, dok ELS nije pokazao značajan utjecaj 75. dana istraživanja. Preostali se leukociti, kao što su nesegmentirani neutrofili ($P\geq0,098$), eozinofili ($P\geq0,068$) i

monociti (P≥0,197) nisu značajno razlikovali između skupina 20., 48. i 75. dana istraživanja. Svi su udjeli stanica diferencijalne krvne slike jaradi bile unutar referentnih vrijednosti za koze prema Fraser i Mays (1986.).

Tablica 39. Hematološki pokazatelji jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednosti*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Eritrociti (×10^{12} L)						
20. dan	10,78 ± 2,18	11,67 ± 2,38	11,19 ± 2,87	0,42	0,709	8,0-18,0
48. dan	11,63 ± 2,22	12,22 ± 2,94	13,33 ± 1,96	0,46	0,364	
75. dan	13,94 ±1,64	13,87 ± 2,63	14,58 ± 1,01	0,35	0,694	
Leukociti (×10^{12} L)						
20. dan	7,29 ± 2,18	8,08 ± 2,41	7,92 ± 3,16	0,44	0,778	4,0-13,0
48. dan	6,61^{b} ± 1,74	9,77^{a} ± 2,28	9,64^{a} ± 1,51	0,42	0,004	
75. dan	11,07 ± 3,66	11,83 ± 1,82	12,10 ± 3,34	0,50	0,729	
Hemoglobin (g/L)						
20. dan	89,00 ± 17,76	84,46 ± 16,22	83,25 ± 19,00	2,96	0,747	80,0-120,0
48. dan	85,14 ± 13,87	91,38 ± 17,61	98,50 ± 12,19	2,83	0,213	
75. dan	105,33 ± 12,23	105,57 ± 16,67	110,44 ± 8,76	2,37	0,656	
Hematokrit (L/L)						
20. dan	0,48 ± 0,17	0,51 ± 0,17	0,46 ± 0,16	0,03	0,741	0,22-0,38
48. dan	0,56 ± 0,22	0,53 ± 0,20	0,49 ± 0,19	0,04	0,791	
75. dan	0,46 ± 0,15	0,55 ± 0,22	0,42 ± 0,03	0,03	0,213	
MCH (pg)						
20. dan	8,21^{a} ± 1,18	7,27^{b} ± 0,46	7,50^{b} ± 0,40	0,14	0,006	5,2-8,0
48. dan	7,41 ± 0,61	7,62 ± 0,73	7,44 ± 0,54	0,11	0,736	
75. dan	7,58 ± 0,61	7,70 ± 0,51	7,59 ± 0,51	0,09	0,830	
MCV (fL)						
20. dan	41,98 ± 16,10	41,69 ± 19,52	41,76± 21,36	3,23	0,999	16,0-25,0
48. dan	56,77 ± 26,63	45,93 ± 22,82	38,60 ± 20,36	3,88	0,562	
75. dan	43,89 ± 23,81	54,56 ± 27,19	35,39 ± 21,24	4,47	0,201	
MCHC (g/L)						
20. dan	206,89 ± 68,80	186,23 ± 66,73	198,83 ± 65,41	11,20	0,766	300,0-
48. dan	159,86 ± 74,63	178,15 ± 81,20	221,20 ± 60,56	13,70	0,210	360,0
75. dan	208,00 ± 73,69	178,07 ± 81,53	244,56 ± 58,34	13,52	0,124	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Fraser i Mays (1986.); prosječni volumen eritrocita (MCV), prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima (MCH), prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Tablica 40. Broj pojedinih leukocita u jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Leukociti (%)	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentne vrijednosti*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Limfociti						
20. dan	54,22 ± 8,35	57,57 ± 8,65	54,50 ± 5,50	1,28	0,486	50-70
48. dan	60,57^{ab} ± 6,95	65,23^{a} ± 5,73	57,80^{b} ± 5,69	1,22	0,021	
75. dan	63,00 ± 6,61	64,64 ± 6,69	63,67 ± 6,60	1,14	0,840	
Neutrofili, segmentirani						
20. dan	43,89 ± 7,88	40,00 ± 9,05	42,75 ± 5,64	1,30	0,461	30-48*
48. dan	37,57^{ab} ± 6,75	32,54^{b} ± 5,71	40,20^{a} ± 5,33	1,21	0,013	
75. dan	34,56 ± 6,62	33,93 ± 7,16	34,78 ± 6,67	1,18	0,954	
Neutrofili, nesegmentirani						
20. dan	0,11 ± 0,33	0,64 ± 0,63	0,58 ± 0,67	0,10	0,098	0[2]
48. dan	0,57 ± 0,53	0,38 ± 0,65	0,10 ± 0,32	0,09	0,200	
75. dan	0,11 ± 0,33	0,36 ± 0,50	0,11 ± 0,33	0,07	0,267	
Eozinofili						
20. dan	1,22 ± 0,97	0,93 ± 0,62	0,83 ± 0,58	0,12	0,453	3-8
48. dan	1,00 ± 1,00	1,62 ± 1,33	1,30 ± 0,82	0,20	0,492	
75. dan	1,78 ± 0,83	0,86 ± 0,95	1,33 ± 0,87	0,17	0,068	
Bazofili						
20. dan	0,33 ± 0,50	0,71 ± 0,73	0,92 ± 0,79	0,12	0,183	0-2
48. dan	0,14 ± 0,38	0,23 ± 0,44	0,60 ± 0,52	0,09	0,087	
75. dan	0,56^{a} ± 0,53	0,21^{ab} ± 0,43	0,00^{b}	0,08	0,020	
Monociti						
20. dan	0,22 ± 0,44	0,14 ± 0,36	0,42 ± 0,51	0,07	0,289	0-4
48. dan	0,14 ± 0,38	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,03	0,197	
75. dan	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,11 ± 0,33	0,03	0,287	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1] Fraser i Mays (1986.); *ukupni neutrofili; [2]Rasedee i sur. (1981.); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

3.5.2. Biokemijski pokazatelji

U krvi jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS utvrđeni su biokemijski pokazatelji krvi. U tablici 41. prikazani su biokemijski pokazatelji koji ukazuju na odgovarajuću uravnoteženost bjelančevina u PSB i ELS krmnim smjesama kojima je jarad bila hranjena. Hranidba jaradi s dodacima PSB i ELS nije dovela do značajnih razlika u koncentraciji ureje (P≥0,307), ukupnih bjelančevina (P≥0,143) i

albumina (P≥0,253) 20., 48. i 75. dana istraživanja. Dodatak PSB značajno je povećao (P<0,05) koncentraciju globulina u odnosu na ELS, ali ne i u odnosu na kontrolnu skupinu 20. dana istraživanja. Koncentracija globulina nije se značajno razlikovala tijekom preostalih uzorkovanja (P≥0,138). Sve su koncentracije navedenih biokemijskih pokazatelja bile unutar referentnih vrijednosti (tablica 41.).

Tablica 41. Biokemijski pokazatelji u krvi jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentna vrijednost*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Urea (mmol/L)						
20. dan	4,21 ± 1,06	4,55 ± 1,40	4,10 ± 0,83	0,19	0,581	4,0-8,6
48. dan	3,96 ± 1,59	3,81 ± 1,22	4,03 ± 1,33	0,24	0,923	
75. dan	4,61 ± 1,19	4,58 ± 1,63	3,75 ± 0,94	0,25	0,307	
Ukupne bjelančevine(g/L)						
20. dan	54,33 ± 4,08	52,56 ± 4,35	55,91 ± 4,08	0,73	0,143	62,0-79,0
48. dan	53,53 ± 5,61	53,52 ± 4,07	53,00 ± 4,51	0,81	0,958	
75. dan	61,66 ± 3,98	64,45 ± 3,84	63,91 ± 2,71	0,66	0,222	
Albumin (g/L)						
20. dan	28,94 ± 2,23	30,44 ± 1,90	29,33 ± 2,61	0,39	0,253	29,0-43,0
48. dan	29,46 ± 1,37	28,55 ± 2,22	28,95 ± 1,98	0,35	0,624	
75. dan	30,46 ± 1,51	30,20 ± 2,25	30,70 ± 1,32	0,32	0,817	
Globulin (g/L)						
20. dan	25,39^{ab} ± 4,85	22,12^{b} ± 3,26	26,58^{a} ± 4,95	0,79	0,035	35-57[2]
48. dan	24,07 ± 5,01	24,97 ± 3,28	24,05 ± 2,84	0,64	0,793	
75. dan	31,20 ± 3,91	34,25 ± 3,60	33,21 ± 2,12	0,62	0,138	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Jackson i Cockcroft (2002.); [2]Kaneko i sur. (2008.); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

U tablici 42. prikazani su biokemijski pokazatelji energetskog statusa jaradi. Utvrđena je koncentracija glukoze, ukupnog kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola, triglicerida, NEFA i BHB. Utvrđena je tendencija povećanja (P=0,080) koncentracije glukoze 20. dana istraživanja pri hranidbi jaradi s dodatkom PSB (4,12 mmol/l), zatim slijede ELS (3,51 mmol/L) i kontrolna skupina (3,11 mmol/L). Povećanje koncentracije glukoze vidljivo je i u ostalim danima uzorkovanja, iako analizom varijance nije utvrđena značajna razlika (P≥0,808) između skupina. Dodatak PSB i ELS nije

rezultirao značajnim razlikama u koncentraciji ukupnog kolesterola (P≥0,297), HDL-a (P≥0,213), LDL-a (P≥0,213), triglicerida (P≥0,550) i NEFA (P≥0,231) 20., 48. i 75. dana istraživanja.

Tablica 42. Biokemijski pokazatelji u krvi jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Pokazatelj	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-*	*Referentna*
(mmol/L)	*Kontrolna*	*ELS*	*PSB*		*vrijednost*	*vrijednost*[1]
Glukoza						
20. dan	3,11 ± 0,82	3,51 ± 1,17	4,12 ± 0,89	0,18	0,080	2,4-4,0
48. dan	3,80 ± 1,13	4,03 ± 1,11	4,11 ± 0,64	0,18	0,808	
75. dan	4,04 ± 0,65	3,94 ± 0,55	4,08 ± 0,50	0,10	0,836	
Ukupni kolesterol						
20. dan	2,44 ± 0,81	2,60 ± 0,77	2,38 ± 0,64	0,12	0,739	1,0-3,0
48. dan	2,27 ± 0,58	2,22 ± 0,68	2,34 ± 0,73	0,12	0,906	
75. dan	2,47 ± 0,93	3,11 ± 0,88	2,84 ± 0,96	0,17	0,297	
HDL-kolesterol						
20. dan	1,45 ± 0,35	1,58 ± 0,32	1,37 ± 0,19	0,05	0,213	1,05-1,76[2]
48. dan	1,32 ± 0,33	1,29 ± 0,28	1,36 ± 0,33	0,05	0,860	
75. dan	1,40 ± 0,34	1,56 ± 0,27	1,49 ± 0,39	0,06	0,563	
LDL-kolesterol						
20. dan	0,81 ± 0,45	0,84 ± 0,43	0,84 ± 0,46	0,07	0,982	0,77-1,25[2]
48. dan	0,81 ± 0,28	0,75 ± 0,39	0,81 ± 0,38	0,06	0,895	
75. dan	0,89 ± 0,60	1,35 ± 0,60	1,16 ± 0,54	0,11	0,213	
*Triglicerid*i						
20. dan	0,42 ± 0,13	0,40 ± 0,16	0,35 ± 0,12	0,02	0,550	0,2[3]
48. dan	0,29 ± 0,17	0,40 ± 0,26	0,38 ± 0,21	0,04	0,606	
75. dan	0,39 ± 0,13	0,44 ± 0,20	0,42 ± 0,21	0,03	0,830	
Neesterificirane masne kiseline						
20. dan	1,33 ± 1,00	1,38 ± 0,86	1,67 ± 0,89	0,15	0,631	<0,2[2]
48. dan	0,28 ± 0,23	0,14 ± 0,10	0,17 ± 0,13	0,03	0,243	
75. dan	0,32 ± 0,31	0,16 ± 0,10	0,14 ± 0,17	0,04	0,231	
Beta-hidroksi butirat						
20. dan	0,46 ± 0,19	0,40 ± 0,14	0,49 ± 0,16	0,03	0,340	0,0-1,2
48. dan	0,28 ± 0,15	0,20 ± 0,12	0,20 ± 0,17	0,03	0,402	
75. dan	$0,35^{a}$ ± 0,13	$0,23^{b}$ ± 0,05	$0,25^{ab}$ ± 0,12	0,02	0,042	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Jackson i Cockcroft (2002.); [2]Antunović i sur. (2017.) [3]Tschuor i sur. (2008.); HDL-lipoprotein visoke gustoće, LDL-lipoprotein niske gustoće; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Rezultati istraživanja ukazuju na neznatno više vrijednosti koncentracije ukupnog kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola i triglicerida u krvi jaradi hranjene krmnom smjesom s dodacima PSB i ELS, iako analizom varijance nije utvrđena značajna razlika. Dodatkom ELS, 75. dana istraživanja, utvrđeno je značajno smanjenje ($P<0,05$) koncentracije BHB u odnosu na kontrolnu skupinu (0,23 : 0,35 mmol/L), ali ne i u skupini jaradi koja je bila hranjena s PSB. Koncentracija BHB nije se značajno razlikovala ($P\geq0,340$) između skupina 20. i 48 dana istraživanja.

3.5.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima

Utvrđene koncentracije kalcija, anorganskog fosfora, magnezija i željeza prikazane su u tablici 43. Dodatak PSB i ELS nije uzrokovao značajne promjene koncentracije kalcija ($P\geq0,116$), anorganskog fosfora ($P\geq0,176$) i željeza ($P\geq0,178$) u krvi jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu. Analizom koncentracije magnezija vidljiva je tendencija povećanja ($P=0,050$) koncentracije magnezija 48. dana istraživanja u pokusnih skupina koja je iznosila 0,94 u PSB i ELS skupini u odnosu na 0,87 mmol/L u kontrolnoj skupini. Mjerenjem koncentracija magnezija u krvi jaradi 20. i 75. dana istraživanja koncentracija magnezija nije se značajno razlikovala ($P\geq0,347$). Sve su navedene koncentracije minerala u serumu jaradi bile unutar referentnih vrijednosti za koze prema Jackson i Cockcroft (2002.) te Tschuori sur. (2008.).

U tablici 44. prikazane su vrijednosti aktivnosti enzima AST, ALT i GGT u krvi jaradi hranjene dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu. Aktivnost aspartat aminotransferaze značajno je smanjena ($P<0,05$) u ELS (83,55 U/L) i PSB (79,57 U/L) u odnosu na kontrolnu skupinu jaradi (107,30 U/L) 75. dana istraživanja. U ostalim uzorkovanjima (20. i 48. dana) aktivnost enzima AST nije se značajno razllikovala ($P\geq0,575$). Pokusna hranidba je također značajno ($P=0,011$) utjecala i na aktivnost GGT enzima u krvi jaradi 75. dana istraživanja. U pokusnih je skupina aktivnost GGT-a značajno smanjena ($P<0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu (39,06 i 37,89 : 47,45 U/L). Tijekom cijelog istraživanja aktivnost GGT enzima je bila smanjena u pokusnim skupinama, premda 20. i 48. dana istraživanja nisu utvrđene značajne razlike ($P\geq0,293$). Nasuprot navedenome, dodatak PSB i ELS nije značajno ($P\geq0,102$) utjecao na aktivnost

ALT enzima. Navedene su aktivnosti jetrenih enzima bile unutar referentnih vrijednosti, osim enzima GGT čija je aktivnost bila neznatno iznad referentnog intervala (tablica 44.).

Tablica 43. Koncentracija minerala u krvi jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Minerali	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-vrijednost*	*Referentna vrijednost*[1]
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*			
Kalcij (mmol/L)						
20. dan	2,38 ± 0,11	2,44 ± 0,10	2,50 ± 0,17	0,02	0,116	2,30-2,90
48. dan	2,41 ± 0,09	2,42 ± 0,13	2,40 ± 0,09	0,02	0,927	
75. dan	2,47 ± 0,10	2,40 ± 0,16	2,27 ± 0,67	0,07	0,553	
Fosfor, anorganski (mmol/L)						
20. dan	3,06 ± 0,41	3,14 ± 0,34	3,02 ± 0,44	0,07	0,743	1,0-2,4
48. dan	3,12 ± 0,29	3,10 ± 0,33	3,31 ± 0,36	0,06	0,289	
75. dan	3,36 ± 0,50	3,00 ± 0,39	3,09 ± 0,40	0,08	0,176	
Magnezij (mmol/L)						
20. dan	0,93 ± 0,08	0,97 ± 0,08	0,91 ± 0,12	0,02	0,347	0,8-1,3
48. dan	0,87 ± 0,07	0,94 ± 0,07	0,94 ± 0,06	0,01	0,050	
75. dan	0,96 ± 0,07	0,98 ± 0,10	1,03 ± 0,12	0,02	0,365	
Željezo (µmol/L)						
20. dan	36,72 ± 12,26	29,14 ± 14,58	33,40 ± 10,80	2,17	0,380	11,6-38,1[2]
48. dan	34,13 ± 12,10	28,76 ± 12,76	38,56 ± 11,50	2,29	0,178	
75. dan	25,38 ± 7,46	22,00 ± 6,45	22,50 ± 4,34	1,11	0,462	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Jackson i Cockcroft (2002.); [2]Tschuor i sur. (2008.); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti ($P<0,05$).

Antioksidativni status krvi jaradi prikazan je vrijednostima enzima glutation peroksidaze (GPx) i superoksid dismutaze (SOD). U tablici 45. prikazane su aktivnosti djelovanja GPx i SOD enzima u krvi jaradi hranjene s dodatkom PSB i ELS. Aktivnost enzima GPx nije bila pod značajnim utjecajem dodatka ELS i PSB u hranu jaradi ($P\geq0,537$) 20. i 48. dana istraživanja, ali je značajno povećana ($P<0,05$) 75. dana istraživanja u skupini ELS, u odnosu na PSB, ali ne i kontrolnoj skupini. Aktivnost GPx u krvi je tijekom svih uzorkovanja bila viša u ELS skupini u odnosu na kontrolu i PSB, iako analizom varijance nisu utvrđene značajne razlike. Aktivnost enzima SOD u serumu nije bila pod značajnim utjecajem hranidbe jaradi s dodacima PSB i ELS 20., 48. i 75. dana istraživanja.

Tablica 44. Aktivnost enzima u krvi jaradi hranjene krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Enzim	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-*	*Referentna*
(U/L)	*Kontrolna*	*ELS*	*PSB*		*vrijednost*	*vrijednost*[1]
Aspartat aminotransferaza						
20. dan	70,30 ± 9,05	75,79 ± 16,71	73,84 ± 14,03	2,36	0,667	46-161
48. dan	84,87 ± 17,55	78,66 ± 19,37	75,82 ± 14,37	3,13	0,575	
75. dan	$107,30^{a}$ ± 27,83	$83,55^{b}$ ± 13,41	$79,57^{b}$ ± 7,60	3,61	0,004	
Alanin aminotransferaza						
20. dan	11,57 ± 3,07	15,51 ± 5,53	13,52 ± 2,92	0,74	0,102	14-32[2]
48. dan	13,32 ± 3,10	15,56 ± 5,47	15,16 ± 3,23	0,78	0,533	
75. dan	20,37± 8,20	15,35 ± 3,44	19,50 ± 10,29	1,33	0,231	
Gama-glutamil transferaza						
20. dan	48,80 ± 36,91	35,94 ± 10,02	36,84 ± 8,73	3,44	0,293	34-65
48. dan	43,97 ± 6,27	42,18 ± 12,68	41,61 ± 9,25	1,85	0,896	
75. dan	$47,45^{a}$ ± 8,17	$39,06^{b}$ ± 5,90	$37,89^{b}$ ± 6,27	1,35	0,011	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Smith (2002.); [2]Tschuor i sur. (2008.); [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05).

Tablica 45. Aktivnost enzima antioksidativnog statusa u krvi jaradi hranjenih krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve (PSB) i ekstrudiranog lana (ELS)

Enzim	*Srednja vrijednost ± SD*			*SEM*	*P-*	*Referentne*
	Kontrolna	*ELS*	*PSB*		*vrijednost*	*vrijednosti*
Glutation peroksidaza (U/L)						
20. dan	970,49 ± 347,68	1021,56 ± 196,73	891,62 ± 375,58	51,30	0,565	
48. dan	1011,12 ± 301,18	1034,53 ± 283,21	886,10 ± 307,84	58,01	0,537	>600[1]
75. dan	$719,47^{ab}$ ± 111,89	$847,84^{a}$ ± 254,53	$594,99^{b}$ ± 132,00	38,07	0,016	
Superoksid dismutaza (U/ml)						
20. dan	0,38 ± 0,38	0,39 ± 0,31	0,42 ± 0,25	0,06	0,976	
48. dan	0,38 ± 0,29	0,50 ± 0,32	0,54 ± 0,42	0,07	0,677	0,184[2]
75. dan	0,94 ± 0,62	0,60 ± 0,33	0,65 ± 0,52	0,09	0,277	

SD-standardna devijacija, SEM-standardna pogreška srednje vrijednosti; [1]Pavlata i sur. (2012.)-u punoj krvi ovaca; [2]Maan i sur. (2013.)-u serumu ovaca; [a, b] Vrijednosti označene različitim slovima unutar reda su na razini značajnosti (P<0,05);

4. RASPRAVA

4.1. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva koza

4.1.1. Fenotipske odlike i indeksi tjelesne razvijenosti

Čimbenici koji utječu na smanjenje ili povećanje tjelesne mase koza tijekom laktacije su genetski potencijal koza za proizvodnju mlijeka, hranidba, stadij laktacije te interakcija između navedenih čimbenika (Ngwa i sur., 2009.). Oblik tijela podrazumijeva konformaciju koja je rezultat heritabiliteta, premda i okolišni čimbenici mogu utjecati na oblikovanje tijela, pri čemu su tjelesne mjere povezane s proizvodnim svojstvima (Chacon i sur., 2011.). Fenotipske odlike najčešće podrazumijevaju tjelesnu masu, visinu grebena, dužinu trupa, dubinu i opseg prsa, opseg cjevanice, indeks tjelesne kondicije (Antunović i sur., 2013.a) te indekse tjelesne razvijenosti: indeks anamorfoznosti, indeks tjelesnih proporcija, indeks tjelesne kompaktnosti i indeks mišićavosti (Novoselec i sur., 2015.; Antunović i sur., 2016.).

U predmetnom istraživanju hranidba koza krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS nije značajno utjecala na tjelesnu masu koza, iako su vidljive razlike ($P>0,05$) u pokusnih u odnosu na kontrolnu skupina tijekom svih uzorkovanja (tablica 17.). Za rast koza potrebne su odgovarajuće hranjive tvari te povoljan omjer energije i bjelančevina (Okello i sur., 2009.). Krmne smjese u predmetnom istraživanju bile su izbalansirane u pogledu sadržaja hranjivih tvari i metaboličke energije (tablica 14.), stoga se tjelesna masa i fenotipske odlike nisu značajno razlikovale između istraživanih skupina. Navedeno ukazuje na mogućnost potpune zamjene sačme i ekstrudirane soje s pogačom sjemenki bundeve ili djelomično ekstrudiranim lanom u obrocima koza u laktaciji, bez negativnog utjecaja na njihovu tjelesnu masu i fenotipske odlike. Koze su u predmetnom istraživanju bile u dobi od 3,5 godine, prosječne tjelesne mase od 43,72 do 52,66 kg (tablica 17.). Slične tjelesne mase francuske alpine utvrdili su Antunović i sur. (2016.) u dobi između 3 i 4 godine (39,01 i 54,01 kg).

Dodaci PSB i ELS u krmnim smjesama nisu utjecali na istraživane fenotipske odlike koza: visinu grebena, dužinu trupa, opseg prsa, dubinu prsa, širinu prsa, opseg buta, dužinu buta i opseg cjevanice (P≥0,096; tablica 17.). Slične vrijednosti visine grebena, dužine trupa, širine prsa, opsega prsa i cjevanice utvrdili su Antunović i sur. (2016.). Birteeb i Lomo (2015.) tvrde da je u koza povećana visina grebena koza proporcionalna povećanju dužine trupa, opsegu prsa, uz povećanje ukupne tjelesne razvijenosti, što je u istom radu prikazano pozitivnim značajnim (P<0,05) korelacijama između navedenih fenotipskih odlika (r=0,485; r=0,347). Opseg prsa, dužina trupa i visina grebena ukazuju općenito na tjelesnu razvijenost, dok opseg prsa i dužina trupa najbolje predviđaju tjelesnu masu (r=0,666; r=0,706; Birteeb i Lomo, 2015.). S obzirom da nisu utvrđene značajne razlike između fenotipskih odlika koza, prema tome ni izračunati indeksi tjelesne razvijenosti također nisu bili pod utjecajem dodataka PSB i ELS (P≥0,215; tablica 18.) u krmnim smjesama.

Indeks tjelesne kondicije vrlo je važan instrument za procjenu hranidbenog statusa domaćih životinja, kao i utvrđivanje potencijalnih zdravstvenih problema u mliječnih krava, ovaca i koza, a koji bi u životinja u laktaciji trebao biti viši od 2 (Binev i sur., 2014.). Indeks tjelesne kondicije ukazuje na dostupnost tjelesnih pričuva koje životinja u laktaciji koristi pri negativnoj energetskoj ravnoteži, stresu i nedostatku hranjivih tvari pod utjecajem nedostatne i neodgovarajuće hranidbe (Villaquirán i sur., 2012.). U predmetnom istraživanju prosječni indeksi tjelesne kondicije koza bili su od 2,90 do 3,15 te se nisu značajno (P>0,05) razlikovali između istraživanih skupina. Dakle, rezultati predmetnog istraživanja ukazuju na zadovoljavajuću opskrbljenost koza u laktaciji hranjivim tvarima pri hranidbi krmnim smjesama s dodacima PSB i ELS.

4.1.2. Količina i kemijski sastav mlijeka

Hranidba koza krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS nije značajno utjecala na promjene u količini proizvedenog mlijeka i njegovom kemijskom sastavu u odnosu na kontrolnu skupinu čiji je bjelančevinasti sastojak bio ekstrudirana soja i sačma soje. Prema Park i Haenlein (2010.) povećanje sadržaja energije u obrocima koza najčešće dovodi do povećanja količine proizvedenog mlijeka. U predmetnom su istraživanju krmne smjese

bile uravnoteženog kemijskog sastava i vrlo sličnog sadržaja metaboličke energije, koje su kozama davane u jednakim količinama (1 kg/dan/koza; tablica 14.). Renna i sur. (2013.) nisu utvrdili značajne razlike u količini mlijeka između skupina, ni u sadržaju bjelančevina i laktoze (P>0,05) u istraživanju hranidbe koza s dodatkom 3g/100g ST ekstrudiranog lana u krmnoj smjesi. U navedenim je smjesama bjelančevinasti sastojak bio i od 14,7% sačme soje, dok se u kontrolnoj skupini temeljio na sačmi soje bez dodatka ekstrudiranog lana. Delmotte i sur. (2009.) nisu utvrdili značajan utjecaj ekstrudiranog lana na proizvodnju mlijeka (P=0,945), sadržaj mliječne masti i bjelančevina, koncentraciju ureje kao ni na broj somatskih stanica u mlijeku (P>0,623). Bernard i sur. (2015.) nisu utvrdili značajan utjecaj hranidbe koza s dodatkom ekstrudiranog lana (216 g/kg ST) niti u kombinaciji s ribljim uljem na količinu proizvedenog mlijeka. U istraživanju Bernard i sur. (2016.) količina proizvedenog mlijeka nije se značajno razlikovala (P=0,991) između koza koje su konzumirale 360 g/dan ekstrudiranog lana koji je djelomično zamijenio sačmu soje u odnosu na kontrolnu skupinu bez dodatka pri čemu su se obroci temeljili na sijenu lucerne i krmnoj smjesi s dodatkom 40 g/dan ribljeg ulja. Analizom dostupne literature nije pronađeno istraživanje utjecaja PSB na količinu i kemijski sastav mlijeka preživača. Prema Chilliard i sur. (2013.) sjemenke uljarica i dodaci biljnih ulja u obroke koza nemaju utjecaj na količinu mlijeka, osim mogućeg neznatnog povećanja sadržaja mliječne masti. Nudda i sur. (2015.a) nisu utvrdili značajne promjene (P>0,05) u proizvodnji mlijeka ovaca hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana (0,22 kg/dan) u zamijenu za zrno soje i stočni grašak. Uz to, nisu utvrdili značajne razlike u osnovnom kemijskom sastavu ovčjeg mlijeka.

Sadržaji sirovih bjelančevina, masti i laktoze te koncentracije ureje u mlijeku koza nisu se značajno (P>0,05) razlikovali između skupina, što ukazuje na kvalitetno izbalansirane krmne smjese. Njihov sadržaj u mlijeku mijenjao se tijekom različitih uzorkovanja, što je posljedica različitih stadija laktacije, koji prate normalnu laktacijsku krivulju koza. Park i Haenlein (2010.) navode negativnu korelaciju između količine mlijeka i sadržaja mliječne masti, bjelančevina i minerala u mlijeku te pozitivnu povezanost između sadržaja laktoze i količine mlijeka. Stoga, laktacijska krivulja podrazumijeva visoki sadržaj mliječne masti, bjelančevina i minerala u fazi lučenja kolostruma, nakon čega počinje opadati do petog dana laktacije, a doseže najniže vrijednosti tijekom najveće proizvodnje mlijeka, odnosno do 60. dana laktacije, dok se

odmicanjem laktacije povećavaju uz smanjenje količine mlijeka (Strzalkowska i sur., 2009.).

Iz rezultata predmetnog istraživanja vidljiva je tendencija smanjenja (P=0,078) količine proizvedenog mlijeka koza ELS skupine 20. dana istraživanja. Navedeno ukazuje na veći utrošak energije krmiva za sintezu bjelančevina i masti (tablica 19.) u odnosu na količinu mlijeka, što je rezultiralo većim sadržajem bjelančevina i masti, odnosno manjom količinom mlijeka u ELS skupini 20. dana istraživanja. Navedeni je trend u skladu s vrijednostima karakterističnim za normalnu laktacijsku krivulju koza (Park i Haenlein, 2010.). Navedeno povećanje sadržaja bjelančevina pri dodatku ELS vidljivo je tijekom svih uzorkovanja, iako analizom varijance nisu utvrđene značajne razlike. Unatoč tome, značajnost je utvrđena u ukupnom sadržaju suhe tvari bez masti, 75. dana istraživanja koja je u ELS bila 8,40 g/100 g u odnosu na 8,00 u kontrolnoj skupini, što je posljedica povećanja sadržaja bjelančevina u mlijeku (Ueyama i Hirose, 1964.).

Dodatak PSB i ELS u krmnim smjesama koza predmetnog istraživanja nije utjecao na značajne (P>0,05) razlike u koncentraciji ureje u mlijeku. Koncentracija ureje u mlijeku može se koristiti kao dobar pokazatelj hranidbenog statusa preživača (Gustafsson i sur., 1993.) kao i odgovarajuće konzumacije bjelančevina, odnosno kvalitete krmiva (Bonanno i sur., 2008.), što ukazuje na dobru uravnoteženost obroka koza predmetnog istraživanja. Tijekom razgradnje bjelančevina na aminokiseline i amonijak u buragu, bakterije uz pomoć energije iz hlapljivih masnih kiselina, koriste aminokiseline i amonijak za sintezu mikrobnih bjelančevina (Arunvipas i sur., 2008.). Pri nedostatku energije bakterije nisu sposobne iskoristiti aminokiseline i amonijak koji se stoga apsorbira u krvotok i prenosi u jetru za sintezu ureje koja se distribuira krvotokom i pasivno difundira u mliječnu žlijezdu (Gustafsson i sur., 1993.).

Broj somatskih stanica i broj kolonija bakterija u kozjem mlijeku nije se značajno (P>0,05) razlikovao između skupina. Ying i sur. (2004.) su utvrdili negativnu korelaciju između količine mlijeka i broja somatskh stanica, odnosno kolonija bakterija. Nudda i sur. (2013.) također nisu utvrdili značajan utjecaj ekstrudiranog lana na broj somatskih stanica u kozjem mlijeku. Paape i sur. (2001.) tvrde da je broj somatskih stanica u kozjem mlijeku veći nego u kravljem mlijeku. Slične su vrijednosti broja somatskih stanica i kolonija bakterija u francuske alpine utvrdili Antunović i sur. (2013.a). Božanić i sur. (2002.)

navode da pri velikom broju somatskih stanica u mlijeku može doći do smanjenja količine mlijeka i promjena njegovog kemijskog sastava te fizikalnih i preradbenih osobina. Rezultati količine i kemijskog sastava mlijeka, koji se nisu značajno razlikovali između skupina, ukazuju na mogućnost uključivanja ekstrudiranog lana i pogače sjemenki bundeve u krmne smjese u hranidbu koza bez narušavanja količine i kvalitete mlijeka.

4.2. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na masnokiselinski sastav mlijeka

4.2.1. Masne kiseline s parnim brojem ugljikovih atoma

U predmetnom istraživanju koncentracije kratkolančanih masnih kiselina (C4:0-C10:0) s parnim brojem ugljikovih atoma, osobito kapronske, kaprilne i kaprinske, nisu bile pod značajnim utjecajem PSB i ELS dodataka u obroke koza ($P \geq 0{,}294$). Naime, navedene su masne kiseline odgovorne za karakterističan miris i okus kozjega mlijeka kao i za osobite zdravstvene pogodnosti koje omogućuju bolju probavljivost kozjeg mlijeka (Božanić i sur., 2002.). Prema Chilliard i sur. (2013.) *de novo* sinteza masnih kiselina može biti inhibirana ako biohidrogenacija nezasićenih masnih kiselina u buragu nakon konzumacije krmiva bogatih tim masnim kiselinama dovede do povećanja koncentracije C18:0 i C18:1 *trans*-11, s obzirom da dugolančane masne kiseline inhibiraju aktivnost acetil-CoA karboksilaze u mliječnoj žlijezdi (Mele i sur., 2008.). Iako su Chilliard i sur. (2013.) utvrdili kako sinteza SCFA djelomično ovisi i o metaboličkim putevima koji nisu ovisni o malonil-CoA i aktivnosti acetil-CoA karboksilaze. U skladu s Chilliard i sur. (2013.), rezultati predmetnog istraživanja potvrdili su ovaj neobičan odgovor mliječne žlijezde na hranidbu dugolančanim masnim kiselinama. Naime, na početku i na kraju istraživanja koncentracija SCFA nije se značajno razlikovala, dok je koncentracija dugolančanih masnih kiselina značajno povećana na kraju istraživanja pri dodatku ELS. Istovremeno, značajno povećanje LCFA nije dovelo do inhibicije SCFA *de novo* u ELS skupini na kraju istraživanja s obzirom da su one sintetizirane i drugim metaboličkim putevima. Slični se suprotni rezultati SCFA susreću i u analiziranoj znanstvenoj literaturi. Nudda i sur. (2006.) također nisu utvrdili značajan utjecaj dodatka ekstrudiranog lana na

koncentraciju navedenih kratkolančanih masnih kiselina u usporedbi s kozama hranjenim krmnim smjesama bez navedenog dodataka. Slično su utvrdili Renna i sur. (2013.) za koncentracije C6:0, dok je istovremeno utvrđeno povećanje koncentracije C8:0 i C10:0 pri dodatku ekstrudiranog lana. U predmetnom istraživanju koncentracija navedenih masnih kiselina bila je viša u svim skupinama u odnosu na istraživanje Renna i sur. (2013.) kao i Nudda i sur. (2006.). U istraživanju Nudda i sur. (2007.) dodatak ekstrudiranog lana nije bio uzrokom značajnih razlika u koncentraciji C6:0-C12:0 masnih kiselina u odnosu na skupinu koza hranjenih dodatkom sjemenki pamuka, pri čemu su obroci bili energetski potpuno izbalansirani. Suprotno navedenom, Bernard i sur. (2015.) su proveli istraživanje s dodatkom 216 g/kg ST ekstrudiranog lana u obroke koza u odnosu na kontrolnu skupinu bez dodataka, pri čemu je ELS skupina bila bogatija u sadržaju masti. Ovako dodan izvor masnoće u obliku ELS doveo je do značajnog smanjenja koncentracije C6:0, C8:0 i C10:0 u mlijeku koza. U navedenom istraživanju smanjenje kratkolančanih masnih kiselina posljedica je povećane koncentracije MUFA i PUFA u ELS skupini. Bernard i sur. (2015.) su izvijestili kako bi smanjenje tih masnih kiselina moglo biti djelomično i uslijed smanjenja koncentracije acetata i 3-hidroksibutirata koji predstavljaju supstrat za sintezu masnih kiselina *de novo* u mliječnoj žlijezdi.

Koncentracije pojedinih srednjelančanih masnih kiselina u mlijeku koza razlikovale su se između skupina. Dodatak ELS utjecao je na značajno ($P<0,05$) smanjenje koncentracije C14:0 (miristinska) 75. dana istraživanja, dok dodatak PSB nije rezultirao značajnim razlikama u usporedbi s kontrolnom skupinom. Nudda i sur. (2006.) su utvrdili značajno smanjenje ($P<0,05$) koncentracije C14:0 u mlijeku koza hranjenih dodatkom 10% ekstrudiranog lana u krmne smjese (9,46 : 10,68 mg/100 mg). Dodatak PSB je značajno ($P<0,05$) povećao koncentraciju C16:0 u odnosu na ELS, ali ne i na kontrolnu skupinu. Iz tablice 16. vidljiva je viša koncentracija C16:0 u krmnoj smjesi s dodatkom pogače bundeve u odnosu na ELS smjesu, što je utjecalo na kozje mlijeko, s obzirom da je 60% koncentracije C16:0 istovjetno onoj u krmivima, dok se 40% sintetizira u mliječnoj žlijezdi (Chilliard i Ferlay, 2004.). Smanjenje koncentracije C16:0 u mlijeku uobičajena je pojava prilikom dodatka ELS (Nudda i sur. 2006. i 2007.; Renna i sur. 2013.; Bernard i sur., 2015.). Bernard i sur. (2015.) su utvrdili smanjenje C16:0 s dodatkom ELS za 43%. Iz tablice 21. vidljivo je kako je ELS doveo do značajnog povećanja ($P<0,05$) stearinske kiseline (C18:0) 75. dana istraživanja, što je utvrđeno i u mlijeku u istraživanjima s

dodatkom ELS u obroke koza (Renna i sur. 2013.; Nudda i sur. 2006.; Bernard i sur., 2015.). Nudda i sur. (2006.) su utvrdili povećanje koncentracije C18:0 u kozjem mlijeku dobivenom od koza hranjenih povećanim sadržajem ELS u krmnim smjesama te su s 5% ELS u krmnoj smjesi utvrdili 8,74 mg/100mg, a s 10% ELS koncentraciju od 10,01 mg/100 mg. Chilliard i Ferlay (2004.) navode da je porast C18:0 posljedica konzumacije visoke koncentracije C18 nezasićenih masnih kiselina koje se u buragu koza biohidrogeniraju do C18:0. Dakle, u odnosu na kontrolnu skupinu, ELS dodatak rezultirao je višom razinom biohidrogenacije koja je bila potpuna, što je vidljivo u povišenoj koncentraciji krajnjih proizvoda fermentacije u buragu, dok je koncentracija C18:0 pri dodataku PSB bila između koncentracije u ELS i kontrolnoj skupini 75. dana istraživanja. Na početku istraživanja koncentracije C18:0 nisu se značajno razlikovale između mlijeka istraživanih skupina ($P>0,05$). Renna i sur. (2013.) su pri dodatku 3g/100 ELS utvrdili značajno višu koncentraciju C18:0 i to 14,16 u odnosu na 11,68 g/100g u kontrolnoj skupini. Slično su izvijestili Chilliard i sur. (2007.) ukazujući na povećanje koncentracije C18:0 u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu skupinu.

Na početku i na kraju istraživanja dodaci ELS i PSB u krmnim smjesama rezultirali su značajnim smanjenjem ($P<0,05$) koncentracije LA u odnosu na kontrolnu skupinu (tablica 21.) za 35,4 i 19,4% 20. dana istraživanja te 25,0 i 18,6% 75. dana istraživanja. Navedene su koncentracije posljedica više koncentracije LA u krmnoj smjesi koja sadrži sačmu i ekstrudiranu soju kao bjelančevinasti sastojak krmne smjese (Yeom i sur., 2003.; tablica 13.) što je u skladu s istraživanjima Chilliard i sur. (2003.) te Renna i sur. (2013.). Prema Bernard i sur. (2005.), viša konzumacija LCFA (ukupnih C18) smanjuje prijenos istih masnih kiselina u mlijeko, najvjerojatnije uslijed kvalitetnog iskorištenja LCFA u ostalim tkivima, kao i značajnije ugradnje u fosfolipide i estere kolesterola. S obzirom da je LA supstrat za sintezu arahidonske kiseline (Patterson i sur., 2012.), stoga je koncentracija AA značajno smanjena ($P<0,05$) u mlijeku koza koje su hranjene dodatkom ELS u usporedbi s kontrolnom skupinom, dok se koncentracija iste masne kiseline nije značajno razlikovala u PSB 75. dana istraživanja. S druge strane LA i ALA su supstrati za sintezu dugolančanih n-6 i n-3 masnih kiselina koje se procesom elongacije sintetiziraju uz pomoć istih skupina enzima, zbog čega su one u kompeticijskom odnosu (Patterson i sur., 2012.).

U istraživanjima s dodacima ELS u hranidbi koza uobičajeno je povećanje koncentracije ALA. U predmetnom istraživanju dodatak ELS rezultirao je značajnim povećanjem ($P<0,05$) koncentracije ALA u mlijeku i to 58% na početku i 47,4% na kraju istraživanja u odnosu na kontrolnu skupinu i PSB. Dodatak PSB nije rezultirao značajnim razlikama ($P>0,05$) 20. i 75. dana istraživanja. Povećanje koncentracije ALA u mlijeku je bilo očekivano s obzirom da je dodatak ELS obogatio krmnu smjesu s ALA (tablica 16.), što je utjecalo na značajno povećanje u mlijeku. Povezanost između ALA iz krmiva i koncentracije ALA u mlijeku je linearna, pri čemu je prijenos ALA iz krmiva u mlijeko približno 4,5% (Doreau i Ferlay, 2015.). Slično su utvrdili Renna i sur. (2013.) pri dodatku ELS u krmne smjese gdje su koze konzumirale 21,53 g ALA/dan što je dovelo do povećanja navedene masne kiseline (0,62 g/100g) u mlijeku u odnosu na kontrolnu skupinu (0,45 g/100g) koza. Nudda i sur. (2006.) su proveli istraživanje na kozama hranjenim dodatkom ELS u krmne smjese koja je sadržavala 10,1 mg/100mg ALA što je utjecalo na povećanje ALA u mlijeku i to 0,99 mg/100mg u odnosu na kontrolnu skupinu koza i koncentraciju od 0,45 mg/100mg ALA. Koncentracije ALA 75. dana istraživanja smanjene su s 0,50, 0,79 i 0,36 g/100 g na 0,38, 0,56 i 0,33 g/100 u kontrolnoj, ELS i PSB. Smanjena mobilizacija adipoznog tkiva vjerojatno je uzrokovala smanjenje koncentracije ALA u svim skupinama tijekom laktacije (Palladino i sur., 2010.). Najviša razina smanjenja utvrđena je u ELS skupini (30%), zatim u kontrolnoj (24%) te u PSB (8,4%). Chilliard i sur. (2003.) navode da se tijekom najviše proizvodnje mlijeka masne kiseline iz obroka vjerojatno usmjeravaju k sintezi adipoznog tkiva. Koncentracija n-3 masnih kiselina od najmanje 0,6 g/100g proizvoda svrstava mlijeko u proizvode visoke koncentracije poželjnih n-3 masnih kiselina, dok najmanje 0,3 g/100g proizvoda ukazuje na proizvod koji je dobar izvor n-3 masnih kiselina (Commission Regulation EU, 2010.). U predmetnom istraživanju mlijeko koza hranjenih dodatkom PSB dobar je izvor n-3 masnih kiselina, dok je mlijeko ELS skupine bogat izvor n-3 masnih kiselina.

U ELS skupini utvrđeno je i značajno povećanje ($P<0,05$) ostalih n-3 masnih kiselina kao što su EPA u usporedbi s kontrolnom skupinom te DPA u odnosu na PSB skupinu, ali ne i u odnosu na kontrolnu u oba uzorkovanja. Iako su se koncentracije navedenih masnih kiselina povećale, njihova je koncentracija vrlo mala, što je i karakteristično za mlijeko preživača (Nudda i sur., 2006.). Nudda i sur. (2006.) su također utvrdili značajno povećanje ($P<0,05$) EPA, no ne i DHA u skupini koza hranjenih krmnim

smjesama s dodatkom ELS, premda je koncentracija bila vrlo niska. Povećanje EPA i DHA pri dodatku ELS javlja se uslijed povećane koncentracije ALA koja je supstrat za sintezu dugolančanih LCFA (Patterson i sur., 2012.; slika 1.). Međutim, učinkovitost desaturacije i elongacije dugolančanih masnih kiselina u sisavaca je vrlo niska (Abedi i Sahari, 2014.) što je vidljivo i u niskoj koncentraciji istih masnih kiselina u predmetnom istraživanju.

4.2.2. Neparne i razgranate masne kiseline

Dodatak ELS i PSB u obroke koza većinom nije rezultirao značajnim razlikama u koncentraciji neparnih masnih kiselina u mlijeku ($P \geq 0,071$; tablice 23. i 24.) u odnosu na mlijeko koza kontrolne skupine. Koncentracije C15 i C19:1 značajno su odstupale u skupini koza hranjenih dodatkom ELS, no koncentracije navedenih masnih kiselina 75. dana istraživanja značajno su povećane ($P<0,05$) u istoj skupini, u odnosu na kontrolnu skupinu. Dodatak ELS utjecao je na značajno povećanje ($P<0,05$) koncentracije pojedinih razgranatih masnih kiselina, dok dodatak PSB nije rezultirao značajnim razlikama ($P>0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu (tablica 24.). U predmetnom istraživanju najznačajnije neparne i razgranate masne kiseline u kozjem mlijeku su C15:0 i C17:0 te C14 *izo*, C15 *izo*, C15 *anteizo*, C16 *izo* i C17 *izo*.

Varijacije u koncentraciji neparnih i razgranatih masnih kiselina ukazuju na koncentraciju tih masnih kiselina bakterija i u buragu te se najčešće koriste kao dijagnostičko sredstvo funkcije buraga (Vlaeminck i sur., 2006.). Koncentracije C15 *izo*, C15 *anteizo* i C16 *izo*, značajno su povećane ($P<0,05$) u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu skupinu. Koncentracije istih masnih kiselina u skupini koza hranjenih dodatkom PSB bile su većinom između vrijednosti utvrđenih u ELS i kontrolnoj skupini. S obzirom da navedene neparne i razgranate masne kiseline potječu od bakterija u buragu, njihova viša koncentracija pri dodatku ELS u hranidbi koza ukazuje na povećanje rasta bakterija kao i promjenu sadržaja mikrobne populacije (Vlaeminck i sur., 2006.). Mika i sur. (2016.) navode da *izo* razgranate masne kiseline imaju potencijalna protuupalna, antidijabetska i antikancerogena svojstva uslijed konzumacije proizvoda obogaćenim ovim masnim kiselinama.

Suprotno rezultatima predmetnog istraživanja, prijašnjim istraživanjima utvrđeno je smanjenje koncentracije razgranatih masnih kiselina u kozjem mlijeku pri hranidbi koza krmnom smjesom s dodatkom lanenog ulja (Martínez-Marín i sur., 2011.) ili formaldehidom zaštićenog lana (Bernard i sur., 2005.), što je utvrđeno i u mlječnih krava hranjenih krmivima bogatim s LA, ALA ili EPA i DHA (Vlaeminck i sur., 2006.). Renna i sur. (2013.) nisu utvrdili značajan utjecaj dodatka ELS u hranidbi koza na koncentraciju C15 *izo*, C15 *anteizo* i C17 *anteizo* (P>0,05). Istovremeno su utvrdili značajan utjecaj ELS na smanjenje koncentracije C16 *izo* (P=0,028) i C17 *izo* (P=0,011) u odnosu na mlijeko koza kontrolne skupine. Petri i sur. (2014.) su kod krava hranjenih dodatkom lanenih sjemenki utvrdili višu koncentraciju ukupnih i pojedinačnih razgranatih masnih kiselina te neparnih masnih kiselina u potkožnom tkivu u odnosu na krave hranjene dodatkom sjemenki suncokreta. Obroci su se temeljili na sijenu trava ili sijenu crvene djeteline,. Autori su utvrdili 2,01% ukupne koncentracije razgranatih masnih kiselina u skupini s dodatkom lana u odnosu na 1,83% u skupini s dodatkom suncokreta (P=0,01) pri čemu su obroci temeljeni na sijenu od trava. Obroci temeljeni na sijenu crvene djeteline značajno su povećali BCFA na 1,93 u lanenoj skupini u odnosu na 1,90 u skupini s dodatkom suncokreta. Od pojedinačnih razgranatih masnih kiselina utvrđena je koncentracija C17 *izo* i *anteizo* i to 0,34 i 0,64 (P=0,01) u skupini s dodatkom lana u odnosu na 0,31 i 0,57 (P=0,001), kao i tendencija povećanja (P=0,06) C15 u skupini s dodatkom suncokreta. Utvrđeno je i povećanje (P<0,001) izomera C19:1 u skupini s dodatkom lana u odnosu na potkožno tkivo krava hranjenih s dodatkom suncokreta. U predmetnom istraživanju koncentracija C17 *anteizo* je bila viša u ELS skupini u odnosu na PSB (P<0,05) 75. dana istraživanja. Petri i sur. (2014.) su obznanili kako koncentracija ALA (54,6% u lanenoj skupini) u krmivima ne dovodi do inhibicije sinteze masnih kiselina mikroba buraga u odnosu na LA (70,4% u skupini sa suncokretom) čija je koncentracija izravno inhibirala sintezu BCFA. Visoka koncentracija navedenih razgranatih masnih kiselina u mliječnoj masti preživača rezultat je metabolizma razgranatih aminokiselina mikroba u buragu jer leucin i izoleucin dovode do povećanja koncentracije *izo* valerijske i 2-metil butirne kiseline, a navedeni acil-CoA može služiti kao supstrat za elongaciju do *izo* i *anteizo* C17 masne kiseline (Chilliard i sur., 2003.; slika 3.).

4.2.3. Izomeri oleinske i linolne kiseline

Dodatak ELS u obrok koza djelovao je na povećanje koncentracije pojedinih C18:1 i C18:2 izomera u kozjem mlijeku, dok dodatak PSB većinom nije rezultirao značajnim promjenama u odnosu na mlijeko koza kontrolne skupine (tablica 25. i 26.). Povećanje navedenih izomera rezultat je biohidrogenacije PUFA u buragu i često se javlja u mlijeku preživača hranjenih obrocima obogaćenim nezasićenim masnim kiselinama (Shingfield i sur., 2010.). Koncentracija C18:1 *trans*-4 značajno je povećana ($P<0,05$) u skupini s dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu, kao i C18:1 *trans*-15 u odnosu na kontrolnu i PSB 75. dana istraživanja. Renna i sur. (2013.) su utvrdili značajno povećanje ($P<0,001$) koncentracije C18:1 *trans*-12-14 + *cis*-6-8 u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu skupinu bez navedenog dodatka (0,750 : 0,440 g/100g). Shingfield i sur. (2010.) navode da izomer C18:1 *trans*-15 nastaje biohidrogenacijom ALA od koje nastaju C18:3 *cis*-9 *trans*-13 *cis*-15, zatim C18:2 *trans*-13 *trans*-15 i na kraju jedan od metabolita koji je C18:1 *trans*-15. U predmentom istraživanju ELS obiluje ALA, što je i utjecalo na povećanje metabolita biohidrogenacije ALA, odnosno izomera C18:2 i C18:1 u mlijeku. Istim metaboličkim putem nastaje i C18:1 *cis*-15 (Shingfield i sur., 2010.) čija je koncentracija u predmetnom istraživanju također bila značajno povećana ($P<0,05$) u ELS u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu. Renna i sur. (2013.) su utvrdili i značajno povećanje koncentracije C18:1 *cis*-14 + *trans*-16 ($P<0,001$) u mlijeku ELS skupine u odnosu na kontrolnu (0,360 : 0,260 g/100g), što je slučaj i u predmetnom istraživanju, pri čemu je ELS doveo do povećanja tog izomera u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu. Neznatno više koncentracije C18:1 *trans*-16 + *cis*-14 su utvrđene u predmetnom istraživanju i to 0,44 u odnosu na 0,35 i 0,34 g/100g.

Koncentracija C18:1 *trans*-11, koja je utvrđena u koncentraciji s izomerom C18:1 *trans*-10, nije se značajno razlikovala između istraživanih skupina, kao ni koncentracija CLA i oleinske kiseline (C18:1 *trans*-12-14 + *cis*-9). Slično su utvrdili Chilliard i sur. (2003.). Naime, oni su u obroke koza dodavali 3,4 ± 0,6% (na bazi ST) lipida u obliku lanenih sjemenki u odnosu na skupinu hranjenu dodacima 3,4 ± 0,6% (na bazi ST) lipida iz sjemenki soje u istoj koncentraciji, koji se sastojao od 30% sijena livadnih trava. Autori su izvijestili kako su VA i CLA pod značajnim utjecajem dodatka nezasićenih masnih kiselina u obliku ulja, dok dodatak izvora masnih kiselina u obliku sjemenki dovodi do potpunije

biohidrogenacije odnosno krajnjih proizvoda, C18:0 i C18:1. Niska koncentracija dodatka ulja (3-4% ST obroka) dovoljna je za narušavanje metabolizma u buragu, odnosno inhibicije biohidrogenacije masnih kiselina. To uzrokuje povećanje prijenosa PUFA i *trans* masnih kiselina (CLA i VA) u mlijeko, dok je ekstrudirani lan manje toksičan za mikrobe buraga u odnosu na ulje u hrani (Chilliard i sur., 2003.). Bernard i sur. (2016.) navode kako je dodatak ekstrudiranog lana u kombinaciji s ribljim uljem učinkovitiji u povećanju koncentracije VA i CLA. Koncentracija CLA i VA usko su povezane u mlijeku, s obzirom da CLA nastaje desaturacijom VA u mliječnoj žljezdi (Nudda i sur., 2006.). Nasuprot tome, koncentracija oleinske masne kiseline nije se razlikovala između istraživanih skupina, premda je vidljiva tendencija povećanja (P=0,068) 75. dana istraživanja. Osim biohidrogenacijom u buragu, oleinska kiselina može nastati i desaturacijom C18:0 u mliječnoj žljezdi (Chilliard and Ferlay, 2004.). Navedeno je u suglasju s rezultatima predmetnog istraživanja u kojem tendencija povećanja koncentracije oleinske masne kiseline prati i značajno povećanje C18:0, odnosno supstrata za sintezu oleinske, u ELS skupini 75. dana. Prema Chilliard i sur. (2007.) koncentracija C18:1 *cis*-9 može se neznatno povećati, ali se većinom ne mijenja u kozjem mlijeku pod utjecajem dodatka ELS u krmnim smjesama.

Koncentracija izomera C18:2 prikazana je u tablici 26. Dodatak PSB nije imao značajan (P>0,05) utjecaj na koncentraciju C18:2 izomera u odnosu na kontrolnu skupinu, dok je ELS uzrokovao povećanje koncentracije većine izomera u odnosu na kontrolnu i PSB u predmetnom istraživanju. Dodatak ELS značajno je povećao koncentraciju C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + *trans*-8 *cis*-12 + *cis*-9 *trans*-13, C18:2 *trans*-11 *cis*-15, dok se *trans*-8 *cis*-13, *cis*-9 *trans*-12 nisu razlikovale (P>0,05) u odnosu na kontrolnu skupinu. Renna i sur. (2013.) su također utvrdili povećanje (P<0,001) C18:2 *cis*-9 *trans*-13 + *trans*-8 *cis*-12 kao i C18:2 *trans*-11 *cis*-15 s dodatkom ELS, dok se *trans*-8 *cis*-13, *cis*-9 *trans*-12 nisu razlikovali između skupina (P>0,05) kao i u predmetnom israživanju. Izomer C18:2 *trans*-11 *cis*-15 nastaje od ALA preko C18:3 *cis*-9 *trans*-11 *cis*-15 glavnog puta biohidrogencije (Shingfield i sur., 2010.). U predmentom istraživanju dodatak PSB rezultirao je smanjenjem koncentracije navedenog izomera s obzirom da je krmna smjesa PSB sadržavala nižu koncentraciju ALA u odnosu na ELS (tablica 16.).

Navedeni rezultati ukazuju na obogaćenost kozjeg mlijeka izomerima C18:1 i C18:2 sukladno koncentraciji ALA i LA u krmnim smjesama koje biohidrogenacijom

dovode do proizvodnje određenih metabolita, koji u mlijeku mogu biti pokazatelji koncentracije ALA i LA u krmivima.

4.2.4. Pojedine skupine masnih kiselina i indeksi aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze

Koncentracija pojedinih masnih kiselina u krmnim smjesama pri dodatku ELS i PSB rezultirala je značajnim promjenama u koncentraciji pojedinih skupina masnih kiselina u mlijeku. Koncentracija ukupnih kratkolančanih masnih kiselina nije se značajno razlikovala između skupina čije su koncentracije 20. dana istraživanja bile 20,99 u PSB i 21,40 g/100g u ELS te 20,96 g/100g u kontrolnoj skupini. U drugom je uzorkovanju (75. dana istraživanja) koncentracija SCFA bila smanjena u mlijeku, premda se nije značajno razlikovala između skupina. Navedeno je u skladu s koncentracijama masnih kiselina od C4 do C10 koje se nisu značajno razlikovale pod utjecajem dodatka ELS i PSB u odnosu na kontrolnu skupinu. S druge strane, C16:0 koja je u koncentraciji od 22,18 do 25,79 g/100g glavni predstavnik MCFA, istom je koncentracijom značajno sudjelovala u utvrđivanju razlika između skupina. Naime, koncentracija MCFA je značajno povećana ($P<0,05$) u PSB skupini u odnosu na ELS, ali ne i u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. Istog su dana istraživanja značajno povećane koncentracije C16:0 i C14:0 u PSB u odnosu na ELS što je pridonijelo značajnom porastu MCFA u mlijeku koza. U ELS skupini koncentracija MCFA je značajno smanjena ($P<0,05$) u odnosu na kontrolu s 41,53 na 37,21 g/100g 75. dana istraživanja. Slično su značajno smanjenje ($P<0,001$) u mlijeku koza utvrdili Renna i sur. (2013.) s 41,98 na 39,96 g/100g pri hranidbi koza s dodatkom ELS.

Koncentracija LCFA značajno je povećana ($P<0,05$) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ELS za 11,2% u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu 75. dana istraživanja. Navedeno povećanje je posljedica koncentracije LCFA u ELS krmnim smjesama, ali i nešto više razine biohidrogenacije koja je dovela do značajnog povećanja ($P<0,05$) C18:0 75. dana istraživanja. Koncentracija ukupnih zasićenih masnih kiselina nije se značajno ($P>0,05$) razlikovala između pokusnih skupina i kontrolne skupine. No, vidljivo je značajno povećanje ($P<0,05$) SFA u mlijeku koza koje su bile hranjene dodatkom PSB u odnosu na ELS skupinu 75. dana istraživanja. Renna i sur. (2013.) su

utvrdili povećanje SFA u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu skupinu kao rezultat povišene koncentracije C18:0 uslijed konzumacije i biohidrogenacije C18 nezasićenih masnih kiselina. U predmetnom istraživanju koncentracija ukupnih nezasićenih masnih kiselina u kozjem mlijeku nije se značajno razlikovala između istraživanih skupina. Navedeno je posljedica slične koncentracije nezasićenih masnih kiselina u krmnim smjesama predmetnog istraživanja (tablica 16.).

U skladu s povišenim koncentracijama pojedinačnih razgranatih (C15 *izo*, C15 *anteizo*, C16 *izo*) i neparnih masnih kiselina (C15:0 i C19:1, $P<0,05$; C17:0, C17:1, $P\geq0,103$), koncentracija ukupnih razgranatih i neparnih masnih kiselina značajno je povećana ($P<0,05$) u mlijeku koza hranjenih s ELS u odnosu na kontrolnu skupinu ili skupinu u kojoj su koze bile hranjene s PSB 75. dana istraživanja. Inhibitorni utjecaj LCFA na rast buražnih bakterija može dovesti do povećanja sinteze neparnih masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi od propionske kiseline (Renna i sur., 2013.). Lipidi krmiva u hranibi koza mogu biti uzrokom promjena fermentacije u buragu u smjeru proizvodnje više koncentracije propionske u odnosu na octenu kiselinu (Li i sur., 2009.).

Koncentracija ukupnih izomera oleinske kiseline (tablica 27.) u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ELS i PSB nije se značajno razlikovala u odnosu na kontrolnu skupinu, ali je vidljivo smanjenje u PSB u odnosu na ELS što je rezultat niže koncentracije pojedinačnih C18:1 izomera 75. dana istraživanja. Značajne razlike utvrđene su u koncentraciji izomera C18:2 pri dodatku ELS i PSB u odnosu na kontrolnu skupinu (20. i 75. dana istraživanja). Viša je koncentracija pojedinih izomera C18:2 utvrđena u ELS skupini tijekom oba uzorkovanja, u odnosu na kontrolnu skupinu i PSB, dok se skupina PSB nije značajno razlikovala u odnosu na kontrolnu. Nudda i sur. (2006.) su slično povećanje C18:2 izomera (C18:2 *cis*-9 *cis*-12 i CLA *cis*-9 *trans*-11) utvrdili pri hranidbi koza s dodatkom ELS u krmne smjese. Bernard i sur. (2016.) su također utvrdili značajno povećanje ($P<0,05$) izomera C18:2 u mlijeku pri hranidbi koza dodatkom ELS u odnosu na skupinu bez dodatka.

Dodaci ELS i PSB u krmnim smjesama nisu doveli do značajnih razlika u koncentraciji ukupnih nezasićenih i mononezasićenih masnih kiselina ($P>0,05$), premda je vidljiva tendencija povećanja ($P=0,056$) MUFA pri dodatku ELS. Koncentracija MUFA u mlijeku koza se nije značajno razlikovala između skupina s obzirom da se ni oleinska

kiselina, koja je glavni predstavnih MUFA, nije značajno razlikovala između istraživanih skupina. Bernard i sur. (2015.) su utvrdili povećanje MUFA u kozjem mlijeku kao posljedicu povećanja C18:1 *cis*-9 čija je koncentracija bila 22,82 g/100g u skupini hranjenoj dodatkom ELS u odnosu na 13,43 g/100g u kontrolnoj skupini bez navedenog dodatka. Nasuprot tome, Chilliard i sur. (2013.) nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji C18:1 *cis*-9 u mlijeku pri hranidbi koza dodatkom ekstrudiranog lana čiji su se obroci temeljili na pogači soje. Također, nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji C18:1 *cis*-9 u mlijeku koza hranjenih dodatkom ekstrudiranog lana pri čemu su se obroci temeljili na sijenu lucerne u odnosu na skupinu hranjenu dodatkom sjemenki soje u istraživanju Chilliard i sur. (2003.).

Koncentracija ukupnih polinezasićenih masnih kiselina u kozjem mlijeku smanjena je pri hranidbi koza dodatkom PSB na početku istraživanja (20. dana), dok dodatak ELS nije imao značajan utjecaj u odnosu na kontrolnu skupinu, što je posljedica smanjene koncentracije LA ($P<0,05$) i ALA ($P<0,05$) u mlijeku PSB skupine kao i u krmnim smjesama s dodatkom PSB. Koncentracija PUFA se nije značajno razlikovala između skupina 75. dana istraživanja, budući da se koncentracija n-3 tijekom laktacije povećala u PSB s 0,52 na 0,56 g/100g, a u ostalim su skupinama koncentracije ALA u drugom uzorkovanju smanjene. Povećanje n-3 masnih kiselina u PSB u odnosu na prvo uzorkovanje, rezultiralo je sličnim koncentracijama n-3 kao u kontrolnoj skupini, ali značajno ($P<0,05$) smanjenoj u odnosu na ELS skupinu. Navedene su promjene uzrokovale slične koncentracije ukupnih PUFA u kozjem mlijeku svih istraživanih skupina. Koncentracija ukupnih n-6 masnih kiselina značajno je smanjena ($P<0,05$) u pokusnih skupina ELS i PSB u odnosu na kontrolnu u oba uzorkovanja. Navedeno je u skladu s koncentracijom LA koja je temeljni predstavnik n-6 masnih kiselina, a koja je 20. i 75. dana bila značajno smanjena u ELS i PSB skupini. Renna i sur. (2013.) su također utvrdili značajno povećanje ($P<0,001$) n-3 masnih kiselina u mlijeku koza hranjenih dodacima ELS u obroke u odnosu na kontrolnu skupinu.

Koncentracije najznačajnijih predstavnika ukupnih n-3 i n-6 masnih kiselina, ALA i LA, rezultirale su značajnim smanjenjem omjera između LA i ALA u mlijeku koji je karakterističan za hranidbu koza s dodatkom ELS. Omjer je značajno smanjen ($P<0,05$) u ELS skupini u odnosu na kontrolnu i PSB skupinu tijekom 20. (2,42 u odnosu na 5,88 i 6,63) i 75. (3,81 u odnosu na 7,44 i 6,92) dana istraživanja. Iako smanjenje n-6/n-3 omjera,

prema Salter (2013.), nema utjecaj na kardiovaskularne bolesti, prema Simopoulos (2011.) mnoge se bolesti mogu pojaviti uslijed neravnoteže između LA i ALA. Obogaćivanje obroka s ALA utječe na smanjenje omjera n-6/n-3 (Martínez-Marin i sur., 2011.) što je uobičajena pojava pri dodatku lanenih sjemenki u obroke koza (Chilliard i sur., 2007.) ili lanenog ulja (Martínez -Marin i sur., 2012. i 2013.). Renna i sur. (2013.) su utvrdili povećani omjer između ALA i LA u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS u odnosu na kontrolnu skupinu bez tog dodatka (0,24 : 0,16; P<0,001). Nudda i sur. (2013.) su utvrdili smanjenje omjera n-6/n-3 u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS (1,73 : 3,58; P<0,01).

Aktivnost enzima Δ-9 desaturaze izračunata je iz omjera određenih masnih kiselina u kozjem mlijeku prikazanih u tablici 29. Od svih navedenih omjera, omjer C14:1/C14:0 najbolji je pokazatelj aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze u mliječnoj žlijezdi zbog toga što se koncentracija miristoleinske kiseline (C14:1) u potpunosti sintetizira u mliječnoj žlijezdi iz miristinske (C14:0) djelovanjem navedenog enzima (Shingfield i sur., 2010.). Osim toga, koncentracija te kiseline u krmivima je vrlo niska (Bernard i sur., 2010.). U predmetnom istraživanju izračunati indeks djelovanja enzima Δ-9 desaturaze na supstratu C14:0 nije se značajno razlikovao između mlijeka koza istraživanih skupina, što je u suprotnosti s rezultatima istraživanja Chilliard i sur. (2007.). Oni su utvrdili smanjenu aktivnost u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ELS, kao rezultat povećane koncentracije PUFA koje inhibiraju djelovanje enzima Δ-9 desaturaze u mliječnoj žljezdi koza. Bernard i sur. (2010.) zaključuju da enzim Δ-9 desaturaza u mliječnoj žlijezdi nije osjetljiv na potencijalno inhibitorno djelovanje PUFA, u odnosu na mliječne krave. Predmetnim istraživanjem utvrđena je značajno viša (P<0,05) aktivnost enzima Δ-9 desaturaze iz omjera *cis*-9 *trans*-11 CLA/*trans*-11 VA u ELS skupini u odnosu na kontrolnu, dok se PSB nije značajno razlikovala (P>0,05) 20. dana istraživanja. U istom je uzorkovanju utvrđena viša koncentracija CLA u ELS skupini kao rezultat povećane aktivnosti enzima Δ-9 desaturaze, premda koncentracija ove masne kiseline u mlijeku koza nije bila značajna.

U predmetnom istraživanju izračunati su aterogeni i trombogeni indeksi u kozjem mlijeku, na temelju koncentracija pojedinih masnih kiselina. Oni su pokazatelji rizika od pojave ateroskleroze i tromboze te pokazatelji kvalitete mliječne masti (Nudda i sur., 2013.). Aterogeni i trombogeni indeksi u predmetnom istraživanju bili su značajno smanjeni (P<0,05) u mlijeku koza hranjenih dodatkom ELS (1,92 i 1,80) u odnosu na

kontrolnu (2,28 i 2,25) i PSB (2,34 i 2,34) skupinu 75. dana istraživanja. Masne kiseline C12:0, C14:0 i C16:0 su aterogene, a C14:0, C16:0 i C18:0 su trombogene masne kiseline (Ulbricht i Southgate, 1991.). Dodatak ELS ukazuje na poboljšanu kvalitetu mliječne masti što je rezultat povišene koncentracije n-3 masnih kiselina. Vrijednosti navedenih indeksa bile su prema preporukama koje su utvrdili Sinanoglou i sur. (2015.), odnosno manji od 3. Nudda i sur. (2013.) su utvrdili smanjene vrijednosti aterogenih i trombogenih indeksa u mlijeku koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana u odnosu na kontrolnu skupinu (1,04 i 1,05 : 1,63 i 1,58). Autori su obznanili kako bi u izračun navedenih indeksa trebalo uključiti i koncentracije CLA i VA u mlijeku, s obzirom da je utvrđen utjecaj navedenih masnih kiselina na zdravlje ljudi.

4.3. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil koza

4.3.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika

U predmetnom istraživanju vidljivo je da dodaci pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u krmne smjese nisu rezultirali značajnim razlikama ($P>0,05$) hematoloških pokazatelja u punoj krvi koza u odnosu na kontrolnu skupinu (tablica 30.). Cilj analize hematoloških pokazatelja je utvrditi zdravstveni i hranidbeni status koza (Wada i sur., 2014.). Prosječan broj eritrocita u predmetnom istraživanju bio je između 11,02 i 13,05 $\times 10^{12}$ L koji je prema Fraser i Mays (1986.) unutar referentnih vrijednosti (8-18 $\times 10^{12}$ L).

Jones i Allison (2007.) tvrde da neodgovarajuća hranidba preživača dovodi do neregenerativne anemije zbog nedostatka koncentracije željeza u krvi što je vrlo često u domaćih životinja. Normalne vrijednosti broja eritrocita ukazuju na odsutnost hemolitičke anemije i depresije eritrogeneze (Olafadehan, 2011.). Pokazatelji, kao što su MCV, MCH i MCHC, ukazuju na prosječnu veličinu eritrocita, prosječan sadržaj hemoglobina i prosječnu koncentraciju hemoglobina, pri čemu je povećanje vrijednosti MCV pokazatelj regenerativne anemije, a smanjenje MCV pokazatelj metaboličkog poremećaja kao što je

nedostatna koncentracija željeza u krvi (Polizopoulou, 2010.). Polizopoulou (2010.) navodi kako povećanje MCH ukazuje na hemolizu, a smanjenje na nedostatak željeza, dok je MCHC najtočniji pokazatelj koncentracije hemoglobina u eritrocitima čija se vrijednost povećava s pojavom hemolize, a smanjuje pri nedostatku željeza. Smanjen udio energije u obrocima u ranom stadiju laktacije može dovesti do povećanog rizika od pojave metaboličkih bolesti (Bremmer i sur., 2000.). Promjena sadržaja hematoloških pokazatelja može uslijediti zbog sadržaja tanina u krmivima korištenih u hranidbi koza (Olafadehan, 2011.). Rezultati predmetnog istraživanja ukazuju na povoljan hranidbeni i zdravstveni status koza hranjenih PSB i ELS dodacima u krmnim smjesama.

U istim je uzorcima krvi utvrđena diferencijalna krvna slika koza, odnosno broj pojedinih leukocita na krvnim razmazima (tablica 31.) koji se nisu značajno ($P>0,05$) razlikovali između pokusnih skupina s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu. Utvrđivanje diferencijalne krvne slike je važnije od utvrđivanja broja leukocita, jer povećanje i smanjenje pojedinih leukocita najčešće ne mijenja broj ukupnih leukocita (Jones i Allison, 2007.). Đidara i sur. (2015.) nisu utvrdili značajne razlike ($P>0,05$) broja leukocita niti pojedinih leukocita pri hranidbi krava krmnim smjesama s dodatkom 10,2% mljevenih sjemenki lana. Nudda i sur. (2015.a) također nisu utvrdili značajne razlike ($P>0,05$) u vrijednostima hematoloških pokazatelja i diferencijalne krvne slike ovaca u laktaciji hranjenih krmnim smjesama koje su sadržavale ekstrudirani lan. U istom istraživanju nisu utvrđene značajne razlike ($P>0,05$) u udjelu limfocita, monocita, neutrofila, eozinofila i bazofila. U navedenom su istraživanju obroci bili ujednačeni u pogledu energije i koncentracije dušika. To je vidljivo i u predmetnom istraživanju u kojemu su obroci bili izbalansiranog osnovnog kemijskog sastava. Slične su vrijednosti hematoloških pokazatelja utvrdili Antunović i sur. (2013.b) u koza pasmine francuska alpina.

Limfocitoza, odnosno povećanje sadržaja limfocita javlja se zbog kronične viralne infekcije i autoimunih bolesti, dok se limfocitopenija ili smanjenje sadržaja limfocita javlja uslijed endogenih ili egzogenih djelovanja kortikosteroida kao i akutnih infekcija i endotoksemija (Polizopouou, 2010.). Nasuprot tome, poremećaj udjela eozinofila ili eozinofilija posljedica je parazitskih ili autoimunih bolesti (Polizopoulou, 2010.). Smanjenje limfocita može ukazati i na fiziološki stres uslijed ponašanja životinja, pa se javlja agresivnost kao posljedica hijerarhije u koza pri zajedničkom držanju (Oni i sur.,

2012.). Neutrofilija, ili povećani broj segmentiranih neutrofila, normalna je reakcija na stres uslijed prilagodbe na okoliš, dok je neutropenija, odnosno smanjenje neutrofila posljedica upale ili sepse (Polizopoulou, 2010.). U predmentom istraživanju sve su vrijednosti broja leukocita i pojedinih leukocita bile unutar referentnih vrijednosti što ukazuje na povoljan zdravstveni status koza.

4.3.2. Biokemijski pokazatelji

Koncentracija biokemijskih pokazatelja: koncentracija ukupnih bjelančevina, ureje i albumina nije se značajno (P>0,05) razlikovala u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu (tablica 32.). Također, koncentracija glukoze, ukupnog kolesterola, LDL-a, HDL-a, triglicerida i BHB nije se značajno (P>0,05) razlikovala između istraživanih skupina (tablica 33.). U istraživanju Nudda i sur. (2015.a) koncentracija ukupnih bjelančevina i albumina u serumu ovaca u laktaciji hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ELS nije se značajno razlikovala (P>0,05) u odnosu na skupinu bez dodatka. U tom je istraživanju ELS dodatak rezultirao značajnim smanjenjem (P<0,05) koncentracije ureje. U predmetnom istraživanju dodatak ELS i PSB nije značajno (P>0,05) utjecao na koncentraciju ureje, što ukazuje na to da se iskorištenje dušika, nakon razgradnje sirovih bjelančevina u buragu, nije razlikovalo između istraživanih skupina (Mojtahedi i Danesh-Mesgaran, 2011.). Nudda i sur. (2013.) nisu utvrdili značajan utjecaj dodatka ELS na koncentraciju albumina, ukupnih bjelančevina i ureje u krvi koza u laktaciji. U predmetnom istraživanju iskorištenje dušika pri hranidbi koza s PSB i ELS bilo je slično onome u kontrolnoj skupini koza što je u skladu i s koncentracijom ureje u mlijeku koja se nije značajno razlikovala između skupina. Danesh-Mesgaran i sur. (2012.) nisu utvrdili značajan utjecaj dodatka mljevenog lana niti sjemenki lana na koncentraciju ureje u krvi krava u ranoj laktaciji. Kohn i sur. (2005.) tvrde da je koncentracija ureje u krvi koza pouzdan pokazatelj opskrbljenosti bjelančevinama putem hrane.

U predmetnom istraživanju koncentracija globulina utvrđena u krvi koza značajno (P<0,05) je povećana dodatkom PSB u obroke koza 20. dana istraživanja u odnosu na kontrolnu skupinu, dok ELS dodatak u hranidbi nije rezultirao značajnim razlikama. Koncentracija globulina posljedica je veće razlike između koncentracije ukupnih

bjelančevina i albumina u serumu koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB u odnosu na kontrolnu skupinu. Koncentracije ukupnih bjelančevina i albumina u krvi koza nisu se značajno razlikovale ($P>0,05$) između skupina, ali ipak je razlika između ukupnih bjelančevina i albumina rezultirala značajnim razlikama koncentracije globulina između PSB i kontrolne skupine. Oliveira i sur. (2010.) su utvrdili povećanu koncentraciju imunoglobulina G u serumu nakon hranidbe teladi dodatkom ekstrakta šipka bogatog polifenolima koji su poboljšali imuni odgovor. Povećanje koncentracije globulina u PSB skupine koza predmetnog istraživanja moglo bi biti uslijed dodatka pogače sjemenki bundeve u krmne smjese koja je prema Peričin i sur. (2009.) bogata polifenolima. Autori su utvrdili kako je pogača sjemenki bundeve bogatija polifenolima u odnosu na sjemenke bundeve. Dodatak ELS i PSB tijekom sljedećih uzorkovanja nisu rezultirali značajnim razlikama između istraživanih skupina.

Dodatak ELS i PSB u krmne smjese za hranidbu koza nije uzrokovao značajne promjene u koncentraciji glukoze u krvi koza. Visoka koncentracija glukoze i NEFA pokazatelji su oksidacije masnih kiselina i metabolizma masti (Wathes i sur., 2009.) te su povezani s energetskom ravnotežom preživača (Danesh-Mesgaran i sur., 2012.). U predmetnom istraživanju dodatak ELS u obroke koza značajno je utjecao na smanjenje ($P<0,05$) koncentracije NEFA u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja, dok se koncentracija NEFA u krvi koza PSB skupine nije značajno razlikovala u odnosu na kontrolnu ili ELS skupinu. Jahani-Moghadam i sur. (2015.) nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji glukoze, NEFA, BHB i koncentracije ureje u krvi krava hranjenih dodatkom ELS. Također, Bernard i sur. (2005.) nisu utvrdili značajne razlike koncentracije NEFA, BHB i ureje u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana. Autori su izvijestili kako različiti izvori masnoće i sadržaji masnoće u krmivima nemaju utjecaja na NEFA u krvi koza tijekom laktacije. Potreba za energijom se kompenzira intenzivnom razgradnjom adipoznog tkiva, rezultirajući oslobađanjem masnih kiselina u krv koje se mogu utrošiti kao izvor energije u mnogim tkivima (Adewuyi i sur., 2005.). Visoka koncentracija NEFA u krvi ukazuje na pojačanu mobilizaciju lipida, dok BHB ukazuje na potpunu oksidaciju (LeBlanc, 2010.). Difuzija NEFA u krv osigurava energiju tkivima, no jetra ima određeni kapacitet za prevođenje NEFA u trigliceride (Adewuyi i sur., 2005.). Kada koncentracija triglicerida dosegne limitirajuću razinu u jetri, acetil-CoA koji se nije iskoristio u ciklusu limunske kiseline, konvertira se u ketonska tijela kao što su

aceton, acetoacetat i BHB (Nelson i Cox, 2005.). Rezultati predmetnog istraživanja ukazuju na smanjenje razgradnje adipoznog tkiva u ELS skupini u odnosu na kontrolnu 75. dana istraživanja, dok se koncentracija BHB u krvi nije značajno razlikovala. Osim navedenoga, koncentracije BHB u krvi koza bile su unutar referentnih vrijednosti što ukazuje na činjenicu da oksidacija adipoznog tkiva nije uznapredovala. Koncentracija BHB u krvi (≥0,8 mmol/l) i promjene indeksa tjelesne kondicije (≤2,0) specifični su pokazatelji procjene i prevencije metaboličkih bolesti visoko proizvodnih koza u laktaciji (Binev i sur., 2014.).

U predmetnom istraživanju koncentracija ukupnog kolesterola, HDL-a, LDL-a i triglicerida nije se značajno razlikovala u krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu. Količina apsorbiranog kolesterola ovisi o konzumaciji kolesterola i koncentraciji triglicerida u obrocima koza (Khan i sur., 2013.). Li i sur. (2012.) su tijekom laktacije utvrdili povećanu ($P<0,05$) koncentraciju triglicerida u krvi koza hranjenih krmnom smjesom s dodatkom 50 g/kg ST krmne smjese lanenog ulja. Autori su utvrdili da se koncentracija HDL-a, LDL-a i ukupnog kolesterola u krvi nije značajno razlikovala između skupina ($P>0,05$), pritom se ni dnevna konzumacija pokusnih obroka nije značajno razlikovala između različitih skupina koza. U predmetnom istraživanju dodatak ELS u hrani koza povećao je koncentraciju triglicerida u krvi u svim uzorkovanjima, premda razlike nisu bile značajne. U tablici 33. vidljivo je i numeričko povećanje ukupnog kolesterola u ELS skupini koza. Iako su obroci bili izbalansirani u pogledu sirovih masti i bjelančevina, u tablici 14. vidljivo je da su ekstrudirane sjemenke lana bogate sirovom masti. Cozma i sur. (2015.) su utvrdili povišenu koncentraciju ukupnih lipida u krvi koza koje su konzumirale obroke s višom koncentracijom sirove masti, iako nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji kolesterola i triglicerida u krvi. U predmetnom istraživanju dnevna konzumacija krmnih smjesa bila je podjednaka te nije imala utjecaja na koncentraciju navedenih biokemijskih pokazatelja u krvi koza.

4.3.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima

Dodaci PSB i ELS u hrani koza nisu imali značajan utjecaj na koncentraciju kalcija, fosfora i željeza u krvi koza. Dodatak PSB u krmne smjese značajno je utjecao na povećanje ($P<0,05$) koncentracije magnezija u krvi koza u odnosu na skupinu hranjenu dodatkom ELS, iako se koncentracija nije značajno razlikovala u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. Sve su koncentracije minerala bile unutar referentnih vrijednosti (tablica 34.), osim koncentracije kalcija koja je bila neznatno ispod referentnih vrijednosti. Metabolizam makrominerala ima značajnu ulogu u regulaciji fizioloških funkcija tijekom gravidnosti i laktacije (Samardžija i sur., 2011.). Do smanjenja koncentracije kalcija u krvi može doći zbog povećanja sekrecije kalcija u mlijeko kao i ugradnje u koštano tkivo (Liesegang i sur., 2007.). Na početku laktacije, povećavaju se potrebe za kalcijem, stoga je koncentracija kalcija u krvi obrnuto proporcionalna količini proizvodenog mlijeka (Krajničakova i sur., 2003.; Samardžija i sur., 2011.).

Koncentracija fosfora u krvi nije se značajno razlikovala između istraživanih skupina te nije odstupala od referentnih vrijednosti za koze. S obzirom da koncentracija fosfora može biti pod utjecajem hranidbe (Antunović i sur., 2012.b), navedene koncentracije fosfora ukazuju na odgovarajuću opskrbljenost koza fosforom iz krmnih smjesa. Koncentracija magnezija u krvi pod utjecajem je koncentracije magnezija u obrocima preživača, a niska koncentracija može uzrokovati pojavu hipomagnezemije koju najčešće prati i hipokalcemija (Kaneko, 2008.). Nedostatak energije u obrocima može smanjiti proizvodnju hlapljivih masnih kiselina i ugljikovog dioksida u buragu, potrebnih za nesmetanu apsorpciju magnezija (Martens i Rayssiguier, 1980.). U predmetnom istraživanju utvrđeno je značajano povećanje koncentracije magnezija pri dodatku PSB u odnosu na ELS. Navedeno povećanje koncentracije magnezija je moglo nastati zbog povišene koncentracije magnezija u krmnim smjesama s dodatkom PSB (tablica 15.). Povećana koncentracija magnezija u PSB krmnim smjesama je nastala zbog dodataka pogače sjemenki bundeve koja je prema Elinge i sur. (2012.) bogata magnezijem (67,41 mg). Glew i sur. (2006.) su, uz koncentraciju kalija, utvrdili i najvišu koncentraciju magnezija (5690 μg/g ST) u odnosu na koncentracije ostalih minerala u sjemenkama bundeve.

Nedostatak željeza u krvi može se pojaviti zbog smanjene dnevne konzumacije krmiva bogatih željezom, nedovoljne intestinalne apsorpcije željeza, gubitka krvi ili uslijed pojave gastrointestinalnih parazita i ektoparazita te povećanih dnevnih potreba za željezom (Yılmaz i sur., 1992.). Nedostatak željeza u krvi može dovesti do anemije, koja se, uz kliničku procjenu, dijagnosticira i utvrđivanjem hematoloških pokazatelja (Kozat i sur., 2006.). U predmetnom istraživanju utvrđene koncentracije željeza u krvi bile su unutar referentnih vrijednosti, kao i hematološki pokazatelji, koji upućuju na povoljan zdravstveni status koza. Prema Olafadehan (2011.) odgovarajuće koncentracije minerala u krvi koje su unutar referentnih vrijednosti, osobito koncentracije kalcija, fosfora i magnezija, ukazuju na odgovarajuću absorpciju navedenih minerala u probavnom sustavu.

Dodaci izvora masti u hranidbi imaju utjecaj na proizvodne odlike i zdravlje domaćih životinja, kao i na metabolizam jetre (Nudda i sur., 2013.). Povećana aktivnosti enzima jetre AST i ALT u serumu (Sedighi-Vesagh i sur., 2014.) i plazmi ukazuju na oštećenje stanica i upalne procese u jetri (Makni i sur., 2011.). Enzimi iz oštećenih stanica jetre oslobađaju se u krv i njihova koncentracija se povećava iznad dopuštenih fizioloških vrijednosti (Hodžić i sur., 2013.). U predmetnom istraživanju, aktivnost enzima AST, ALT i GGT nije bila pod značajnim utjecajem ($P>0,05$) krmnih smjesa s dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu. U krvi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ELS vidljivo je neznatno povećanje aktivnosti AST, premda se ono nije značajno razlikovalo. Slične su rezultate istraživanja utvrdili Nudda i sur. (2013.) pri dodatku ELS u obroke koza. Naime, autori nisu utvrdili značajne promjene u aktivnosti AST, ALT ($P>0,10$) i GGT ($P>0,05$) u plazmi koza hranjenih krmnim smjesama s dodatkom ELS, premda je utvrđeno numeričko povećanje AST aktivnosti kao i u predmetnom istraživanju. Hodžić i sur. (2013.) su utvrdili povećanu aktivnost enzima GGT u klinički zdravih životinja, koja je posljedica oksidativnog stresa, odnosno intenziviranja metaboličkih procesa u jetri nastalih kao rezultat negativne energetske ravnoteže. Utvrđene vrijednosti aktivnosti enzima jetre AST, ALT i GGT u krvi koza (tablica 35.) u predmetnom istraživanju nisu odstupale od referentnih vrijednosti što ukazuje na povoljan zdravstveni status jetre.

Aktivnost enzima u krvi, koja ukazuje na antioksidativni status koza (glutation peroksidaza i superoksid dismutaza), nije se značajno ($P>0,05$) razlikovala između istraživanih skupina (tablica 36.). Maan i sur. (2013.) utvrdili su aktivnost enzima SOD od 0,184 U/ml u serumu ovaca, dok su Bernabucci i sur. (2005.) u plazmi krava u ranoj

laktaciji uvrdili 1610 U/L aktivnost enzima GPx. De Marchi i sur. (2015.) u krmne smjese krava u laktaciji dodavali su 13,7g/kg ST mljevenih lanenih sjemenki uz infuziju 250 g suncokretovog ulja, bogatog s PUFA, u sirište. U istom istraživanju nisu utvrđene značajne razlike u aktivnosti enzima GPx i SOD u plazmi, eritrocitima ili mliječnoj žlijezdi krava. Iako je poznato kako su PUFA podložnije oksidaciji u odnosu na zasićene masne kiseline (Scislowski i sur., 2005.; Wang i sur., 2010.), dugoročna konzumacija PUFA ima neznatan utjecaj na lipidnu peroksidaciju u plazmi (Grundt i sur., 2003.).

Poznato je da su preživači podložni oksidativnom stresu tijekom gravidnosti i laktacije (Bernabucci i sur., 2005.). Tada se javlja fiziološko stanje metaboličkog stresa koje može izazvati metaboličke bolesti promjenom pokazatelja metaboličkog profila (Antunović i sur., 2015.b). Bernabucci i sur. (2005.) su utvrdili kako je oksidativni status povezan s energetskim statusom odnosno, krave s višom koncentracijom NEFA i BHB imale su nižu aktivnost antioksidativnih enzima u plazmi. Prema tome, krave koje su nakon partusa imale smanjeni indeks tjelesne kondicije bile su podložnije oksidativnom stresu. Oksidativni stres je rezultat visoke koncentracije oksidanata ili neodgovarajuće koncentracije antioksidanata, kao i kombinacije navedenog (Sies, 1991.). Bachmann-Schogor i sur. (2013.) u istraživanju na mliječnim kravama hranjenim krmnim smjesama s dodatkom mljevenih lanenih sjemenki nisu utvrdili značajne ($P>0,05$) promjene koncentracije aktivnosti enzima SOD i GPx u mliječnoj žlijezdi i eritrocitima. Autori su izvijestili kako navedeno ukazuje na dobro zdravlje krava i uravnotežen energetski status. Đidara i sur. (2015.) nisu utvrdili značajne razlike aktivnosti SOD i GPx u krvi krava pri hranidbi krmnim smjesama s dodatkom 10,2% mljevenih sjemenki lana. Autori su utvrdili da hranidba krava obrocima bogatim n-3 masnim kiselinama nema štetan utjecaj na njihov antioksidativni status.

Utvrđene vrijednosti aktivnosti enzima antioksidativnog statusa (tablica 36.) u predmetnom istraživanju nisu se značajno razlikovale između istraživanih skupina, što ukazuje na podjednak antioksidativni status u krvi koza pri hranidbi obrocima krmivima bogatim nezasićenim masnim kiselinama. Zbog podjednake koncentracije nezasićenih masnih kiselina u krmivima i povoljne koncentracije antioksidanata u krmnim smjesama, ali i odgovarajućeg energetskog statusa, izostale su značajne razlike aktivnosti enzima.

4.4. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na proizvodna svojstva jaradi

Sisajuća jarad vrlo je osjetljiva kategorija koza, podložna brojnim bolestima i neodgovarajućem rastu i razvoju, zbog smanjene otpornosti uslijed nerazvijenosti pojedinih organa i bioloških mehanizama (Antunović i sur., 2008.). Jarad je u tom razdoblju vrlo osjetljiva na promjene u hranidbi i držanju pri čemu je osobito važna prilagodba na obroke sastavljene od voluminoznih krmiva i žitarica uz postupno smanjenje bjelančevina iz mlijeka (Antunović i sur., 2015.c). Osim toga, najbrži rast jaradi ostvaruje se upravo u prvom mjesecu života (Bartocci i sur., 1986.). Poželjne tjelesne mase jaradi pasmine francuska alpina, u dobi od 40 do 60 dana, su od 14 do 18 kg (Mioč i sur., 2012.).

U predmetnom istraživanju prosječni prirasti jaradi bili su viši u pokusnim skupinama jaradi hranjene s dodatkom PSB i ELS kao rezultat postignute više tjelesne mase 20., 48. i 75. dana istraživanja, premda razlike nisu bile značajne (P>0,05). Prosječni dnevni prirasti u ELS (164,21 ± 39,74 g) i PSB (163,77 ± 44,89 g) bili su slični onima utvrđenim u istraživanju Antunović i sur. (2013.c) provedenom na jaradi u konvencionalnoj proizvodnji u razdoblju od jarenja do 70. dana (161,32 ± 22,13 g). U istraživanju Antunović i sur. (2015.c) jarad je u ekološkoj proizvodnji ostvarila slabije prosječne dnevne priraste od 1. do 95. dana života (151,92 ± 15,87 g). U predmetnom istraživanju prosječni prirasti jaradi u kontrolnoj skupini bili su niži (145,64 ± 22,75 g), iako analizom varijance nisu utvrđene značajne razlike između istraživanih skupina.

U jaradi PSB skupine utvrđene su više vrijednosti pokazatelja tjelesne razvijenosti, što je vidljivo i u povećanom indeksu anamorfoznosti i indeksu tjelesnih proporcija, premda nisu utvrđene značajne razlike (P>0,05). Viša tjelesna masa i indeks anamorfoznosti su rezultat bolje razvijenosti respiratornog i probavnog sustava, dok je povišen indeks tjelesnih proporcija rezultat boljeg razvoja koštanog sustava u longitudinalnom smjeru, što je vrlo važno svojstvo mliječnih pasmina (Chiofalo i sur., 2004.). Sukladno navedenom, u predmetnom istraživanju hranidba s PSB rezultirala je značajnim povećanjem (P<0,05) dužine tijela jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu 48. dana istraživanja i značajnim povećanjem (P<0,05) visine grebena 48. i 75. dana istraživanja. Dodatak ELS rezultirao je značajnim povećanjem (P<0,05) visine grebena 48.

dana istraživanja u odnosu na kontrolnu skupinu. Širina i dubina prsa kao i širina sapi ukazuje na rast i razvoj koštanog sustava (Chacon i sur., 2011.). U istraživanju Antunovića i sur. (2015.a) na janjadi, koja je bila hranjena dodatkom od 10% pogače sjemenki bundeve u krmne smjese, vidljivo je numeričko povećanje ($P>0,05$) prosječnih dnevnih prirasta te značajno ($P<0,05$) povećanje dužine trupa janjadi, što je utvrđeno i predmentnim istraživanjem. Autori su ukazali na mogućnost korištenja ovog vrijednog nusproizvoda podrijetlom iz ekološkog uzgoja u hranidbi janjadi.

U predmetnom istraživanju navedene fenotipske odlike nisu se značajno razlikovale između skupina što ukazuje na pravilan i zadovoljavajuć razvoj koštanog sustava. Dubina prsa je neizravna mjera dužine nogu, pri čemu ovaj indeks ukazuje na jarad dužih nogu (Chacon i sur., 2011.), što je u skladu s predmetnim istraživanjem. Dodatak ELS u obroke jaradi doveo je do povećanja indeksa dužine nogu s obzirom da je u istoj skupini 48. dana istraživanja razlika između visine grebena i dubine prsa bila veća u odnosu na kontrolnu skupinu. Indeks tjelesne kompaktnosti je pokazatelj sadržaja tkiva u trupu jaradi, jer povećanjem indeksa tjelesne kompaktnosti dolazi do povećanja sadržaja mišićnog tkiva (Yáñez i sur., 2004.). U predmetnom istraživanju indeksi kompaktnosti i mišićavosti nisu se značajno razlikovali između istraživanih skupina, što ukazuje na to da se nakon klanja može očekivati ujednačenost trupova.

Fenotipske odlike i indeksi tjelesne razvijenosti jaradi nisu se razlikovali u odnosu na jarad pasmine alpina u istraživanju Antunović i sur. (2013.c). S obzirom da opseg prsa, dužina trupa i visina grebena ukazuju na tjelesnu razvijenost (Birteeb i Lomo, 2015.), u predmetnom istraživanju jarad PSB skupine bila je većeg tjelesnog okvira u odnosu na kontrolnu skupinu. Posljedica je to značajno viših vrijednosti visine grebena i dužine trupa. Ista je jarad bila veće prosječne tjelesne mase, što je u skladu s većim opsegom prsa i dužinom trupa koji najbolje predviđaju tjelesnu masu, premda razlike nisu bile značajne. Hranidba jaradi izbalansiranim krmnim smjesama, u pogledu sadržaja bjelančevina, masti i metaboličke energije, kao i hranidba mlijekom tijekom razdoblja sisanja koza koje su bile hranjene dodacima PSB ili ELS u odnosu na kontrolnu skupinu, nije dovela do značajnih razlika u tjelesnoj masi ili prosječnim dnevnim prirastima kao ni u indeksima tjelesne kondicije. Navedeno ukazuje na mogućnost zamjene sačme soje i ekstrudirane soje potpuno s PSB ili djelomično s ELS u obrocima, bez negativnog utjecaja na tjelesnu masu i

fenotipske odlike jaradi uz potencijal uključivanja pogače sjemenki bundeve u krmne smjese za povećanje prosječnih dnevnih prirasta.

4.5. Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana na metabolički profil jaradi

4.5.1. Hematološki pokazatelji i diferencijalna krvna slika

Sadržaj hematoloških pokazatelja nije se značajno razlikovao (P>0,05) u krvi jaradi hranjene s PSB ili ELS u odnosu na jarad kontrolne skupine. U jaradi hranjene dodatkom PSB i ELS utvrđeno je značajno povećanje broja leukocita 48. dana istraživanja i smanjenje MCH u odnosu na kontrolnu skupinu, koji su do kraja istraživanja postigli slične (P>0,05) vrijednost.

U predmetnom su istraživanju vidljive promjene hematoloških pokazatelja kod jaradi različite dobi. Navedene promjene prate izraženi rast i razvoj većine organa sisajuće jaradi tijekom povećanja dobi (Antunović i sur., 2012.a). Proces odbića vrlo je stresno razdoblje koje se očituje povećanjem broja leukocita, osobito neutrofila i limfocita (Abdel-Fatah i sur., 2013.). Navedene promjene populacije leukocita većinom se javljaju uslijed akutnog stresa (Duncan i Prasse, 1986.). Stres može povećati osjetljivost na bolesti i može smanjiti sposobnost obrambenog odgovora na uvjete držanja i hranidbe (Abdel-Fatah i sur., 2013.). Povećanje broja leukocita, u predmetnom istraživanju u pokusnih skupina, utvrđeno je 48. dana istraživanja, kada je u hranidbi jaradi postupno dodavana krmna smjesa. Dodaci PSB i ELS u hranidbi jaradi kao i hranidba mlijekom koza hranjenih krmnim smjesama s navedenim dodacima ukazuju na bolji odgovor imuniteta na promjenu hranidbe u odnosu na kontrolnu skupinu. Nešto više vrijednosti hematokrita u krvi svih skupina jaradi mogle bi biti uslijed dehidracije (Polizopoulou, 2010.).

Uobičajen odgovor preživača na stres je oslobađanje glukokortiokoida koji stimuliraju karakteristične promjene u sadržaju pojedinih leukocita, što uključuje povećanje neutrofila, ali i smanjenje ukupne koncentracije leukocita, eozinofila i bazofila (Rincon-Delgado i sur., 2011.). Prema Olafadehan (2011.), toksične tvari u hrani

potiskuju hematopoetska tkiva što posljedično dovodi do smanjenja broja leukocita. Ukupan broj leukocita utvrđen u svih skupina tijekom svih uzorkovanja nije odstupao od referentnih vrijednosti. Sadržaj MCV i MCH, koje predstavljaju eritrocitne konstante, nije se značajno razlikovao između istraživanih skupina jaradi. Nije se razlikovao niti sadržaj MCHC između skupina, premda je utvrđeni sadržaj bio neznatno ispod referentnih vrijednosti za koze. Neznatno niži sadržaj MCHC u svih skupina jaradi u kombinaciji s ostalim vrijednostima hematoloških pokazatelja kao i povoljnom koncentracijom željeza u serumu (tablica 39.) ne ukazuje na pojavu anemija zbog nedostatka željeza, nego na povoljan zdravstveni status jaradi uslijed hranidbe dodacima PSB i ELS. Chaturverdi i sur. (2013.) su hranili odbijenu jarad Barbari pasmine s krmnim smjesama koje su sadržavale pogaču lanenih sjemenki. Autori su utvrdili kako navedena hranidba nije dovela do pogoršanja hematoloških pokazatelja, iako je vidljivo značajno opadanje sadržaja MCHC u skupini jaradi hranjene krmnom smjesom koja sadrži pogaču sjemenki lana.

Predmetnim istraživanjem je utvrđeno značajno smanjenje ($P<0,05$) segmentiranih neutrofila u ELS skupini u odnosu na PSB skupinu 48. dana istraživanja te smanjenje bazofila u PSB u odnosu na kontrolnu skupinu 75. dana istraživanja. Iako su utvrđene manje promjene diferencijalne krvne slike između skupina, sve su vrijednosti limfocita, segmentiranih neutrofila, nesegmentiranih neutrofila, eozinofila, bazofila i monocita, bile unutar referntnih vrijednosti što ukazuje na povoljan zdravstveni status jaradi.

4.5.2. Biokemijski pokazatelji

Biokemijski pokazatelji, kao što su koncentracija ureje, ukupnih bjelančevina i albumina, nisu se značajno razlikovali ($P>0,05$) između skupina u krvi jaradi hranjene dodatkom PSB i ELS u krmnim smjesama u odnosu na kontrolnu skupinu. Također, koncentracija glukoze, ukupnog kolesterola, LDL-a, HDL-a, triglicerida i NEFA nije se značajno ($P>0,05$) razlikovala između skupina.

U predmetnom istraživanju dodatak PSB i ELS nije značajno ($P>0,05$) utjecao na koncentraciju ureje, što ukazuje na to da se iskorištenje dušika nakon razgradnje sirovih bjelančevina u buragu nije razlikovalo između istraživanih skupina (Kohn i sur., 2005.;

Mojtahedi i Danesh-Mesgaran, 2011.). U predmetnom istraživanju koncentracija globulina, utvrđena u krvi jaradi 20. dana istraživanja, značajno (P<0,05) je povećana dodatkom PSB u obroke koza, koju je jarad sisala 20. dana istraživanja u odnosu na ELS skupinu, dok u odnosu na kontrolnu nije rezultirala značajnim razlikama. Koncentracija globulina je posljedica više koncentracije ukupnih bjelančevina u krvi jaradi PSB skupine i nasuprot tome niže koncentracije albumina u odnosu na ELS skupinu. Koncentracije ukupnih bjelančevina i albumina nisu se značajno razlikovale (P>0,05) između skupina, ali razlika između koncentracije ukupnih bjelančevina i albumina rezultirala je značajnim razlikama u koncentraciji globulina između PSB i ELS skupine. Koncentracije globulina u krvi jaradi bile su neznatno niže u odnosu na referentne vrijednosti utvrđene za koze prema Kaneko i sur. (2008.). Naime, koncentracije globulina i bjelančevina u krvi su niže kod mlađih kategorija u svih domaćih životinja (Kaneko i sur., 2008.).

U predmetnom istraživanju dodatak PSB i ELS u obroke jaradi nije uzrokovao značajne razlike u koncentraciji glukoze u krvi jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu, što ukazuje na povoljnu energetsku ravnotežu pod utjecajem hranidbe (Danesh-Mesgaran i sur., 2012.). Naime, koncentracija glukoze u krvi jaradi nastaje iz laktoze nakon probave mlijeka, a u odraslih koza, uglavnom, nastaje metabolizmom ugljikohidrata iz buraga (Abdolvahabi i sur., 2016.). Povoljan indeks tjelesne kondicije i podjednake vrijednosti NEFA u krvi u svim skupinama ukazuju na povoljan metabolički status i energetsku ravnotežu jaradi. Koncentracija BHB bila je značajno smanjena (P<0,05) u krvi jaradi ELS skupine 75. dana istraživanja, što ukazuje na smanjenu sintezu BHB uslijed smanjene mobilizacije adipoznog tkiva u odnosu na kontrolnu skupinu. Osim navedenoga, koncentracije BHB u krvi bile su unutar referentnih vrijednosti što ukazuje da oksidacija adipoznog tkiva nije napredovala.

U predmetnom istraživanju koncentracija ukupnog kolesterola, HDL-a, LDL-a i triglicerida nije se značajno razlikovala u krvi jaradi hranjene dodatkom PSB i ELS u odnosu na kontrolnu skupinu, premda su utvrđene koncentracije ukupnog kolesterola bile bliže gornjoj granici ili, pak, iznad granice referentnih vrijednosti za koze. Naime, količina apsorbiranog kolesterola ovisi o konzumaciji kolesterola i koncentraciji triglicerida u obrocima koza (Khan i sur., 2013.) te može upućivati na povećanu konzumaciju masnoće sadržane u mlijeku (Abdolvahabi i sur., 2016.). Prema Mariću i sur. (2014.) više koncentracije ukupnog kolesterola, HDL-a i LDL-a u krvi ovaca upućuju na hranidbu

obrokom bogatim energijom. U predmetnom istraživanju dodatak ELS povećao je koncentraciju triglicerida u serumu 48. i 75. dana istražiavnja, premda razlike nisu bile značajne. Navedeni rezultati koncentracije ukupnog kolesterola i triglicerida su bili u skladu sa sličnim koncentracijama utvrđenim u krvi koza, što ukazuje na mogućnost povećanja istih pokazatelja u krvi pri hranidbi krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana koji je bogat sirovim mastima (tablica 14.).

4.5.3. Koncentracija minerala i aktivnost enzima

Dodaci PSB i ELS u hrani jaradi nisu rezultirali značajnim ($P>0,05$) utjecajem na koncentraciju kalcija, fosfora, magnezija i željeza u krvi. Sve su koncentracije minerala bile unutar referentnih vrijednosti, osim koncentracije fosfora koja je bila iznad referentnog intervala za koze (tablica 43.).

Rezultati istraživanja pokazuju odgovarajuću oprskrbljenost jaradi mineralima hranidbom krmivima i mlijekom, kojim je jarad bila hranjena do dva mjeseca starosti. Kalcij je esencijalan mineral za razvoj kostiju jaradi tijekom rasta, a viša koncentracija kalcija u krvi rezultat je i konzumacije mlijeka koje obiluje kalcijem (Herosimczyk i sur., 2011.). Povišena koncentracija fosfora u jaradi u odnosu na referentne vrijednosti, osim odgovarajuće koncentracije fosfora u hranidbi (Antunović i sur., 2012.b), može biti i pod utjecajem hormona rasta, koji je uzrokom povećanja reapsorpcije fosfora u bubrezima (Mohri i sur., 2007.). Dodatak PSB i ELS u krmne smjese nisu rezultirali značajnim razlikama koncentracije magnezija i željeza u krvi jaradi. Iako je vidljiva tendencija povećanja koncentracije magnezija u krvi jaradi 48. dana istraživanja, utvrđene su koncentracije magnezija bile veće ($P=0,050$) u pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu. Koncentracija magnezija u krvi jaradi 75. dana istraživanja bila je najviša u PSB skupini, premda nije bila značajna. Koncentracija magnezija u krvi jaradi 75. dana istraživanja u skladu je s rezultatima utvrđenim u krvi koza koje su imale značajno višu koncentraciju magnezija pri hranidbi s PSB u odnosu na ELS (tablica 34.) što je posljedica povećane koncentracije magnezija u krmnim smjesama s dodatkom PSB. Utvrđene su i visoke koncentracije željeza, koje su bile na gornjoj granici referentnih vrijednosti za koze, iako analiza varijance nije ukazala na značajne razlike između istraživanih skupina. Naime,

koncentracija željeza u krmnim smjesama koju je konzumirala jarad, bila je podjednaka (tablica 15.). Prema Mohri i sur. (2007.) koncentracija željeza u krvi je pod utjecajem koncentracije uskladištenog željeza i koncentracije željeza u hrani.

U predmentom istraživanju dodaci PSB i ELS u krmnim smjesama utjecali su na smanjenje aktivnosti enzima AST u jaradi, 75. dana istraživanja u odnosu na kontrolnu skupinu. Slično je utvrđeno za aktivnost GGT enzima istoga dana istraživanja, pri čemu je smanjena njegova aktivnost pri dodatku ELS i PSB u hranidbi jaradi u odnosu na kontrolnu skupinu. Aktivnost enzima ALT nije bila pod značajnim utjecajem ($P>0,05$) ELS i PSB dodatka. Iako su utvrđene značajane razlike između skupina, aktivnosti navedenih enzima nisu odstupale od referentnih vrijednosti za koze. Viša aktivnost AST enzima mogla bi biti uslijed smanjene koncentracije bjelančevina u krvi (Antunović i sur., 2004.), što je vidljivo iz rezultata predmetnog istraživanja kada je koncentracija ukupnih bjelančevina u krvi jaradi 75. dana istraživanja bila smanjena u kontrolnoj skupini, iako razlike nisu bile značajne. Slično tome, Chang i sur. (2013.) su utvrdili povećanu aktivnost AST u krvi teladi hranjene ograničenom količinom krmne smjese s manjim sadržajem sirovih bjelančevina (0,304 kg/dan) u odnosu na telad hranjenu većom količinom krmne smjese s većim sadržajem sirovih bjelančevina (0,427 kg/dan). Smanjena aktivnost AST ukazuje na hepatoprotektivnu ulogu ekstrudiranog lana koja se javlja zbog antioksidativne aktivnosti (Makni i sur., 2008. i 2011.). Utvrđene aktivnosti enzima jetre AST, ALT i GGT (tablica 44.) u predmetnom istraživanju nisu odstupale od referentnih vrijednosti za koze što ukazuje na povoljan zdravstveni status jetre.

Aktivnost enzima GPx u krvi je značajno povećana ($P<0,05$) u ELS skupini jaradi u odnosu na PSB skupinu 75. dana istraživanja. Smanjena aktivnost GPx u krvi jaradi PSB skupine nije se značajno razlikovala u odnosu na kontrolnu skupinu. Dodatak PSB ili ELS u krmne smjese nije uzrokovao značajne promjene aktivnosti enzima SOD u krvi jaradi 20., 48. i 75. dana istraživanja. Rezultati ukazuju na jednaku proizvedenu koncentraciju H_2O_2 između različitih skupina koji se razgrađuje djelovanjem enzima GPx (Bachmann-Schogor i sur., 2013.). Bachmann-Schogor i sur. (2013.) također nisu utvrdili značajne razlike aktivnosti SOD, dok su istovremeno utvrdili povećanu aktivnost enzima GPx u plazmi krava hranjenih dodatkom pogače sjemenki lana u odnosu na kontrolnu skupinu bez navedenog dodatka. Autori su zaključili kako je povećanje enzima GPx uslijedilo zbog

visoke koncentracije antioksidanata, osobito vitamina E u pogači sjemenki lana koji neposredno štite od lipidne peroksidacije u plazmi.

Istraživanja su utvrdila da riblje ulje bogato n-3 masnim kiselinama ima antioksidativna svojstva u hranidbi miševa u odnosu na ulje kukururuza (Wang i sur., 2004.) i to zbog aktivacije transkripcijskih faktora koji potiču ekspresiju enzima antioksidativnog statusa (Wang i sur., 2004.; Kim i Yang 2013.). Wang i sur. (2004.) su utvrdili da antioksidativno djelovanje n-3 PUFA proizlazi iz regulacije gena, osobito transkripcije gena peroksisomalnog proliferacijskog aktiviranog receptora gama (PPARγ- eng. peroxisome-proliferator activated receptors). Aktivacija PPARγ ima neposredan utjecaj na regulaciju transkripcije SOD (Lebovitz i sur., 1996.) i GPx (Billiet i sur., 2008.). Prema Wang i sur. (2004.) ravnoteža između oksidativnog stresa i antioksidativnog statusa stanice smanjuje oksidativnu nestabilnost uslijed hranidbe dodatkom ribljeg ulja bogatog n-3 masnim kiselinama.

5. ZAKLJUČCI

Temeljem rezultata istraživanja o utjecaju dodatka pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana u hrani koza na njihova proizvodna svojstva, masnokiselinski sastav mlijeka i metabolički profil utvrđeno je sljedeće:

- Navedeni dodaci nisu bili uzrokom promjena fenotipskih odlika i indeksa tjelesne razvijenosti koza i njhove jaradi. Dodaci pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana nisu značajnije utjecali na promjene osnovnog kemijskog sastava kozjeg mlijeka. Količina mlijeka, sadržaj masti, bjelančevina i laktoze te koncentracija ureje kao i broj somatskih stanica i kolonija bakterija nisu se značajno razlikovali između istraživanih skupina.

- Dodatak pogače sjemenki bundeve rezultirao je značajnim smanjenjem koncentracije LA i ukupnih n-6 masnih kiselina. Hranidba koza dodatkom ekstrudiranog lana povećala je koncentraciju C18:0 75. dana istraživanja kao i koncentraciju C18:3 n-3 20. i 75. dana istraživanja. Posljedično povećanju koncentracije ALA uslijedilo je i povećanje koncentracije C20:5 n-3 tijekom predmetnih uzorkovanja. Navedeno ukazuje na obogaćenost kozjeg mlijeka n-3 masnim kiselinama, koje mlijeku ELS skupine daje odgovarajuća funkcionalna svojstva.

- Istovremeno, hranidba koza dodatkom PSB i ELS očuvala je organoleptička svojstva kozjeg mlijeka, s obzirom da nisu utvrđene značajne razlike koncentracije kratkolančanih masnih kiselina C6:0, C8:0 i C10:0. Dodatak pogače sjemenki bundeve u hrani koza nije rezultirao značajnim razlikama u koncentraciji oleinske kiseline, vakcenske i CLA kiseline što ukazuje na to da je mlijeko PSB skupine dobar izvor navedenih masnih kiselina koje imaju značajnu ulogu u zdravlju ljudi.

- Dodatak ELS u hrani koza uzrokovao je i povećanje koncentracije razgranatih masnih kiselina 75. dana istraživanja, osobito koncentracije C15 *izo* u mlijeku 20. i 75. dana istraživanja koje imaju potencijalno protuupalno i antikancerogeno djelovanje. Dodatak ekstrudiranog lana povećao je koncentraciju ukupnih

dugolančanih masnih kiselina 75. dana istraživanja, dok je tijekom svih uzorkovanja rezultirao povoljnim n-6/n-3 omjerom.

- Rezultati predmetnog istraživanja ukazuju na povoljan metabolički status koza uslijed hranidbe krmnim smjesama s dodatkom pogače sjemenki bundeve i ekstrudiranog lana, s obzirom da nisu utvrđene značajnije razlike između hematoloških pokazatelja, većine biokemijskih pokazatelja i koncentracija minerala u krvi, kao i aktivnost enzima jetre te enzima antioksidativnog statusa u odnosu na kontrolnu skupinu.

- Hranidba jaradi ekstrudiranim lanom i pogačom sjemenki bundeve ukazala je na hepatoprotektivnu ulogu uslijed smanjenja aktivnosti enzima AST i GGT 75. dana istraživanja. Hranidba jaradi krmnim smjesama s dodatkom ekstrudiranog lana ukazuje na antioksidativni potencijal s povećanom aktivnosti enzima GPx 75. dana istraživanja.

Temeljem dobivenih rezultata vidljiva je mogućnost potpunog uključivanja pogače sjemenki bundeve kao i djelomičnog uključivanja ekstrudiranog lana kao bjelančevinastog sastojka krmnih smjesa, bez značajnijih promjena u količini i kemijskom sastavu kozjeg mlijeka, kao ni značajnijih promjena metaboličkog profila. Dodatak pogače sjemenki bundeve nije rezultirao značajnijim promjenama masnokiselinskog profila. Dodatak ekstrudiranog lana u hrani koza poboljšao je masnokiselinski profil kozjeg mlijeka koji mu daje svojstvo funkcionalne hrane u čemu je sadržan doprinos predmetnog istraživanja.

6. LITERATURA

1. Abdel-Fatah, M.S., Shaker, Y.M., Hashem, A.L.S., Ellamei, A.M., Amer, H.Z. (2013.): Effect of weaning age on thermo-hematological and immunocompetence of Bark lambs in Siwa Oasis, Egypt. Global Veterinaria 10(2): 176-188.
2. Abdolvahabi, S., Zaeemi, M., Mohri, M., Naserian, A.A. (2016.): Age related changes in serum biochemical profile of Saanen goat kids during the first three months of life. Revue de Medicine Veterinarie 167(3-4): 106-112.
3. Abedi, E., Sahari, M.A. (2014.): Long-chain polyunsaturated fatty acids sources and evaluation of their nutritional and functional properties. Food Science and Nutrition 2(5): 443-463.
4. Abuelfatah, K., Zuki, A.B.Z., Goh, Y.M., Sazili, A.Q. (2013.): Effects of dietary N-3 fatty acids on growth performance, apparent digestibility and carcass characteristics of crossbred Boer goat under tropical condition. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances 8(6): 775-785.
5. Adewuyi, A.A., Gruys, E., van Eerdenburg, F.J.C.M. (2005.): Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. 27(3): 117-126.
6. Allen, M.S. (2000.): Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science 83: 1598-1624.
7. Amarù, D.L., Field, C.J. (2009.): Conjugated linoleic acid decreases MCF-7 human breast cancer cell growth and insulin-like growth factor-1 receptor levels. Lipids 26(5): 449-458.
8. Antunović, Z., Šperanda, M., Steiner Z. (2004.): The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. Archiv Tierzucht, Dummerstorf 47(3): 265-273.
9. Antunović, Z., Šperanda, M., Senčić, Đ., Domaćinović, M., Novoselec, J. (2008.): Efficiency of probiotic preparation „probios 2b“ in goat kids feeding. Kmriva 50(2): 73-78.
10. Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Vegara, M., Pavić, V., Mioč B., Đidara, M. (2011.): Changes in biochemical and haematological parameters and metabolic hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation. Archiv Tierzucht 54: 535-545.

11. Antunović, Z., Šperanda, M., Novoselec, J., Đidara, M., Klir, Ž., Pavić, M. (2012.a): Hematological parameters and acid-base balance of goat kids in organic breeding. Proceedings of The First International Symposium on Animal Science, November 2012, Belgrade, 846-851.
12. Antunović, Z., Šperanda, M., Senčić, Đ., Novoselec, J., Steiner, Z., Đidara, M. (2012.b): Influence of age on some blood parameters of lambs in organic production. Macedonian Journal of Animal Science 7: 11-15.
13. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž., Đidara, M. (2013.a): Inclusion of peas as protein sources in the diet of dairy goats in organic breeding. Macedonian Journal of Animal Science 3(1): 63-67.
14. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž., Đidara, M. (2013.b): Hematološki pokazatelji u Alpske koze tijekom laktacije. Poljoprivreda 19: 40-43.
15. Antunović, Z., Varžić, G., Novoselec, J., Šperanda, M., Klir, Ž. (2013.c): Utjecaj sustava uzgoja na rast i razvoj jaradi. 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma., 17.-22. veljače 2013., Dubrovnik, Hrvatska, str. 707-711.
16. Antunović, Z., Novoselec, J., Sičaja, V., Steiner, Z., Klir, Ž., Matanić, I. (2015.a): Primjena pogače sjemenki bundeve u hranidbi janjadi u ekološkom uzgoju. Krmiva 57(1): 3-9.
17. Antunović, Z., Marković, B., Novoselec, J., Šperanda, M., Marković, M., Mioč, B., Đidara, M., Klir, Ž., Radonjić, D. (2015.b): Blood metabolic profile and oxidative status of endangered mediterranean sheep breed during pregnancy. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21(3): 661-667.
18. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž. (2015.c): Body growth of goat kids in organic farming. Macedonian Journal of Animal Science 5(2): 59-62.
19. Antunović, Z., Mikulić, T., Novoselec, J., Klir, Ž. (2016.): Fenotipske odlike različitih kategorija mliječnih pasmina koza. Zbornik radova 51. hrvatskog i 11. međunarodnog simpozija agronoma, 15.-18. veljače 2016, Opatija, Hrvatska 301-305.
20. Antunović, Z., Šperanda, M., Novoselec, J., Đidara, M., Mioč, B., Klir, Ž., Samac, D. (2017.): Blood metabolic profile and acid-base balance of dairy goats and their kids during lactation. Veterinarski Arhiv 87(1): 43-55.
21. Arunvipas, P., Van Leeuwen, J.A., Dohoo, I.R., Keefe, G.P., Burton, S.A., Lissemore, K.D. (2008.): Relationships among milk urea-nitrogen, dietary

parameters, and fecal nitrogen in commercial dairy herds. Canadian Journal of Veterinary Research 72(5): 449-453.

22. Assmann, G., Nofer, J. (2003.): Atheroprotective effects of high-density lipoproteins. The Annual Review of Medicine 54: 321-341.
23. Atti, N., Methlouthi, N., Saidi, C., Mahouachi, M. (2013.): Effect of extruded linseed on muscle physicochemical characteristics and fatty acid composition of lambs. Journal of Applied Animal Research 41(4): 404-409.
24. Babnik, D., Verbič, J. (2002.): Protein value of pumpkin seed cakes in ruminant nutrition. Krmiva 44(3): 117-124.
25. Bachmann-Schogor, A.L., Palin, M.F., Santos, G.T., Benchaar, C., Lacasse, P., Petit, H.V. (2013.): Mammary gene expression and activity of antioxidant enzymes and oxidative indicators in the blood, milk, mammary tissue and ruminal fluid of dairy cows fed flax meal. British Journal of Nutrition 1-8.
26. Banni, S., Martin, J.C. (1998.): Conjugated linoleic acid and metabolites. Iz knjige: J.J. Sebedio and W.W. Christie (Ed.) Trans Fatty Acids in Human Nutrition. Oily Press, Dundee, Scotland, 261-302.
27. Bartocci, S., Terzano, G.M., Borghese, A. (1986.): Intensive kid production. 2., Live and slaughter dana in Saanen aged 35 and 48 days. Annali dell´Instituto Sperimentale per la Zootechnia 19(2): 109-121.
28. Bas, P., Berthelot, V., Pottier, E., Normand, J. (2007.): Effect of level of linseed on fatty acid composition of muscles and adipose tissue of lambs with emphasis on trans fatty acids. Meat Science 77: 678-688.
29. Battacone, G., Carboni, G.A., Fancellu, S., Nudda, A., Pulina, G. (2007.): The use of linseed and cottonseed to change the milk fatty acid profile in early lactation dairy goats. In: Priolo, A., Biondi, L., Ben Salem, H., Morand-Fehr, P.: Advanced nutrition and feeding strategies to improve sheep and goat. Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 74, Zaragoza: CIHEAM, 49-53.
30. 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.
31. Bavec, F., Grobelnik Mlakar, S., Rozman, C., Bavec, M. (2007.): Oil Pumpkins: Niche for Organic Producers Reprinted from: Issues in new crops and new uses. Iz knjige: Janick, J., Whipkey, A. (ed.). ASHS Press, Alexandria, VA, 185-189.

32. Belewu, M.A., Adewole, A.M. (2009.): Goat Milk: A Feasible Dietary Based Approach to Improve the Nutrition of Orphan and Vulnerable Children. Pakistan Journal of Nutrition 8(10): 1711-1714.
33. Bello, M.O., Farade, O.S., Adewusi, S.R.A., Olawore, N.O. (2008.): Studies of some lesser known nigerian fruits. African Journal of Biotechnology 7(1): 3972-3979.
34. Belury, M.A., Kempa-Steczko, A. (1997.): Conjugated linoleic acid modulates hepatic lipid composition in mice. Lipids 32: 199-204.
35. Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. (2006.): Biochemistry. W.H. Freeman and Company, New York.
36. Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., Nardone, A. (2005.): Influence of body condition score on relationship between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science 88: 2017-2026.
37. Bernard, L., Rouel, J., Leroux, C., Ferlay, A., Faulconnier, Y. (2005.): Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in Alpine goats fed vegetable lipids. Journal of Dairy Science 88: 1478-1489.
38. Bernard, L., Bonnet, M., Leroux, C., Shingfield, K.J., Chilliard, Y. (2009.): Effect of sunflower-seed oil and linseed oil on tissue lipid metabolism, gene expression, and milk fatty acid secretion in Alpine goats fed maize silage-based diets. Journal of Dairy Science 92: 6083-6094.
39. Bernard, L., Mouriot, J., Rouel, J., Glasser, F., Capitan, P., Pujos-Guillot, E., Chardigny, J.M., Chilliard, Y. (2010.): Effects of fish oil and starch added to a diet containing sunflower-seed oil on dairy goat performance, milk fatty acid composition and in vivo Δ-9 desaturation of [^{13}C] vaccenic acid. Journal of Nutrition 104: 346-354.
40. Bernard, L., Leroux, C., Rouel, J., Delavaud, C., Shingfield, K.J., Chilliard, Y. (2015.): Effect of extruded linseeds alone or in combination with fish oil on intake, milk production, plasma metabolite concentrations and milk fatty acid composition in lactating goats. Animal 9(5): 810-821.
41. Bernard, L., Toral, P., Rouel, J., Chilliard, Y. (2016.): Effects of extruded linseed and level and type of starchy concentrate in a diet containing fish oil on dairy goat performance and milk fatty acid composition. Animal Feed and Technology 222: 31-42.

42. Bertics, S.J., Grummer, R.R., Cadorniga-Valino, C., Stoddard, E.E. (1992.). Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. Journal of Dairy Science 75: 1914-1922.
43. Bhosale, S.S., Kahate, P.A., Kamble, K., Thakare, V.M, Gubbawar, S.G. (2009.): Effect of lactation on physico-chemical properties of local goat milk. Veterinary World 2(1): 17-19.
44. Billiet, L., Furman, C., Cuaz-Pérolin, C., Paumelle, R., Raymondjean, M., Simmet, T., Rouis, M. (2008.): Thioredoxin-1 and its natural inhibitor, vitamin D3 up-regulated protein 1, are differentially regulated by PPARalpha in human macrophages. Journal of Molecular Biology 384: 564-576.
45. Binev, R., Marutsova, V., Radev, V. (2014.): Clinical and haematological studies on subclinical lactational ketosis in dairy goats. Agricultural Science and Technology 6(4): 427-430.
46. Birteeb, P.T., Lomo, R. (2015.): Phenotypic characterization and weight estimation from linear body traits of West African Dwarf goats reared in the transitional zone of Ghana. Livestock Research for Rural Development 27: 175.
47. Bonanno, A., Todaro, M., Grigoli, A., Scatassa, M.L., Tornambè, G., Alicata, M.L. (2008.): Relationships between dietary factors and milk urea nitrogen level in goats grazing herbaceous pasture. Italian Journal of Animal Science 7: 219-235.
48. Božanić, R., Tratnik, Lj., Drgalić, I. (2002.): Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti. Mljekarstvo 52 (3): 207-237.
49. Bremmer, D.R., Bertics, S.J., Brsong, S.A., Grummer, R.R. (2000.): Changes in hepatic microsomal triglyceride transfer protein and triglyceride in periparturient dairy cattle. Journal of Dairy Science 83: 2252-2260.
50. Brzozowska, A.M., Oprzadek J. (2016.): Metabolism of fatty acids in tissues and organs of the ruminants-a review. Animal Science Papers and Reports 34: 211-220.
51. Calder, P.C. (2012.): Mechanisms of action of (n-3) fatty acids. The Journal of Nutrition 1-8.
52. Carnicella, D., Dario, M., Caribe-Ayres, M.C., Laudadio, V., Dario, C. (2008.): The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. Small Ruminant Research 77: 71-74.
53. Casamassima, D., Nardoia, M., Palazzo, M., Vizzarri, F., Corino, C. (2014.): Effect of dietary extruded linseed, verbascoside and vitamin E supplements on selected

serum biochemical parameters and plasma oxidative status in Lacaune ewes. Slovenian Veterinary Research 51(2): 89-100.

54. Celi, P. (2010.): The role of oxidative stress in small ruminants' health and production. Revista Brasileira Zootecni 39: 348-363.
55. Cenkvári, É., Fekete, S., Fébel, H., Veresegyházi, T., Andrásofszky, E. (2005.): Investigations on the effects of Ca-soap of linseed oil on rumen fermentation in sheep and on milk composition of goats. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 89: 172-178.
56. Chacon, E., Macedo, F., Velazquez, F., Rezende Paiva, S., Pineda, E., McManus, C. (2011.): Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. Revista Brasileira de Zootecnia 40(8): 1671-1679.
57. Chang, S.S., Lohakare, J.D., Singh, N.K., Ewon, E.G., Nejad, J.G., Sung, K.I., Hong, S.K. (2013.): Limiting concentrate during growing period affect performance and gene expression of hepatic gluconeogenic enzymes and visfatin in Korean native beef calves. Asian-Australasian Journal of Animal Science 26(2): 202-210.
58. Chaturverdi, I., Singh, P.K., Dutta, T.K. (2013.): Effect of herbal feed on goat haematological and biochemical profile. International Journal of Biotechnology and Bioengieering Research 3: 257-262.
59. Chayanoot, S., Ausa, C., Jaruwan, N.N., Chakrit, T. (2005.): Effect of solvent on fatty acid profile of stearin separated from crude palm oil. International Conference on Engineering and Environment 1-4.
60. Chestworth, J.M., Stuchbury, J.M., Scaife, J.R. (1998.): An introduction to agricultural biochemistry. Springer Science & Business Media 181-190.
61. Chierici, R., Sawatzki, G., Tamisari, L., Volpato, S., Vigi, V. (1992.): Supplementation of an adapted formula with bovine lactoferrin. 2. effects on serum iron, ferritinand zinc levels. Acta Paediatrica 81: 475-479.
62. Chikunya, S., Demirel, G., Enser, M., Wood, J.D., Wilkinson, R.G., Sinclair, L.A. (2004.): Biohydrogenation of dietary n-3 PUFA and stability of ingested vitamin E in the rumen, and their effects on microbial activity in sheep. British Journal Nutrition 91: 539-550.
63. Chilliard, Y., Feray, A., Mansbridge, R.M., Doreau, M. (2000.): Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. Annales de Zootechnie 49: 181-205.

64. Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G. (2003.): A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. Journal of Dairy Science 86: 1751-1770.
65. Chilliard, Y., 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.
66. Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Doreau, M. (2007.): Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. European Journal of Lipid Science and Technology 109: 828-855.
67. Chilliard, Y., Rouel, J., Guillouet, P. (2013.): Goat alpha-s1 casein genotype interacts with the effect of extruded linseed feeding on milk fat yield, fatty acid composition and post-milking lipolysis. Animal Feed Science and Technology 185: 140-149.
68. Chineke, C.A., Olugun, A.G., Ikeobi, C.O.N. (2006.): Haematological parameters in rabbit breeds and crosses in humid tropics. Pakistan Journal of Biological Sciences 9(11): 2102-2106.
69. Chiofalo, V., Liotta, L., Chiofalo, B. (2004.): Effects of the administration of Lactobacili on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goat kids. Reproduction Nutrition Development 44: 449-457.
70. Christodoulou, V., Bampidis, V.A., Hučko, B., Ploumi, K., Iliadis, C., Robinson, P.H., Mudrik, Z. (2005.): Nutritional value of chickpeas in rations of lactatin ewes and growing lambs. Animal Feed Science and Technology 118: 229-241.
71. Ciappesoni, G., Pribyl, J., Milerski, M., Mareš, V. (2004.): Factors affecting goat milk yield and its composition. Czech Journal of Animal Science 49(11): 465-473.
72. Close, W., Menke, K.H. (1986.): Selected topics in animal nutrition. Feldafing, Germany: Deutsche Stiftung fur internationale Entwicklung, Dok. 1350 C/a, Germany.
73. Commission Regulation, EU (2010.): No 116/2010 of 9 February 2010 amending Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council with regard to the list of nutrition claims (Text with EEA relevance).
74. Cook, H.W., McMaster, C.R. (2002.): Fatty acid desaturation and chain elongation in eukaryotes. Iz knjige: Vance, D.E., Vance, J.E. (Ed.): Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes, str. 181-204.

75. Cortes, C., Palin, M.F., Gagnon, N., Benchaar, C., Lacasse, P., Petit, H.V. (2012.): Mammary gene expression and activity of antioxidant enzymes and concentration of the mammalian lignan enterolactone in milk and plasma of dairy cows fed flax lignans and infused with flax oil in the abomasum. British Journal of Nutrition 108: 1390-1398.
76. Cozma, A., Andrei, S., Pintea, A., Miere, D., Filip, L., Loghin, F., Ferlay, A. (2015.): Effect of hemp seed oil supplementation on plasma lipid profile, liver function, milk fatty acid, cholesterol, and vitamin A concentration in Carpathian goats. Czech Journal of Animal Science 60(7): 289-301.
77. Ćinkulov, M., Krajinović, M., Pihler, I. (2003.): Phenotypic differences between two types of Tsigai breed of sheep. Lucrari stiintifice Zoothnie si Biotehnologii 36: 395-299.
78. Danesh-Mesgaran, M., Jafarpoor, J.R., Mesgaran, D.S (2012.): Milk production, milk fatty acid composition, and blood biochemical parameters of Holstein dairy cows fed whole or ground flaxseed instead of extruded soybeans in the first half of lactation. Iranian Journal of Veterinary Research 13(3): 203-209.
79. Dauqan, E.M.A., Sani, H.A., Abdulah, A., Kasim, Z.M. (2011.): Fatty acids composition of four different vegetable oils (red palm olein, palm olein, corn oil and coconut oil) by gas chromatography. 2 nd International Conference on Chemistry and Chemical Engineering, IPCBEE, Singapore, 31-34.
80. Decandia, M., Cabiddu, A., Molle, G., Branca, A., Epifani, G., Pintus, S., Tavera, F., Piredda, G., Pinna, G., Addis, M. (2007.): Effect of different feeding systems on fatty acid composition and volatile compound content in goat milk. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens 74.
81. Dejenie, A.A., Adugna, M. (2014.): Bioactive properties of goat milk: It´s hypoallergenic, nutritional and therapeutic sgnificance: A review. Global Journal of Animal Scientific Research 2(4): 315-320.
82. Delmotte, C., Rondia, P., Dehareng, F., Laloux, J., Famerée, J. (2009.): An oleaginous supplement to improve the nutritional quality of goat's milk and cheese (whole or extruded linseed, rapeseed cake). Options MÈditerranèennes, A 85: 445-451.
83. De Marchi, F.E., Palin, M.F., Santos, G.T., Lima, L.S., Benchaar, C., Petit, H.V. (2015.): Flax meal supplementation on the activity of antioxidant enzymes and the

expression of oxidative stress- and lipogenic-related genes in dairy cows infused with sunflower oil in the abomasum. Animal Feed Science and Technology 199: 41-50.

84. Dewhurst, R.J., Scollan, N.D., Lee, M.R.F., Ougham, H.J., Humphrey, M.O. (2003.a): Forage breeding and management to increase the beneficial fatty acid content of ruminant products. Proceedings of the Nutrition Society 62: 329-336.
85. Dewhurst, R.J., Fisher, W.J., Tweed, J.K.S., Wilkins, R.J. (2003.b): Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. Journal of Dairy Science 86: 2598-2611.
86. Dhiman, T.R., Nam, S.H., Ure, A.L. (2005.): Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 45: 463-482.
87. Dimić, E. (2005.): Cold pressed oils. Novi Sad: University of Novi Sad, Faculty of Technology. str. 170-172.
88. Doreau, M., Ferlay, A. (2015.): Linseed: a valuable feedstuff for ruminants. Oilseeds and fats, Crops and Lipids 22(6): D611.
89. Duncan, J.R., Prasse, K.W. (1986.): Veterinary Laboratory Medicine. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. str. 285.
90. Dunnet, C.E. (2005.): Dietary lipid form and function. Iz knjige: Pagan, J.D. (Ed.). Advances in Equine Nutrition III. str. 37-54.
91. Đidara, M., Poljičak-Milas, N., Milinković-Tur, S., Mašek, T., Šuran, J., Pavić, M., Kardum, M., Šperanda, M. (2015.): Immune and oxidative response to linseed in the diet of periparturient Holstein cows. Animal 9(8): 1349-1354.
92. Elinge, C.M., Muhammad, A., Atiku, F.A., Itodo, A.U., Peni, I.J.,Sanni, O.M., Mbongo, A.N. (2012.): Proximate, mineral and anti-nutrient composition of pumpkin (*Cucurbita pepo L*.) seeds extract. International Journal of Plant Research 2(5): 146-150.
93. Enishi, O., Yoshioka, T., Nakashima, K., Saeki, M., Kawashima, T. (2004.): Analysis of in situ ruminal digestive characteristics and nutritive value of pumpkin and carrot juice residue for ruminant feeds. Grassland Science 50: 360-365.
94. FAOSTAT http://www.fao.org/faostat/en/
95. Ferlay, A., Doreau, M., Martin, C., Chilliard, Y. (2013.): Effects of incremental amounts of extruded linseed on the milk fatty acid composition of dairy cows receiving hay or corn silage. Journal of Dairy Science 96: 6577-6595.

96. Fievez, V., Vlaeminck, B., Dhanoa, M.S., Dewhurst, R.J. (2003.): Use of principal component analysis to investigate the origin of heptadecenoic and conjugated linoleic acids in milk. Journal of Dairy Science 86: 4047-4053.

97. Foreston, W.C., Tedesco, F.J., Starnes, E.C. (1985.): Marked elevation of serum transaminase activity associated with extrahepatic biliary tract disease. Journal of Clinical Gastroenterology 76: 502-505.

98. Fraser, C.M., Mays, A. (1986.): The Merck Veterinary Manual. A handbook of diagnosis, therapy and disease prevention and control for the Veterinarian. Merck & Co., Inc. Rahway, New Yersey, USA, str. 905-908.

99. Glew, R.H., Glew, R.S, Chuang, L.T., Huang, Y.S., Millson, M., Constans, D., Vanderjagt, D.J. (2006.): Amino acid, mineral and fatty acid content of pumpkin seeds (*Cucurbita spp*) and Cyperus esculentus nuts in the Republic of Niger. Plant Foods for Human Nutrition 61: 51-56.

100. Goede, J., Verschuren, W.M., Boer, J.M., Verberne, L.D., Kromhout, D., Geleijnse, J.M. (2013.): N-6 and N-3 fatty acid cholesteryl esters in relation to fatal CHD in a Dutch adult population: a nested case–control study and meta-analysis. PLoS One 8: e59408.

101. Goyens, P.L.L., Spilker, M.E., Zock, P.L., Katan, M.B., Mensink, R.P. (2006.): Conversion of α-linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α-linolenic and linoelic acid in the diet and not by their ratio. The American Journal of Clinical Nutrition 84: 44-53.

102. Grela, E.R., Günter, K.D. (1995.): Fatty acid composition and tocopherol content of some legume seeds. Animal Feed Science and Technology 52: 325-331.

103. Griinari, J.M., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V.V., Bauman, D.E. (2000.): Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9- desaturase. Journal of Nutrition 130: 2285-2291.

104. Grundt, H., Nilsen, D.W.T., Mansoor, M.A., Nordoy, A. (2003.): Increased lipid peroxidation during long-term intervention with high doses of n-3 fatty acids (PUFAs) following an acute myocardial infarction. European Journal of Clinical Nutrition 57: 793-800.

105. Gulati, S.K., McGrath, S., Wynn, P.C., Scott, T.W. (2003.): Preliminary results on the relative incorporation of docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids into cows

milk from two types of rumen protected fish oil. International Dairy Journal 13: 339-343.

106. Gustafsson, A.H, Palmquist, D.L. (1993.): Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. Journal of Dairy Science 76: 475-484.
107. Haenlein, G.F.W. (2004.): Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research 51: 155-163.
108. Haenlein, G.F.W., Caccese, R. (1984.): Goat milk versus cow milk. Iz knjige: Haenlein, G.F.W., Ace, D.L. (Ed.) Extension Goat Handbook, USDA Publ., Washington, D. C., SAD, E-1, 1-7.
109. Halliwell, B., Gutteridge, J.M. (1990.): Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. Methods in Enzymology 186: 1-85.
110. Harfoot, C.G., Noble, R.C., Moore, J.H. (1973.): Factors, influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen microorganisms in vitro. Journal of the Science of Food and Agriculture 24: 961-970.
111. Harfoot, C.G., Hazlewood, G.P. (1997.): Lipid metabolism in the rumen. Rumen Microbial Ecosystem. Hobson, P.N., Stewart, C.S. (Ed.) Blackie Academic & Professional, New York, 394-404.
112. Harper, J.M. (1978.): Food extrusion. CRC Critical Reviews Food Science and Nutrition 11: 155-215.
113. Henderson, C. (1973.): The effect of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 81: 107.
114. Herosimczyk, A., Lepczynski, A., Dratwa-Halupnik, A., Kurpinska A., Klonowska A., Skrzypczak, W.F. (2011.): Age-related changes of selected blood biochemical indicators in dairy calves during their first week of life. Folia Biologica (Krakow) 59: 25- 30.
115. Hiss, S., Meyer, T., Sauerwein, H. (2008.): Lactoferrin concentrations in goat milk throughout lactation. Small Ruminant Research 80(1-3): 87-90.
116. Hodžić, A., Zuko, A., Avdić, R., Alić, A., Omeragić, J., Jažić, A. (2013.): Influence of Fasciola hepatica on serum biochemical parameters and vascular and biliary system of sheep liver. Iranian Journal of Parasitology 8(1): 92-98.
117. Houseknecht, K.L., Vanden Heuvel, J.P., Moya-Camarena, S.Y., Portocarrero, C.P., Peck, L.W., Nickel, K.P., Belury, M.A. (1998.): Dietary conjugated linoleic acid

normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. Biochemical and Biophysical Research Communications 244: 678-682.

118. Hsieh, C.C., Hernandez-Ledesma, B., Fernandez-Tome, S., Weinborn, V., Barile, D., Moura Bell, J.M.L. (2015.): Milk proteins, peptides, and oligosaccharides: effects against the 21st century disorders. BioMed Research International 1-16.
119. Hur, S.J., Kim, H.S., Bahk, Y.Y., Park, Y. (2017.): Overview of conjugated linoleic acid formation and accumulation in animal products. Livestock Science 195: 105-111.
120. Hurtaud, C., Faucon, F., Couvreur, S., Peyraud, J.L. (2010.): Linear relationship between increasing amounts of extruded linseed in dairy cow diet and milk fatty acid composition and butter properties. Journal of Dairy Science 93: 1429-1443.
121. Imran, M., Anjum, F.M., Arshad, M.U. (2013.): Influence of Extrusion Processing on Fatty acids Retention in Full-fat Flaxseed (*Linum usitatissimum L*.) Meal. Journal of Food Processing and Technology 4:9.
122. International Committee for Animal Recording (ICAR) (2012.): International agreement of recording practices. ICAR Copyright, Italija, str. 73.
123. International Standard ISO (2002.a): 15884|IDF 182:2002 Milk fat - Preparation of fatty acid methyl esters.
124. International Standard ISO (2002.b): 15885|IDF 184:2002 Milk fat - Determination of the fatty acid composition by gas-liquid chromatography.
125. International standard ISO (2010.): 1211:2010(E) IDF 1:2010(E) Milk-Determination of fat content-Gravimetric method.
126. Jackson, P.G.G., Cockcroft, P.D. (2002.): Clinical examination of farm animals. Blackwell Science Ltd. 302-305.
127. Jahani-Moghadam, M., Mahjoubi, E., Dirandeh, E. (2015.): Effect of linseed feeding on blood metabolites, indices of cystic follicles and productive and reproductive performance in fresh Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 98: 1828-1835.
128. Jenkins, T.S., Wallace, R.J., Moate, P.J., Mosley, E.E. (2008.): Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. Journal of Animal Science 86: 397-412.
129. Jenness, R. (1980.): Composition and characteristic of goat milk: Review 1968-1979. Journal of Dairy Science 63: 1065-1030.

130. Jones, M.L., Allison, R.W. (2007.): Evaluation oft he ruminant complete blood cell count. Veterinary Clinics: Food Animal Practice 23: 377-402.
131. Jóźwik, A., Strzałkowska, N., Bagnicka, E., Łagodziński, Z., Pyzel, B., Chyliński, W., Czajkowska, A., Grzybek, W., Słoniewska, D., Krzyżewski, J., Horbańczuk, J.O. (2010.): The effect of feeding linseed cake on milk yield and milk fatty acid profile in goats. Animal Science Papers and Reports 28: 245-251.
132. Kalyankar, S.D., Khedkar, C.D., Patil, A.M. (2016.): Goat: milk. The Encyclopedia of Food and Health 3: 256-260.
133. Kamal Shan, M., Khan, A., Rizvi, F., Siddique, M., Sadeeq-ur-Rehman (2007.): Effect of cypermethrin on clinico-haematological parameters in Rabbits. Pakistan Veterinary Journal 27(4): 171-175.
134. Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. (2008.): Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, San Diego (SAD), str. 144-916.
135. Karolyi, D. (2007.): Polinezasićene masne kiseline u prehrani i zdravlju ljudi. Meso. 9(3): 151-158.
136. Khan, A., Rehman, S., Imran, R., Khan, I.A., Pitafi, K.D. (2013.): Analysis of serum cholesterol level in goats breeds in Gilgit-Baltistan area of Pakista. Journal of Agricultural Science and Technology A3: 302-306.
137. Kibler, H.H. (1964.): Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. Res. Bull. Missouri Agric. Exp. Station. 862.
138. Kim, E.J., Sanderson, R., Dhanoa, M. S., Dewhurst, R.J. (2005.): Fatty acid profiles associated with microbial colonization of freshly ingested grass and rumen biohydrogenation. Journal of Dairy Science 88: 3220-3230.
139. Kim, T., Yang, Q. (2013.): Peroxisome-proliferator-activated receptors regulate redox signaling in the cardiovascular system. World Journal of Cardiology 5(6): 164-174.
140. Kim, J.H., Kim, Y., Kim, Y.J., Park, Y. (2016.): Conjugated linoleic acid-potential health benefits as a functional food ingredient. Annual Review of Food Science and Technology 7: 221-244.
141. Klir, Ž., Antunović, Z., Novoselec, J. (2012.): Utjecaj hranidbe koza na sadržaj masnih kiselina u mlijeku. Mljekarstvo 62 (4): 231-240.

142. Klir, Ž., Potočnik, K, Antunović, Z., Novoselec, J., Barać, Z., Mulc, D., Kompan, D. (2015.): Milk production traits from Alpine breed of goats in Croatia and Slovenia. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21(5): 1064-1068.
143. Kohn, R.A., Dinneen, M.M., Russek-Cohen, E. (2005.): Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. Journal of Animal Science 83: 879-889.
144. Kozat, S., Yüksek, N., Göz, Y., Keleş (2006.): Serum iron, total iron-binding capacity, unbound iron-binding capacity, transferrin saturation, serum copper, and hematological parameter in pregnant Akkaraman ewes infected with gastro-intestinal parasites. Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences 30: 601-604.
145. Krajničakova, M., Kovač, G., Kostecky, M., Valocky, I., Maraček, I., Šutiakova, I., Lenhardt, L. (2003.): Selected clinico-biochemical parameters int he puerperal period of goats. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy 47: 177-182.
146. Lamothe, S., Robitaille, G., St-Gelais, D., Britten, M. (2007.): Short Communication: Extraction of β-Casein from Goat Milk. Journal of Dairy Science 90: 5380-5382.
147. LeBlanc, S. (2010.): Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. Journal of Reproduction and Development 56: 29-35.
148. Lebovitz, R.M., Zhang, H., Vogel, H., Cartwright, J., Dionne, L., Lu, N., Huang, S., Matzuk, M.M. (1996.): Neurodegeneration, myocardial injury, and perinatal death in mitochondrial superoxide dismutase-deficient mice. Proceedings of the National Academy of Sciences SAD 93: 9782-9787.
149. Lee, M.K., Bok, S.H., Jeong, T.S., Moon, S.S., Lee, S.E., Yong, B.P., Choi, M.S., (2002.): Supplementation of naringenin and its synthetic derivative alters antioxidant enzyme activities of erythrocyte and liver in high cholesterol-fed rats. Bioorganic and Medicinal Chemistry 10: 2239-2244.
150. Leontowicz, H., Leontowicz, M., Kostyra, H., Kulasek, G., Gralak, M.A., Krzemiński, R., Podgurniak, M. (2001.). Effects of raw or extruded legume seeds on some functional and morphological gut parameters in rats. Journal of Animal Feed Sciences 10: 169-183.
151. Li, X.Z., Yan, C.G., Long, R. J., Jin, G.L., Shine Khuu, J., Ji, B.J., Choi, S.H., Lee, H.G., Song, M.K. (2009.): Conjugated linoleic acid in rumen fluid and milk fat, and methane emission of lactating goats fed a soybean oil-based diet supplemented with

sodium bicarbonate and monensin. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 22(11): 1521-1530.

152. Li, X.Z, Yan, C.G, Lee, H.G, Choi, C.W, Song, M.K. (2012.): Influence of dietary plant oils on mammary lipogenic enzymes and the conjugated linoleic content of plasma and milk fat of lactating goats. Animal Feed and Technology 174: 26-35.
153. Liesegang, A., Risteli, J., Wanner, M. (2007.): Bone metabolism of milk goats and sheep during second pregnancy and lactation in comparison to first lactation. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin) 91: 217-225.
154. Liu, J., Ma, D.W.L. (2014.): The role of n-3 polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of breast cancer. Nutrients 6: 5184-5223.
155. Lopez-Exposito, I., Gomez-Ruiz, J.A., Amigo, L., Recio, I. (2006.): Identification of antibacterial peptides from ovine αs2-casein. International Dairy Journal 16: 1072-1080.
156. Luna, P., Bach, A., Juarez, 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: 20-28.
157. Maan, R., Kataria, N., Pilania, P.K., Sharma, A., Arora, S., Joshi, A., Sankhala, L.N., Sharma, S.K., Mohammad, N., Nathawat, P., Kataria, A.K. (2013.): Superoxide dismutase profiling during extreme ambiences in Marwari sheep from arid tracts. Veterinary Research 6: 15-18.
158. Macciotta, N.P.P., Dimauro, C., Steri, R., Cappio-Borlino, A. (2008.): Mathematical modelling of goat lactation curves. Iz knjige: Dairy goats feeding and nutrition. Cannas, A., Pulina, G. (Ed.). CAB International. Wallingford, Velika Britanija, str. 31-43.
159. Maddock, T.D., Bauer, M.L., Koch, K.B., Anderson, V.L., Maddock, R.J., Barcelo-Coblijn, G., Murphy, E.J., Lardy, G.P. (2006.): Effect of processing flax in beef feedlot diets on performance carcass traits and trained sensory panel ratings. Journal of Animal Science 84: 1544-1551.
160. Makni, M., Fetoui, H., Gargouri, N.K., Garoui, E.M., Jaber, H., Makni, J., Boudawara, T., Zeghal, N. (2008.): Hypolipidemic and hepatoprotective effects of flax and pumpkin seed mixture rich in ω-3 and ω-6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. Food and Chemical Toxicology 46: 3714-3720.

161. Makni, M., Fetoui, H., Garoui, E.M., Gargouri, N.K., Jaber, H., Makni, J., Boudawara, T., Zeghal, N. (2010.): Hypolipidemic and hepatoprotective seeds mixture diet rich in ω-3 and ω-6 fatty acids. Food and Chemical Toxicology 48: 2239-2246.
162. Makni, M., Fetoui, H., Gargouri, N.K., Garoui, E.M., Zeghal, N. (2011.): Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. Journal of Diabetes and Its Complications 25: 339-345.
163. Marić, I., Antunović, Z., Šperanda, M., Marković, B., Novoselec, J., Klir, Ž. (2014.): Utjecaj hranidbe i dobi na metabolički profil janjadi dubrovačke rude. 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma., 16.-21. veljače 2014., Dubrovnik, Hrvatska, str. 610-614.
164. Marounek, M., Pavlata, L., Mišurova, L., Volek, Z., Dvorak, R. (2012.): Changes in the composition of goat colostrum and milk fatty acids during first month of lactation. Czech Journal of Animal Science 57(1): 28-33.
165. Martens, H., Rayssguier, Y. (1980.): Digestive physiology and metabolism in ruminants. Iz knjige: Ruckebusch, Y., Thivend, P. (Ed.). AVI Publishing Co., Westport, CT. str. 447-466.
166. Martínez-Marín, A.L., Gomez-Cortes, P., Gomez-Castro, A.G., Juarez, M., Perez-Alba, L.M., Perez Hernandez, M., de la Fuente, M.A. (2011.): Animal performance and milk fatty acid profile of dairy goats fed diets with unsaturated plant oils. Journal of Dairy Science 94: 5359-5368.
167. Martínez-Marín, A.L., Gomez-Cortes, P., Gomez Castro, G., Juarez, M.,Perez Alba, L., Perez Hernandez, M., de la Fuente, M. A. (2012.): Effects of feeding increasing dietary levels of high oleic or regular sunflower or linseed oil on fatty acid profile of goat milk. Journal of Dairy Science 95: 1942-1955.
168. Martínez-Marín, A.L., Gómez-Cortés, P., Carrión Pardo, D., Núñez Sánchez, N., Gómez Castro, G., Juárez, M., Pérez Alba, L., Pérez Hernández, M., de la Fuente, M.A. (2013.): Short communication: Feeding linseed oil to dairy goats with competent reticular groove reflex greatly increases n-3 fatty acids in milk fat. Journal of Dairy Science 96: 7532-7537.

169. Massart-Leën, A.M., Roets, E., Peeters, G., Verbeke, R. (1983.): Propionate for fatty acid synthesis by mammary gland of lactating goat. Journal of Dairy Science 66: 1445-1454.
170. Masucci, F., Di Francia, A., Romano, R., Maresca di Serracapriola, M.T., Lambiase, G., Varricchio, M.L., Proto, V. (2006.): Effect of *Lupinus Albus* as protein supplement on yield, constituents, clotting properties, fatty acid composition of ewes´ milk. Small Ruminants Research 65: 251-259.
171. Mele, M., Buccioni, A., Serra, A., Antongiovanni, M., Secchiari, P. (2008.): Lipids of goat´s milk: Origin, composition and main sources of variation. Iz knjige: Cannas, A., Pulina, G. (Ed.): Dairy goats feeding and nutrition. CAB International. str. 47-65.
172. Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. (1979.): The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. The Journal of Agricultural Science 93: 217-222.
173. Mika, A., Stepnowski, P., Kaska, L., Proczko, M., Wisniewski, P., Sledzinski, M. Sledzinski (2016.): A comprehensive study of serum odd- and branched-chain fatty acids in patients with excess weight. Obesity 24: 1669-1676.
174. Mioč, B., Pavić, V., Barać, Z., Prpić, Z., Vnučec, I. (2007.): Milk yield of some goat breeds in Croatia. Mljekarstvo 57(1):67-77.
175. Mioč, B., Prpić, Z., Vnučec, I., Barać, Z., Sušić, V., Samaržija, D., Pavić, V. (2008.): Factors affecting goat milk yield and composition. Mljekarstvo 58(4): 305-313.
176. Mioč, B., Barać, Z., Pavić, V., Prpić, Z., Mulc, D., Špehar, M. (2012.): Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. Zebra, Vinkovci, str. 39.
177. Moallem, U., Vyas D., Teter B.B., Delmonte P., Zachut M., and Erdman R.A. (2012.): Transfer rate of α-linoleinic acid from abomasally infused flaxseed oil into milk fat and the effects on milk fatty acid composition in dairy cows. Journal of Dairy Science 95: 5276-5284.
178. Mohri M., Sharifi K., Eidi S. (2007.): Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. Research in Veterinary Science 83: 30-39.

179. Mojtahedi, M., Danesh-Mesgaran, M. (2011.): Effects of the inclusion of dried molassed sugar beet pulp in a low-forage diet on the digestive process and blood biochemical parameters of Holstein steers. Livestock Science 141: 95-103.
180. Morand-Fehr, P. (1996.): Specifities des sources et besoins d´information dans le secteur caprin, strategie a adopter. In Les Dossiers du CIRVAL. Paris Cedex:INRA Publications 1: 77-82.
181. Morgan, F., Bodi, J.P., Gaborit, P. (2001.): Link between goat milk lipolysis and sensorial quality of lactic goat cheeses made from raw or pasteurised milk. Lait 81(6): 743-756.
182. Mozaffarian, D., Katan, M.B., Ascherio, A., Stampfer, M.J., Willett, W.C. (2006.): Trans fatty acids and cardiovascular disease. New England Journal of Medicine 354: 1601-1613.
183. Murković, M., Hillebrand, A., Winkler, A., Leitner, E., Pfannhauser, W. (1996.): Variability of aftty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo L.*). Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung 203: 216-219.
184. Nabradi, A., Popp, J. (2011.): Economics of GM crop cultivation. Applied Studies in Agribusiness and Commerce 5: 7-15.
185. National Research Council, NRC (2007.): Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. The National Academies Press. Washington, D.C., USA.
186. Nađeral-Nakić, S., Rade, D., Škevin, D., Štrucelj, D., Mokrovčak, Ž., Bartolić, M. (2006.): Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. European Journal of Lipid Science Technology 108: 936-943.
187. Nelson, D.L., Cox, M.M. (2005.): Oxidation of fatty acids. Iz knjige: Nelson, D.L., Cox, M.M. Freeman (Ed.): Lehninger Principles of Biochemistry, 4. Izdanje, New York, str. 600-622.
188. Ngwa, A.T., Dawson, L.J., Puchala, R., Detweiler, G., Merkel ,R.C., Wang, Z., Tesfai, K., Sahlu, T., Ferrell, C.L., Goetsch, A.L. (2009.): Effects of stage of lactation and dietary forage level on body composition of Alpine dairy goats. Journal of Dairy Science 92: 3374-3385.
189. Njidda, A.A., Hassan I.T., Olatunji, E.A. (2013.): Haematological and biochemical parameters of goats of semi arid environment fed on natural grazing rangeland of northern Nigeria. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science 3(2): 01-08.

190. 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.
191. Nudda, A., Battacone, G., Usai, M.G., Fancellu, S., Pulina, G. (2006.): Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. Journal of Dairy Science 89: 277-282.
192. Nudda, A., Battacone, G., Fancellu, S., Carboni, G.A., Pulina, G. (2007.): The use of linseed and cottonseed to change the milk fatty acid profile in early lactation dairy goats. Options Méditerranéennes, Series A 74: 49-53.
193. Nudda, A., Palmquist, D.L., Battacone, G., Fancellua, S., Rassua, S.P.G., Pulina, G. (2008.): Relationships between the contents of vaccenic acid, CLA and n-3 fatty acids of goat milk and the muscle of their suckling kids. Livestock Science 118: 195-203.
194. Nudda, A., Battacone, G., Atzori, A.S., Dimauro, C., Rassu, S.P.G., Nicolussi, P., Bonelli, P., Pulina, G. (2013.): Effect of extruded linseed supplementation on blood metabolic profile and milk performance of Saanen goats. Animal 7: 1464-1471.
195. Nudda, A., Correddu, F., Marzano, A., Battacone, G., Nicolussi, P., Bonelli, P., Pulina, G. (2015.a): Effect of diets containing grape seed, linseed, or both on milk production traits, liver and kidney activities, and immunity of lactating dairy ewes. Journal of Dairy Science 98: 1-10.
196. Nudda, A., Battacone, G., Bee, G., Boe, R., Castanares, N., Lovicu, M., Pulina, G. (2015.b): Effect of linseed supplementation of the gestation and lactation diets of dairy ewes on the growth performance and the intramuscular fatty acid composition of their lambs. Animal 9(5): 800-809.
197. 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 L.G.A, Ebonyi State, Nigeria. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology 8: 57-62.
198. O´Keffe, S.F. (2002.): Nomenclature and classification of lipids. Iz knjige: Akoh, C.C., Min, D.B. (Ed.): Food lipids. Marcel Dekker, Inc, New York, Basel.
199. Okello, K.L., Ebong, C., Opuda-Asibo, J. (2009.): Effect of feed supplements on weight gain and carcass characteristics of intact male Mubende goats fed elephant

grass (*Pennisetum purpureum*) ad libitum in Uganda. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(10): 2004-2008.

200. Olafadehan, O.A. (2011.): Changes in haematological and biochemical diagnostic parameters of Red Sokoto goats fed tannin-rich *Pterocarpus erinaceus* forage diets. Veterinarski Arhiv 81: 471-483.
201. Oliveira, R.A., Narciso, C.D., Bisinotto, R.S., Perdomo, M.C., Ballou, M.A., Dreher, M., Santos, J.E.P. (2010.): Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, growth, nutrient digestion, and immunocompentance of calves. Journal of Dairy Science 93(9): 4280-4291.
202. Oni, A.O., Arigbede, O.M., Sowande, O.S., Anele, U.Y., Oni, O.O., Onwuka, C.F.I., Onifade, O.S., Yusuf, K.O., Dele, P.A., Aderinboye, R.Y. (2012.): Haematological and serum biochemical parameters of West African Dwarf goats fed dried cassava leaves-based concentrate diets. Tropical Animal Health and Production 44: 483-490.
203. Onwuka, G.I. (2005.): Food Analysis and Instrumentation: Theory and Practice. Lagos: Naphthali Prints 1-219.
204. Overton, T.R. (2001.): Transition cow programs. The good, the bad, and how to keep them from getting ugly. Advances in Dairy Tecnology 13: 17.
205. Paape, M.J., Poutrel, B., Contreras, A., Marco, J.C., Capuco, A.V. (2001.): Milk somatic cells and lactation in small ruminants. Journal of Dairy Science 84: E237-E244.
206. Palaniswamy, U.R., McAvoy, R.J., Bible, B.B. (2000.): Omega-3 fatty acid concentration in Portulaca oleracea is altered by nitrogen source in hydroponic solution. Journal of the American Society Horticultural Science 125(2): 190-194.
207. Palladino, R.A., Buckley, F., Prendiville, R., Murphy, J.J., Callan, J., Kenny, D.A. (2010.): A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 hybrid on milk fatty acid comparison under grazing conditions. Journal of Dairy Science 93: 2176-2184.
208. Palmquist, D.L. (1984.): Use of fats in diets for lactating dairy cows. Iz knjige: Fats and animal nutrition, Wiseman (Ed.). Butterworths, London, UK., str. 357-381.
209. Palmquist, D.L. (2006.): Milk fat: Origin of fatty acids and influence of nutritional factors. Iz knjige: Advanced dairy chemistry, Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Ed.). Springer, New York, str. 43-80.

210. Pandya, A.J., Ghodke, K.M. (2007.): Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. Small Ruminant Research 68: 193-206.
211. Park, Y.W. (1990.): Nutrient profiles of commercial goat milk cheeses manufactured in the United States. Journal of Dairy Science 73: 3059-3067.
212. Park, Y.W., Juarez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007.): Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68: 88-113.
213. Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (2010.): Milk production. Iz knjige: Solaiman, S.G. (Ed.): Goat Science and Production.Wiley-Blackwell, str. 275-292.
214. Patel, S. (2013.): Pumpkin (*Cucurbita sp*.) seeds as nutraceutic: a review on status quo and scopes. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism 6(3): 183-189.
215. 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 2012: 539426.
216. Pavlata, L., Misurova, L., Pechova, A., Husakova, T., Dvorak, R. (2012.): Direct and indirect assessment of selenium status in sheep-a comparison. Veterinari Medicina 57: 219-223.
217. Pearson, D.A. (1976.): The Chemical analysis of foods, Churchill Livingstone, Edinburgh, Scotland. str. 6-25.
218. Peričin, D.M., Mađarev, S.Z., Radulović, Lj.M., Škrinjar, M.M. (2007.): Exo-polygalacturonase production by *Penicillium roqueforti* on pumpkin seed oil cake in solid state fermentation. Acta Periodica Technologica (APTEFF) 38: 127-137.
219. Peričin, D., Krimer, V., Trivić, S., Radulović, L. (2009.): The distribution of phenolic acids in pumpkin´s hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernal and hull. Food Chemistry 113(2): 450-456.
220. Petri, R.M., Mapiye, C., Dugan, M.E.R., McAllister, T.A. (2014.): Subcutaneous adipose fatty acids profiles and related rumen bacterial populations of steers fed red clover or grass hay diets containing flax or sunflower-seed. PLOS ONE 9(8): e104167.
221. Pezzi, P., Giammarco, M., Vignola, G., Brogna, N. (2007.): Effects of extruded linseed dietary supplemetation on milk yield, milk quality and lipid metabolism of dairy cows. Italian Journal of Animal Science 6: 333-335.

222. Pirman, T., Marič, M., Orešnik, A. (2007.): Promjene u probavljivosti biološkoj vrijednosti bjelančevina pogače sjemenki bundeve nakon dodavanja limitirajućih aminokiselina. Krmiva 49(2): 95-102.
223. Polizopoulou, Z.S. (2010.): Haematological tests in sheep health management. Small Ruminant Research 92: 88-91.
224. Popa, V.M., Gruia, A., Raba, D.N., Dumbrava, D., Moldovan, C., Bordean, D., Mateescu, C. (2012.): Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum Usitatissimum L.*) from Romania. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies 18(2): 136-140.
225. Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo II. dio-industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec, str. 84.
226. Rabrenović, B.B., Dimić, E.B., Novaković, M.M., Tečević, V.V., Basić, Z.N. (2014.): The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo L.*) seeds. Food Science and Technology 55: 521-527.
227. Rasedee, A. (1981.): Blood parameters of kambing Katjang-Jumnapari crossbred goats in Malaysia. Pertanika 4:87-90.
228. Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I.,Chilliard, Y. (2008.): Composition of goat and sheep milk products: An update. Small Ruminant Research 79: 57-72.
229. Renna, M., Lussiana, C., D'Agostino, M., Mimosi, A., Fortina, R. (2013.): Extruded linseed supplementation in dairy goat diet: effects on productive performance and fatty acid profile of bulk milk, fresh and ripened cheese. Journal of Animal and Veterinary Advances 12: 1550-1564.
230. Rincon-Delgado, R.M., Gutierrez-Banuelos, H., Perez-Vszquez, E.D., Muro-Reyes, A., Diaz-Garcia, L.H., Banuelos-Valenzuela, R., Gutierrez-Pina, F.J., Medina-Flores, C.A., Escareno-Sanchez, L.M., Aguilera-Soto, J.I., Lopez-Carlos, M.A., Arechiga-Flores, C.F. (2011.): Relationship of residual feed intake on specific hematological and biochemical parameters in Rambouillet sheep. Agricultural Journal 6(3): 87-91.
231. Rojo-Rubio, R., Kholif, A.E., Salem, A.Z.M., Mendoza, G.D., Elghandour, M.M.M.Y., Vazquez-Armijo, J.F., Lee-Rangel, H. (2016.): Lactation curves and body weight changes of Alpine, Saanen and Anglo-Nubian goats as well as pre-weaning growth of their kids. Journal of Applied Animal Research. 44(1): 331-337.

232. Rudnik, E., Szczucinska, A., Gwardiak, H., Szulc, A., Winiarska, A. (2001.): Comparative studies of oxidative stability of linseed oil. Thermochimica Acta 370: 135-140.
233. Rumosa-Gwaze, F., Chimonyo, M., Dzama, K. (2012.): Effect of season and age on blood minerals, liver enzyme levels, and faecal egg counts in Nguni goats of South Africa. Czech Journal of Animal Science 57: 443-453.
234. Russel, A. (1991.): Body condition scoring of sheep. Iz knjige: Sheep and goat practice. Boden, E. (Ed.). Bailliere Tindall, Philadelphia, str. 3.
235. Rustan, A.C., Devon, C.A. (2005.): Fatty acids: Structure and properties. Iz knjige: Encyclopedia of life sciences. John Wiley, Ltd.
236. Sabbah, A., Hassoun, S., Drouet, M. (1997.): L'allergie au lait de vache et sa substitution par le lait de chevre. In: Proceedings of the Colloque Interets Nutritionnel et Dietetique du Lait de Chevre. Institute National Rech Agron, Publ., Paris, France 81: 111-118.
237. Salari, F., Altomonte, I., Ribeiro, N.L., Ribeiro, M.N., Bozzi, R., Martini, M. (2016.): Effects of season on the quality of Garfagnina goat milk. Italian Journal of Animal Science 15(4): 568-575.
238. Salter, A.M. (2013.): Dietary fatty acids and cardiovascular disease. Animal 7(1): 163-171.
239. Salva, S., Nunez, M., Villena, J., Ramon, A., Font, G., Alvarez, S. (2011.): Development of a fermented goats´ milk containing *Lactobacillus rhamnosus*: in vivo study of health benefits. Journal of the Science of Food and Agriculture 91: 2355-2362.
240. Samardžija, M., Dobranić, T., Lipar, M., Harapin, I., Prvanović, N., Grizelj, J., Gregurić-Gračner, G., Dobranić, V., Radišić, B., Đuričić, D. (2011.): Comparison of blood serum macromineral concentrations in meat and dairy goats during puerperium. Veterinarski Arhiv 81(1): 1-11.
241. Sánchez, A., Ysunza, F., Beltrán-García, M.J., Esqueda, M. (2002.): Biodegradation of viticulture wastes by Pleurotus: a source of microbial and human food and its potential use in animal feeding. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 2537-2542.

242. Sanz-Sampelayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, P., Boza, J. (2007.): Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68: 42-63.
243. SAS 9.3®, SAS Institute Inc., Cary, NC, SAD.
244. 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): 2162-74.
245. Sedighi-Vesagh, R., Naserian, A.A., Ghaffari, M.H., Petit, H.V. (2014.): Effects of pistachio by-products on digestibility, milk production, milk fatty acids profile and blood metabolites in Saanen dairy goats. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin) 99(4): 777-87.
246. 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: 1140-1166.
247. Sies, H. (1991.): Oxidative stress. Academic Press Ltd., Orlando, FL.
248. Simopoulos, A.P. (1999.): Essential fatty acids in health and chronic disease. The American Journal of Clinical Nutrition 70: 560-569.
249. Simopoulos, A.P. (2000.): Human requirements for n-3 polyunsaturated fatty acids. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Poultry science 79: 961-970.
250. 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.
251. Simopoulos, A. (2011.): Evolutionary aspects of diet: the omega-6/omega-3 ratio and the brain. Molecular Neurobiology 44: 203-215.
252. Sinanoglou, V.J., Koutsouli, P., Fotakis, Ch., Sotiropoulou, G., Cavouras, D., Bizelis, I. (2015.): Assessment of lactation stage and breed effect on sheep milk fatty acid profile and lipid quality indices. Dairy Science & Technology 95(4):509-531.
253. Siri-Tarino, P.W., Sun, Q., Hu, F.B., Krauss, R.M. (2010.): Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease. The American Journal of Clinical Nutrition 91: 502-9.

254. Slačanac, V., Božanić, R., Hardi, J., Rezessyne Szabo, J., Lučan, M., Krstanović, V. (2010.): Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. International Journal of Dairy Technology 63: 1-19.
255. Smith, S. (1994.): The animal fatty acid synthase: one gene, one polypeptide, seven enzymes. The Journal of the Federation of American Societis for Experimental Biology 8(15): 1248-1259.
256. Smith, B.P. (2002.): Large animal internal medicine. Copyright Mosby, Inc., str. 393.
257. Stojević, Z., Piršljin, J., Milinković-Tur, S., Zdelar-Tur, M., Ljubić-Beer, B. (2005.): Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. Veterinarski Arhiv 75(1): 67-73.
258. Strzałkowska, N., Jóźwik, A., Bagnicka, E., Krzyżewski, J., Horbańczuk, K., Pyzel, B., Horbańczuk, J.O. (2009.): Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. Animal Science Papers and Reports 27: 311-320.
259. Toral, P.G., Rouel, J., Bernard, L., Chilliard, Y. (2014.): Interaction between fish oil and plant oils or starchy concentrates in the diet: Effects on dairy performance and milk fatty acid composition in goats. Animal Feed Science and Technology 198: 67-82.
260. Troskot, A., Pavičić, Ž. (2007.): Proizvodnja i kakvoća kozjeg mesa. Meso 9(1): 43-46.
261. Tschuor, A.C., Riond, B., Braun, U., Lutz, H. (2008.): Hämatologische und klinisch-chemische Referenzwerte für adulte Ziegen und Schafe. Schweiz. Arch. Tierheilk 150(6): 287-295.
262. Tudisco, R., Grossi, M., Addi, L., Musco, N., Cutrignelli, M.I., Calabro, S., Infascelli, F. (2014.): Fatty acid profile and CLA content of goat milk: influence of feeding system. Journal of Food Research 3(4): 93-100.
263. Ueyama, E., Hirose, Y. (1964.): The effect of feeding on milk composition. 1. The effect of level of feeding upon the solid-not-fat content of milk. Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University 54:1-8
264. Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. (1991.): Coronary Heart-Disease 7 Dietary Factors. Lancet 338: 985-992.

265. Vannice, G., Rasmussen, H. (2014.): Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: dietary fatty acids for healthy adults. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics 114: 136–153.
266. Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., Priolo, A. (2008.): Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. Animal Feed Science and Technology 147: 223-246.
267. Villaquirán, M., Gipson, R., Merkel, R., Goetsch, A., Sahlu, T. (2012.): Body condition scores in goats. Langston University, Agriculture Research and Cooperative Extension 125-131.
268. Vlaeminck, B., Dewhurst, R.J., Demeyer, D., Fievez, V. (2004.): Odd and branched chain fatty acids to estimate proportions of cellullolytic and amylolytic particle associated bacteria. Journal of Feed and Animal Sciences 13(1): 235-238.
269. Vlaeminck, B., Fievez, V., Cabrita, A.R.J., Fonseca, A.J.M., Dewhurst, R.J. (2006.): Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. Animal Feed Science and Technology 131: 389-417.
270. Wada, N.I., Njidda, A.A., Adamu, M., Chibuogwu, C.I. (2014.): Variation in haematological and serum biochemical indices of sheep fed *Ziziphus mucronata* and *Parkia biglobosa* (A comparative study). Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences 3(4): 39-47.
271. Wall, R., Ross, R.P., Fitzgerald G.F., Stanton, C. (2010.): Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. Nutrition Reviews 68(5): 280-289.
272. Wang, H.H., Hung, T.M., Wei, J., Chiang, A.N. (2004.): Fish oil increases antioxidant enzyme activities in macrophages and reduces atherosclerotic lesions in apoE-knockout mice. Cardiovascular Research 61: 169-176.
273. Wang, L.S., Huang, Y.W., Sugimoto, Y. (2006.): Conjugated linoleic acid (CLA) up-regulates the estrogen-regulated cancer suppressor gene, protein tyrosine phosphatase {gamma} (PTP{gamma}), in human breast cells. Anticancer Research 26: 27-34.
274. Wang, Y.M., Wang, J.H., Wang, C., Chen, B., Liu, J.X., Cao, H., Guo, F.C., Vazquez-Anon, M. (2010.): Effect of different rumen-inert fatty acids supplemented with dietary antioxidant on performance and antioxidative status of early-lactation cows. Journal of Dairy Science 93: 3738-3745.

275. Wathes, D.C., Cheng, Z., Chowdhury, W., Fenwick, M.A., Fitzpatrick R., Morris D.G., Patton J., Murphy J.J. (2009.): Negative energy balance alters global gene expresion and immune response in the uterus of postpartum dairy cow. Physiological Genomics 39: 1-13.

276. Wongtangtintharn, S., Oku, H., Iwasaki, H., Toda, T. (2004.): Effect of branched-chain fatty acids on fatty acids biosinthesys of human breast cancer cells. Journal of Nutritional Science and Vitaminology 50: 137-143.

277. 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.

278. Yáñez, 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.): Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG 33(6): 1564-1572.

279. Yeom, K.H., Schonewille, J.T., Everts, H., Zoet, J.M., Beynen, A.C. (2003.): Impact of dietary soybean oil versus medium-chain triglycerides on plasma fatty acids in goats. Small Ruminant Research 48: 201-208.

280. Yılmaz, K., Özer, E., Erkal, N. (1992.): Studies on the caused by iron deficiency in parasite infested and free calves. Fırat Üniveristesi Saglik Bilimleri Dergisi 7: 103-110.

281. Ying, C., Yang, C.B., Hsu, J.T. (2004.): Relationship of somatic cell count, physical, chemical and enzymatic properties to the bacterial standard plate count in different breeds of dairy goats. Asian-Australasian Journal of Animal Science 17: 554-559.

282. Young, L.R., Kurzer, M.S., Thomas, W., Redmon, J.B., Raatz, S.K. (2011.): Effect of dietary fat and omega-3 fatty acids on urinary eicosanoids and sex hormone concentration in postmenopausal women: A randomized controlled feeding trial. Nutrition and Cancer 63: 930-939.

283. Yu, B.P. (1994.): Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. Physiological Reviews 74: 139-162.

284. 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. Nahrung 43: 392-395.

285. Zenebe, T., Ahmed, N., Kabeta, T., Kebede, G. (2014.): Review on medicinal and nutritional values of goat milk. Academic Journal of Nutrition 3(3): 30-39.

286. Zymon, M., Strzetelski, J., Skrzyński, G. (2014.): Aspects of appropriate feeding of cows for production of milk enriched in the fatty acids, EPA and DHA. A review. Journal of Animal and Feed Sciences 23: 109-116.

7. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno s 28 koza pasmine francuska alpina, na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Đurković, tijekom 75 dana. Hranidba koza temeljila se na sijenu *ad libitum* i 1 kg/dan krmne smjese. Jarad je sisala tijekom dva mjeseca i hranjena je krmnom smjesom i sijenom *ad libitum*. Koze su bile hranjene smjesom koja je sadržavala sačmu soje i ekstrudiranu soju (Kontrolna), zatim smjesom koja je sadržavala pogaču sjemenki bundeve (PSB; 160 g/kg) uz potpunu zamjenu soje te smjesom koja je sadržavala ekstrudirani lan (ELS; 90 g/kg) uz djelomičnu zamjenu soje. Nakon 20., 48. i 75. dana istraživanja utvrđene su fenotipske odlike koza i njihove jaradi, kao i količina te kemijski sastav mlijeka. Također, uzeti su i uzorci krvi za hematološku analizu na hematološkom analizatoru te je utvrđena i diferencijalna krvna slika. U uzorcima krvnog seruma utvrđeni su biokemijski pokazatelji, aktivnost enzima jetre te enzima glutation peroksidaze (GPx) i superoksid dismutaze (SOD). U uzorcima mlijeka utvrđen je i masnokiselinski profil, 20. i 75. dana istraživanja, plinsko-tekućom kromatografijom. Dodaci PSB i ELS u hranidbi koza i jaradi nisu uzrokovali značajnije promjene fenotipskih odlika koza i njihove jaradi. Količina i osnovni kemijski sastav mlijeka nisu se značajno razlikovali između skupina. Dodatak PSB smanjio je koncentraciju linolne kiseline (LA, C18:2 n-6) pri čemu je zadržana koncentracija poželjnih C6:0, C8:0, C10:0, C18:1 *cis*-9, C18:1 *trans*-11 i CLA masnih kiselina. Dodatak ELS doveo je do povećanja koncentracije C18:3 n-3 (ALA) u odnosu na kontrolnu skupinu. Ista je hranidba dovela do smanjenja omjera LA/ALA u mlijeku. Metabolički profil koza i njihove jaradi nije se značajnije mijenjao, osim povećanja aktivnosti GPx u jaradi 75. dana istraživanja. Navedeni rezultati ukazuju na mogućnost implementacije PSB i ELS u obroke koza bez narušavanja proizvodnih svojstava, metaboličkog profila te uz poboljšanje masnokiselinskog profila s dodatkom ELS.

Ključne riječi: pogača sjemenki bundeve, ekstrudirani lan, proizvodni pokazatelji, masnokiselinski sastav mlijeka, metabolički profil, koze, jarad.

8. SUMMARY

The research was carried out with 28 goats of French Alpine breed on family farm Đurković, during 75 days. Feeding of goats was based on hay *ad libitum* and 1 kg/day of feed mixture. Goat kids were suckling during two months, and were fed with feed mixture and hay *ad libitum.* Goats were fed with feed mixture containing soybean meal and extruded soybeen (Control), as well as feed mixture containing pumpkin seed cake (PSB; 160 g/kg) completely replacing soybeen, and extruded linseed (ELS; 90 g/kg) partially replacing soybeen. After 20, 48 and 75 days of research, phenotypic characteristics of goats and their kids, as well as yield and chemical composition of milk, were determined. Likewise, blood samples were taken for haematology parameters on hematology analyser. Also, differential blood picture was observed. Biochemical parameters, enzyme activity of liver as well as glutathion peroxidase (GPx) and superoxide dismutase (SOD) were detemined in blood serum. The fatty acid profile of milk samples was carried out 20th and 75th day of research with liquid-gas chromatography. Addition of PSB and ELS in feed mixtures did not influence sharp changes in phenotypic characteristics of goats and their kids. Yield and gross composition of milk did not differ significantly between groups. Addition of PSB lowered concentration of linoleic acid (C18:2 n-6), and maintained concentration of diserable C6:0, C8:0, C10:0, C18:1 *cis*-9, C18:1 *trans*-11 and CLA fatty acids. Addition of ELS increased concentration of C18:3 n-3 (ALA) compared to Control group. The same feed mixture decreased LA/ALA ratio in milk. Metabolic profile of goats and their kids did not differ much between groups, except higher GPx activity of kids 75th day of research. Abovementioned results indicate the posibility of PSB and ELS implementation in goats diets without any sharp changes in production traits and metabolic profile, with improvement of fatty acids profile when ELS was added.

Key words: pumpkin seed cake, extruded linseed, production traits, fatty acid profile, metabolic profile, goat, kids.

ŽIVOTOPIS

Željka Klir, mag. ing. agr., rođena je 7. listopada 1986. godine u Osijeku (Hrvatska). Završila je III. gimnaziju u Osijeku, a tijekom 2005. godine upisala je Poljoprivredni fakultet u Osijeku, smjer zootehnika. Tijekom studiranja bila je dobitnica stipendije Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa u kategoriji nadarenih studenata. Na diplomskom studiju, dvije godine zaredom, bila je dobitnica stipendije Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku i dobitnica nagrade Lions Club-a Osijek. Na Poljoprivrednom fakultetu, 2008. godine upisuje diplomski studij, smjer specijalna zootehnika. Posljednji je semestar diplomskog studija boravila u Mađarskoj na sveučilištu u Kaposvàru, kao stipendistica međunarodne organizacije ERASMUS. Diplomski rad „Utjecaj hranidbe na sadržaj masnih kiselina u janjećem mesu“ obranila je 2010. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Nakon uspješno položenih ispita i obrane diplomskoga rada, diplomirala je s prosjekom 5,00 te stekla akademski naziv magistra/inženjerka zootehnike. Od 1. rujna 2011. Željka je zaposlena kao znanstvena novakinja-asistentica na projektu „Hranidbeni aspekti modeliranja proizvodnosti i metaboličkog profila ovaca“ voditelja prof. dr. sc. Zvonka Antunovića. Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij Poljoprivredne znanosti, smjera Stočarstvo, upisala je 2011. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Kao doktorandica, Željka Klir je bila na znanstvenom usavršavanju u Sloveniji u razdoblju od 6 mjeseci na Biotehničkom fakultetu Sveučilišta u Ljubljani. Od 1. travnja 2014. do 31. ožujka 2015. godine boravila je u Stuttgartu na znanstvenom usavršavanju na Sveučilištu Hohenheim u okviru stipendije Lions Club-a Stuttgart te sudjelovala na kongresu Society of Nutrition Physiology Conference u Göttingen-u. Do sada je u koautorstvu objavila 33 znanstvena rada i 9 sažetaka sa znanstvenih skupova. Navedeni radovi se mogu razvrstati u kategoriju indeksiranih u CC bazi, tzv. A1 radovi gdje pripada 5 radova, u CAB-bazi, tzv. A2 radovi gdje pripadaju 16 radova, a u kategoriju tzv. A3 radova objavljenih u zbornicima radova međunarodnih skupova pripada 12 radova. Sudjelovala je u radu 10 znanstvenih skupova, od čega 6 na međunarodnim simpozijima koji su održani u Hrvatskoj i 4 na međunarodnim simpozijima održanim u inozemstvu. Na međunarodnim simpozijima do sada je usmeno prezentirala 3 rada i to: 1 rad na hrvatskom i 2 rada na engleskom jeziku. Na preddiplomskom i diplomskom studiju Željka Klir sudjeluje na modulima „Ovčarstvo i kozarstvo I“ te „Ovčarstvo i kozarstvo II“ u sklopu vježbi. Od 2012. godine Željka Klir je predstavnica asistenata i znanstvenih novaka na Fakultetskom vijeću te sudjeluje i u organizaciji Festivala znanosti u okviru Dana otvorenih vrata Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.